

# Conservação ex situ de recursos genéticos vegetais para a alimentação e a agricultura

Aluana Gonçalves de Abreu  
Derly José Henriques da Silva  
Juliano Gomes Pádua  
Marcelo Brilhante de Medeiros  
Marcelo Cavallari  
Marcos Aparecido Gimenes  
Maria do Socorro Padilha de Oliveira  
Semíramis Rabelo Ramalho Ramos





Foto: Juliano Gomes Pádua

## Coleta direcionada de recursos genéticos vegetais para a alimentação e a agricultura<sup>10</sup>

Embora sem dados a respeito das lacunas de coleta do relatório anterior, foi registrado um número significativo de coletas de germoplasma no período 2012–2019. Na Figura 4, apresentam-se locais (coordenadas geográficas dos municípios) nos quais houve coleta de germoplasma, conforme dados obtidos pelas respostas dos questionários aplicados e das informações constantes no Alelo. As coletas abrangeram uma cobertura geográfica ampla no País e uma diversidade de espécies de cultivos variados contemplando cereais, hortaliças, frutíferas, forrageiras, ornamentais e medicinais, além de parentes silvestres de plantas cultivadas e plantas alimentícias não convencionais (Pancs).

Considerando a elevada diversidade de espécies nativas alimentícias no Brasil, foram realizadas coletas para diversas espécies, destacando-se: as palmeiras açai (*Euterpe precatoria* e *E. oleracea*), bacaba (*Oenocarpus* spp.), inajá (*Attalea maripa*), macaúba (*Acrocomia aculeata*) e tucumã (*Astrocaryum* spp.); gramíneas (*Paspalum* spp.) e leguminosas forrageiras (*Stylosanthes* spp.); fruteiras como abacaxi (*Ananas* spp.), anonas (*Annona* spp. e *Duguetia* spp.), araçá (*Psidium* spp.), bacuri (*Platonia insignis*), cajá (*Spondias mombin*), caju (*Anacardium* spp.), camu-camu (*Myrciaria dubia*), goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*), jurubebas (*Solanum* spp.), mangaba (*Hancornia speciosa*), maracujá (*Passiflora* spp.) e umbu-cajá (*Spondias bahiensis*), além de pimentas (*Piper* spp.) e a mandioca (*Manihot* spp.).

Os acessos coletados de espécies exóticas e nativas para fins medicinais e ornamentais incluíram, por exemplo, *Costus* spp. e *Heliconia* spp., cactáceas (*Arrojadoa* spp., *Brasilopuntia* spp., *Hylocereus* spp. e *Pereskia* spp.), amarilidáceas, bromeliáceas, quebra-pedras (*Phyllanthus* spp.) e unha-de-gato (*Uncaria* spp.). O número de espécies nativas utilizadas para fins medicinais e ornamentais é grande (Brasil, 2006; Coradin et al., 2011, 2018; Vieira et al., 2016; Heck et al., 2017), mas a cobertura geográfica e de espécies/

<sup>10</sup> Atividade Prioritária 05 do Plano Global de Ação da FAO.

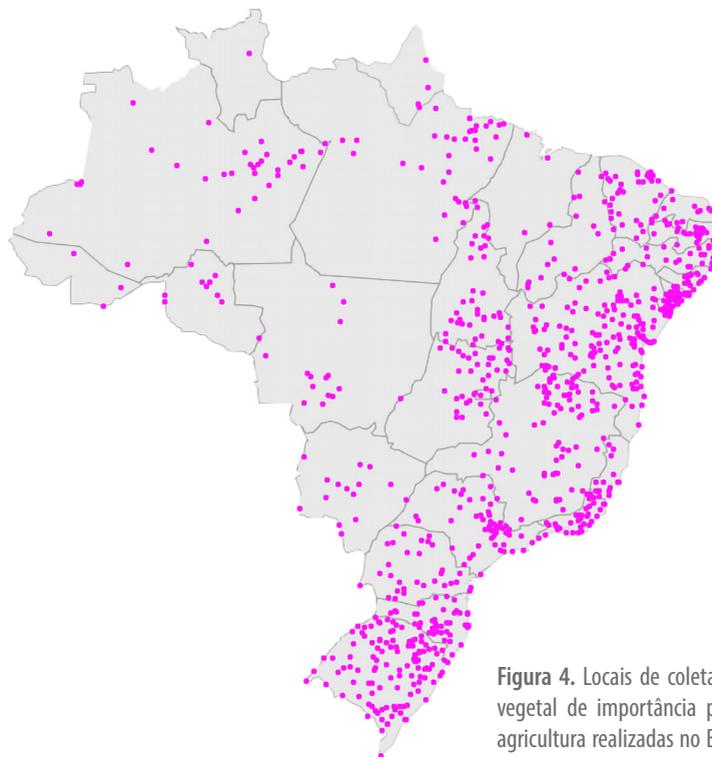


Figura 4. Locais de coletas de germoplasma vegetal de importância para alimentação e agricultura realizadas no Brasil no período de 2012 a 2019.

gêneros coletados ainda é baixa. Esses grupos demandam um esforço maior de coleta, principalmente porque algumas espécies são endêmicas e/ou estão ameaçadas de extinção, principalmente, por causa do desmatamento descontrolado e da eliminação de áreas com vegetação nativa, além de algumas práticas de extrativismo predatório para algumas espécies, caso de bromeliáceas, cactáceas e de algumas ericoidáceas. Durante o período deste relatório, houve um esforço especial na coleta de bromeliáceas, que, de uma coleção inicial de aproximadamente 50 acessos, atualmente se encontram com mais de 1.100 acessos conservados (24 gêneros/47 espécies) e documentados no sistema Alelo. As cactáceas contam atualmente com mais de 300 acessos, dos quais 65% são oriundos de coleta.

O enriquecimento de bancos ativos de germoplasma (BAGs) com variedades crioulas/tradicionais foi verificado para cultivos como milho (*Zea mays*), mandioca, feijão-fava (*Phaseolus lunatus*), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), abóboras (*Cucurbita* spp.) e pimentas, embora ainda ocorram lacunas importantes para a coleta de germoplasma desses cultivos. O processo acelerado de uniformização dos cultivos agrícolas com crescente ocupação do espaço rural por monoculturas, nas últimas décadas no Brasil, impõe a necessidade de implementação de um esforço contínuo de coleta de variedades crioulas sob risco de desaparecimento. Da mesma forma, apesar dos esforços recentes em coleta para algumas plantas alimentícias não convencionais (Pancs), há lacunas importantes de áreas e espécies para incorporação de acessos aos BAGs.

## Mudanças e tendências desde janeiro de 2012

No período 2012–2019, houve coleta substancial de acessos relacionados a cultivos importantes para a alimentação e a agricultura. Em relação às tendências, é possível observar aumento do número de acessos coletados de algumas espécies nativas alimentícias, como açaí, araçá, bacaba, cajá, caju, mangaba, maracujá e tucumã, além de espécies nativas forrageiras, medicinais e ornamentais.

O Brasil possui elevada riqueza de espécies de parentes silvestres de plantas cultivadas, como abacaxi, algodão (*Gossypium* spp.), amendoim (*Arachis* spp.), arroz (*Oryza* spp.), batata (*Solanum* spp.), batata-doce (*Ipomoea* spp.), caju, mandioca, maracujá, pimentas (*Capsicum* spp.) e pupunha (*Bactris* spp.).

Nos últimos anos, a Embrapa desenvolveu projeto apoiado pelo Global Crop Diversity Trust com metodologia específica de detecção de análises de lacunas geográficas e de espécies nos seus BAGs, como subsídios para a coleta dirigida de parentes silvestres de arroz, batata, batata-doce e *Eleusine*. As coletas realizadas com a metodologia de análise de lacunas permitiram a definição de áreas e espécies prioritárias para as coletas, otimizando os recursos e preenchendo lacunas importantes nos BAGs da Embrapa. No período, foram realizadas também coletas de parentes silvestres de amendoim, caju, mandioca e maracujá. Considerando a elevada riqueza em espécies de parentes silvestres e a diversidade dos biomas e ecossistemas do território brasileiro, com muitas lacunas geográficas e de espécies/gêneros, os esforços de coleta ainda devem ser ampliados consideravelmente para esse grupo.

A capacidade técnica disponível atualmente em instituições de ensino e/ou pesquisa para a coleta de parentes silvestres e plantas alimentícias nativas tem se expandido nos últimos anos. Essas instituições consolidaram BAGs para espécies nativas alimentícias em diversas regiões do País, destacando-se abacaxi, açaí, araçá, bacaba, bacuri, caju, castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), mandioca, mangaba, maracujá, murici (*Byrsonima* spp.), tucumã e umbu (*Spondias mombin*).

Diversas espécies forrageiras nativas, destacando-se as dos gêneros *Paspalum* e *Stylosanthes*, também têm sido coletadas para compor o acervo de BAGs. Porém, a elevada diversidade de espécies nativas alimentícias e de parentes silvestres requer um número maior de pessoal técnico qualificado, atualmente ainda com um número insuficiente para atender às necessidades de coleta visando à conservação ex situ.

As Pancs são um grupo de espécies nativas e exóticas, espontâneas e cultivadas, que estão ganhando importância nos últimos anos nos sistemas de cultivo não convencionais, para ampliar a diversidade de alimentos. Para esse grupo, ainda há pouca representatividade nas coleções e BAGs, com poucos acessos e poucos táxons, como bertalha (*Basella alba*), ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) e taioba (*Xanthosoma* spp.).

## Lacunas e necessidades

Há lacunas significativas de coleta, principalmente geográficas e de espécies/gêneros relacionados às espécies cultivadas, para diversas frutíferas, hortaliças, cereais e forrageiras, em todos os biomas brasileiros. Na Amazônia, existe a necessidade de priorizar, por exemplo, coletas para bacuri, castanha-do-brasil, cupuaçu e pupunha. Para as frutíferas do Cerrado, mesmo para espécies com mercado amplo e consolidado, como baru (*Dipteryx alata*), buriti (*Mauritia flexuosa*) e pequi (*Caryocar brasiliense*), não foram registradas atividades de coleta. Espécies frutíferas nativas da Mata Atlântica, como jabuticaba (*Plinia cauliflora*) e pitanga (*Eugenia uniflora*), assim como espécies da região Sul, como a goiabeira-serrana, apesar de alguns acessos coletados, ainda apresentam lacunas importantes. As ornamentais nativas ainda são muito pouco coletadas, apesar da elevada riqueza em espécies e dos esforços para alguns grupos, como *Anthurium*, *Costus*, *Heliconia*, amarilidáceas, bromeliáceas e cactáceas. Grupos importantes e diversos, como aráceas, marantáceas e orquidáceas nativas, são ainda praticamente ausentes nas coleções e BAGs. Para as forrageiras nativas, destacam-se as coletas significativas de acessos para as diversas espécies de *Stylosanthes* e *Paspalum*, entre outras. De forma geral, as espécies nativas alimentícias, ornamentais e medicinais de todos os biomas brasileiros estão pouco representadas nos BAGs e coleções do País. A conservação da rica diversidade dessas espécies nativas está atualmente muito dependente da rede de unidades de conservação no País, a qual ainda é insuficiente para garantir a conservação em muitas regiões, particularmente nos biomas mais antropizados e com pouca representatividade dessas áreas, como o Cerrado e a Mata Atlântica. Dessa forma, ainda há necessidade de ampliação considerável de esforços de coleta para esse amplo grupo de espécies.

Os curadores dos BAGs também reportaram que ainda há necessidade de coleta de parentes silvestres para abacaxi, algodão, amendoim, arroz, cactáceas, graviola (*Annona muricata*), guaraná (*Paullinia cupana*), mamão (*Carica papaya*), mandioca, maracujá, *finger millet* (*Eleusine*), pimentas (*Capsicum* spp.) e pinha (*Annona squamosa*).

As lacunas estão relacionadas à cobertura geográfica incompleta e espécies/gêneros-alvo. A cobertura incompleta de espécies/gêneros-alvo, relatada para 59 táxons, e a cobertura geográfica incompleta para 56 táxons são as principais lacunas de coleta para grande parte dos BAGs. A cobertura incompleta de fontes de resistência aos estresses bióticos e tolerância aos estresses abióticos foi reportada para 24 diferentes táxons.

É necessário estabelecer e ampliar a colaboração entre BAGs, instituições acadêmicas e gestores dessas áreas protegidas para a coleta de germoplasma de parentes silvestres das plantas cultivadas e de espécies alimentícias silvestres.

## Informações adicionais

No período coberto pelo relatório, outros problemas foram detectados na realização de coletas no Brasil, especialmente envolvendo parentes silvestres de plantas cultivadas e plantas alimentícias silvestres/nativas. Entre eles, pode-se mencionar: redução de recursos financeiros para viabilizar as coletas, informações inexatas sobre áreas de ocorrência, liberação de recursos financeiros tardia, inviabilizando a coleta de material reprodutivo, e mudanças climáticas. Além disso, foi muito ressaltado o enfrentamento de dúvidas e excesso de burocracia para viabilizar as coletas e o uso de acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2001, 2015).



Foto: Sergio Silva

## Manutenção e ampliação da conservação ex situ de germoplasma<sup>11</sup>

Até o final do período deste relatório, de acordo com as respostas obtidas pelos questionários e com buscas realizadas em bases de dados de instituições de ensino e/ou pesquisa no Brasil, o País possuía 370.066 acessos conservados, em 268 bancos ativos de germoplasma (BAGs) pertencentes a 37 instituições de pesquisa e/ou ensino no País (Figuras 5 e 6). Os dados dos BAGs da Embrapa são armazenados no Sistema Alelo e são transmitidos pelo menos três vezes por ano ao Genesys, uma base de dados internacional sobre recursos genéticos relacionados à alimentação e à agricultura, gerenciado pelo Global Crop Diversity Trust e financiado pelo fundo do Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR). Ao final de 2019, constavam no Genesys 193.947 acessos que estavam conservados em 21 Unidades da Embrapa. Como muitas instituições brasileiras mantenedoras de BAGs ainda não utilizam o Alelo, o número de acessos no Genesys certamente é subestimado.

Os 370.066 acessos relatados correspondem a mais de 2.330 espécies, pertencentes a 591 gêneros de plantas exóticas e nativas. Os produtos que apresentam o maior número de acessos conservados são soja (*Glycine max*) (aproximadamente 55 mil acessos), arroz (*Oryza spp.*) (19.938), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (19.711), cevada (*Hordeum vulgare*) (18.648) e trigo (*Triticum spp.*) (12.744). Esses números são reflexo da importância desses cultivos para o agronegócio brasileiro, segmento da economia responsável por mais de 20% do produto interno bruto (PIB) brasileiro. Cabe destacar a grande diversidade dos seguintes grupos de produtos: frutas (54 coleções); forrageiras (14 coleções); ornamentais, medicinais, raízes e tubérculos (9 coleções de cada) e palmeiras (7 coleções). Graças à grande extensão geográfica do Brasil e, por conseguinte, a sua diversidade climática e ambiental, há ampla riqueza de espécies nativas utilizadas para a alimentação, notadamente de frutas, palmeiras, raízes e tubérculos, além de plantas com

<sup>11</sup> Atividade Prioritária 06 do Plano Global de Ação da FAO.



Figura 5. Unidades da Embrapa que mantêm bancos ativos de germoplasma de espécies de importância para a agricultura e a alimentação.

propriedades medicinais e ornamentais. Tais espécies ainda são muito pouco exploradas, salvo exceções como abacaxi (*Ananas comosus*), açaí (*Euterpe oleracea*), cacau (*Theobroma cacao*), caju (*Anacardium occidentale*), castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), guaraná (*Paullinia cupana*), mandioca (*Manihot spp.*) e maracujás (*Passiflora spp.*).

Para essas espécies, existem BAGs que conservam considerável variabilidade genética, exceto para a castanha-do-brasil. Há muitas espécies nativas que são exploradas local ou regionalmente, como o butiá (*Butia spp.*) na região Sul; o baru (*Dipteryx alata*) e o pequi (*Caryocar brasiliense*) na região Centro-Oeste; o camu-camu (*Myrciaria dubia*), a pitomba (*Talisia esculenta*) e a pupunha (*Bactris gasipaes*) na região Norte; o cajá (*Spondias mombin*), o guajuru (*Chrysobalanus icaco*), a mangaba (*Hancornia speciosa*) e o umbu (*Spondias tuberosa*) na região Nordeste; o araticum/marolo (*Annona crassiflora*) a ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) e a pitanga (*Eugenia uniflora*) na região Sudeste. Para a maioria das espécies nativas exploradas local ou regionalmente, para alimentação e agricultura, não há BAGs, ou quando estes existem, conservam baixa



como “em perigo de extinção”. Esta espécie deverá ser incluída na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da flora do Brasil em sua próxima atualização.

O Brasil é o País de origem de 65 espécies de *Arachis*, gênero ao qual pertence o amendoim, que provavelmente tem sua origem na região sul da Bolívia. As coleções deste produto conservam 2.407 acessos da espécie cultivada *A. hypogaea* e 1.432 acessos de seus parentes silvestres, englobando 81 espécies. Há ainda espécies de *Arachis* que são utilizadas como forrageiras e ornamentais (*A. pintoii*, *A. repens* e *A. glabrata*), ou mesmo para a produção de grãos, por povos indígenas, como *A. villosulcarpa* e *A. stenosperma*.

Nos BAGs da Embrapa, estão conservados 22.326 acessos de *Oryza*, sendo 21.946 da espécie cultivada, *O. sativa*, e outros 292 acessos de cerca de 13 espécies do gênero. Das populações naturais de parentes silvestres que ocorrem no Brasil, estão conservados 41 acessos de *O. grandiglumis*, 98 de *O. glumaepatula* e 62 de *O. latifolia*, dos quais 40 foram inicialmente identificados como *O. alta*, agora sinonimizado para *O. latifolia*.

A espécie nativa brasileira mais consumida no País é a mandioca, *Manihot esculenta*, sendo também a que possui a maior quantidade de bancos de germoplasma. Este relatório obteve dados de 12 instituições brasileiras, que juntas conservam 4.475 acessos de *Manihot*, dos quais 4.041 são da espécie cultivada, e os demais de outras 15 espécies do gênero. Tanto o número de coleções quanto o número de acessos conservados estão subestimados, pois muitos responsáveis por coleções não forneceram informações. Não obstante, o gênero ainda é pouco representado em BAGs, e estudos têm demonstrado que as espécies de *Manihot* estão sob forte ameaça no País. Simon et al. (2020), por exemplo, encontraram 75 espécies de *Manihot* no Cerrado, das quais 59 são endêmicas e, destas, 24 estão sob algum grau de ameaça de acordo com a classificação da IUCN.

## Principais realizações

Houve um aumento na capacidade de conservação de cópias de segurança de germoplasma com a renovação e ampliação da estrutura para conservação da Embrapa. Foi inaugurado, em 2014, o Banco Genético da Embrapa, um prédio que abriga câmaras frias a -18 °C para conservação de sementes (Colbase - Coleção de Base de Germoplasma-Semente), câmaras para conservação de plantas in vitro, criotanques para conservação de recursos genéticos vegetais, animais e microrganismos. A capacidade de conservação de sementes em longo prazo foi ampliada em 300%, passando de 200 mil para cerca de 800 mil amostras. Da mesma forma, também foi ampliada a capacidade de conservação de plantas in vitro, que atualmente é de 15 mil acessos. Existem dois criotanques para a conservação de germoplasma vegetal, apresentando uma capacidade estimada para conservar 100 mil amostras. Houve também a ampliação da capacidade de conservação de amostras de DNA, além de uma nova estratégia para aumentar a coleção. Amostras das plântulas obtidas a partir de testes de germinação da Coleção de Base são encaminhadas para o

Laboratório de Genética Vegetal, responsável pela extração de DNA e posterior conservação no Banco de DNA.

Os jardins botânicos têm atuado historicamente na preservação da riqueza de espécies vegetais, sendo a conservação da variabilidade intraespecífica, alvo da conservação de recursos genéticos vegetais para a alimentação e a agricultura, colocada em segundo plano. Há quase 30 anos, estabeleceu-se a Rede Brasileira de Jardins Botânicos (RBJB), que tem atuado na conservação *ex situ* de diversas espécies da flora brasileira. Atuando fortemente no cumprimento das metas estabelecidas na Estratégia Global para Conservação de Plantas (do inglês, Global Strategy for Plant Conservation – GSPC), abriu-se uma possibilidade de maior interação entre a conservação de recursos genéticos e a RBJB, notadamente em relação à meta 9: pelo menos 70% da diversidade genética de plantas cultivadas e outras espécies de plantas de valor socioeconômico conservadas e o conhecimento tradicional associado mantido.

Em 2013, a Embrapa e o Museu Nacional do Rio de Janeiro estabeleceram uma parceria para a formação de uma coleção de referência, a partir dos acessos dos BAGs, para desenvolver pesquisas arqueobotânicas a partir de microvestígios vegetais (fitólitos). Os resultados poderão contribuir com informações sobre a dieta, a domesticação de vegetais e a produção de alimentos na pré-história brasileira. Alguns museus possuem herbários e outras coleções botânicas, como o Museu Paraense Emílio Goeldi, com um acervo de mais de 230 mil amostras, tendo uma coleção de botânica econômica e etnobotânica com cerca de 600 itens.

O Programa Re flora, uma iniciativa do governo brasileiro, tem como objetivo principal o resgate de imagens dos espécimes da flora brasileira e das informações a eles associadas, depositados nos herbários estrangeiros para a construção do Herbário Virtual Re flora (Re flora..., 2021). Os primeiros parceiros dessa iniciativa foram o Royal Botanic Gardens, Kew e o Muséum National d’Histoire Naturelle de Paris. A partir de 2014, com apoio do Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR), outros nove herbários europeus e americanos foram incluídos na iniciativa. Além destes herbários, a partir de 2014, iniciou-se a publicação de imagens e dados de acervos nacionais que atualmente envolvem mais de 60 herbários.

## Mudanças e tendências desde janeiro de 2012

Apesar da redução de recursos financeiros e humanos, o País tem conseguido manter e ampliar suas coleções. Comparando-se os dados do atual relatório com o realizado em 2009, constatou-se que 56% dos bancos tiveram aumento no número de acessos conservados, para 37% foi observada redução, e para 7% não houve alteração. Há relatos de bancos que foram parcial ou totalmente perdidos em razão da falta de curador ou de pessoal de apoio para conduzir os trabalhos, ou até mesmo o caso de extinção de instituições. A redução da mão de obra é em grande parte devida à falta de reposição de empregados que se

apresentaram. As coleções que tiveram maior incremento em número absoluto de acessos correspondem àquelas que abrigam espécies exóticas como soja, arroz, feijão-comum e trigo. Em relação ao relatório anterior, há que se destacar o incremento de acessos nos bancos que conservam espécies nativas, como os de mandioca e *Cuphea*, que aumentaram o acervo em dez vezes, e os de mangaba e camu-camu, que ampliaram em mais de sete vezes o número de acessos conservados.

O Brasil ampliou sua capacidade de conservação em médio e longo prazos. No relatório nacional publicado em 2009, a Coleção de Base de Germoplasma-Semente da Embrapa (Colbase) conservava 107 mil amostras. Em 2014, uma nova estrutura para conservação de sementes in vitro e em criopreservação foi construída, aumentando a capacidade de armazenamento. Em 2019, a Colbase conservava 140 mil amostras de 115 mil acessos pertencentes a 1.079 espécies. A coleção in vitro conserva cópias de segurança de aproximadamente 1.200 acessos, além de abrigar a cópia de segurança da coleção de batata (*Solanum* spp.) do Centro Internacional da Batata (Centro Internacional de La Papa – CIP).

No Brasil não existe, ainda, um programa nacional de conservação de recursos genéticos para a alimentação e a agricultura. As ações são organizadas independentemente por instituições de pesquisa, como a Embrapa e as organizações estaduais de pesquisa agropecuária (Oepas), e de ensino, basicamente executadas por universidades federais ou estaduais. No entanto, por causa da falta de uma estrutura nacional, aliada à crise econômica da atual década, várias Oepas foram extintas ou estão sendo reestruturadas. Como consequência, a conservação de recursos genéticos não foi contemplada com atividade prioritária para essas empresas, resultando até mesmo na desativação de BAGs.

## Lacunas e necessidades

Apesar do grande número de BAGs existente no País, ainda existem espécies de importância regional que não estão conservadas ex situ, ou, quando estão, estes são pouco representativos da variabilidade genética da espécie. Esse cenário resulta da falta de incentivo governamental para o estabelecimento e manutenção de BAGs, além da carência de recursos humanos e financeiros em todas as instituições de ensino e pesquisa no Brasil. Estas carências também impactam negativamente as etapas de multiplicação e regeneração de germoplasma. Outra necessidade é a maior interação entre as ações de conservação ex situ e in situ/on farm. Apesar de o País ter mais de 255 milhões de hectares de áreas protegidas, pouco se conhece sobre a ocorrência das espécies nessas áreas, o que impacta negativamente a conservação ex situ destas. A integração entre ações de conservação ex situ e on farm também necessita ser ampliada. Em um cenário de mudanças climáticas, com a substituição de espécies cultivadas, com a contaminação por transgenes e a redução das populações humanas que vivem em áreas rurais, há considerável probabilidade de perda de variedades crioulas/tradicionais. Tais eventos não têm sido acompanhados por um aumento na introdução desses materiais em BAGs, de forma a contribuir para a mitigação do efeito da erosão genética sobre as variedades dos agricultores.

Embora tenham sido verificados avanços, o nível de duplicação de segurança ainda é muito baixo. Quase 43% das coleções não possuem cópia de segurança do seu acervo. Para as espécies que possuem sementes ortodoxas, o nível médio de cópias de segurança das coleções é de 34%, enquanto para as espécies que não possuem sementes ortodoxas, ou que se propagam de forma clonal, esse valor é de apenas 24%. Aproximadamente 60% das coleções inventariadas para este relatório possui menos de 20% do seu acervo em uma outra coleção, como cópia de segurança. Apenas cerca de 10% das coleções possuem cópia de segurança de mais de 85% do acervo. Todos esses bancos que relataram possuir cópias de segurança fazem parte do sistema de recursos genéticos da Embrapa, indicando a importância da existência de uma política interna bem definida, que inclui recursos financeiros para a manutenção das coleções e um sistema de curadorias muito bem estruturado. O sistema de curadoria é definido por norma da empresa, em que o supervisor do sistema é selecionado por concurso interno e os curadores são designados oficialmente. Fica evidente a urgência que o País deve ter em promover ações para que os bancos das instituições brasileiras possam manter cópias de segurança de seu germoplasma, em condições de longo prazo. Uma vez que o custo de construção e manutenção da infraestrutura de conservação em longo prazo é elevado, a opção mais viável seria utilizar a estrutura da Embrapa.

O País ainda não possui uma política relacionada aos recursos genéticos vegetais para a alimentação e a agricultura, o que implica a falta de uma estratégia nacional para conservá-los e usá-los de forma sustentável. O estabelecimento de uma política nacional poderia contribuir para facilitar o compartilhamento das instalações para conservação em longo prazo localizadas na Embrapa, permitindo a conservação de germoplasma de instituições de ensino e pesquisa e também de agricultores. Nesse mesmo sentido, um sistema de informações nacional também poderia reunir os dados dos acessos em uma base de dados única. A maioria das coleções utiliza planilhas eletrônicas, ou até mesmo informações em papel para documentar os acessos da coleção, o que se constitui em um risco grande de perda de informação. Assim, um sistema já desenvolvido, como o Alelo (detalhado a seguir), poderia ser utilizado por todas as coleções do País.

## Informações adicionais

O sistema Alelo<sup>12</sup>, desenvolvido pela Embrapa, é um conjunto de softwares para documentar, informatizar, manejar e fazer a gestão de dados e informações geradas nas atividades de BAGs. O Alelo foi desenvolvido com tecnologia de software livre, em plataforma Java; banco de dados MySQL, acesso via internet; com modelo diferenciado de desenvolvimento. Tanto a sua aplicação como sua base de dados são aprimorados ao longo do tempo, durante o processo de importação assistida de dados e informações para o sistema. O sistema Alelo tem se mostrado bastante eficiente e eficaz. Foi desenvolvida uma interface para compartilhar dados com sistemas de informações globais, como o Genesys.

<sup>12</sup> Disponível em: <http://alelo.cenargen.embrapa.br>



Foto: Rosa Lía Barbieri

## Regeneração e multiplicação ex situ de acessos<sup>13</sup>

Duzentos e dez curadores responsáveis por coleções e bancos ativos de germoplasma (BAGs) do Brasil responderam a esse segmento do relatório FAO. Constatou-se que 43% deles relataram, como principais realizações, os avanços em melhoria de estrutura, técnicas ou protocolos para conservação dos acessos que estão sendo mantidos, caracterizados, avaliados, documentados, regenerados e multiplicados. Ao mesmo tempo, vale ressaltar que 57% dos curadores não responderam a esse item, seja porque ainda não houve necessidade para iniciar o processo de multiplicação/regeneração dos acessos, seja porque não tiveram apoio para executar essas atividades. Ao compararmos as principais realizações entre os BAGs mantidos pela Embrapa e aqueles de instituições de pesquisa e ensino no Brasil, constata-se que, respectivamente, 36% e 47% dos curadores registraram algum tipo de avanço no manejo relacionado à regeneração ou multiplicação dos acessos.

## Mudanças e tendências desde janeiro de 2012

Não há como fazer comparações seguras entre as informações inseridas nos relatórios anteriores e o presente com relação a mudanças significativas no período. No entanto, pode-se afirmar que há grandes bancos, a exemplo do Banco de Germoplasma de Soja da Embrapa, com 55 mil acessos – que teve 100% dos seus acessos multiplicados/regenerados nesse período –, e coleções com boa infraestrutura e capacidade para multiplicar/regenerar 1.000 acessos/ano, a exemplo do Banco de Germoplasma de Feijão-Comum da Embrapa. Ao mesmo tempo, o levantamento também identificou a dificuldade de se regenerar coleções de espécies perenes, a exemplo do coco, tanto por limitações técnicas e financeiras quanto de pessoal de apoio em campo. De forma geral, ficou evidente nesse levantamento que houve maior facilidade

<sup>13</sup> Atividade Prioritária 07 do Plano Global de Ação da FAO.

para implementar as ações de multiplicação/regeneração quando os acessos são de espécies autógamas com sementes ortodoxas. Para as espécies perenes, os dados apontam que há interesse e trabalho dos curadores e de suas equipes no desenvolvimento de protocolos e técnicas para melhor conservação do germoplasma.

## Lacunas e necessidades

As lacunas e/ou dificuldades apontadas pelos respondentes foram classificadas nos níveis técnicos e/ou de infraestrutura. Constatou-se que 46% das partes interessadas relataram deficiência de estrutura física ou falta de suporte técnico de laboratório e/ou campo para auxiliar nas atividades; 32% relataram excesso de burocracia ou ausência e dificuldade para execução de recursos financeiros como pontos mais limitantes para execução das atividades; 24% relataram dificuldades técnicas intrínsecas às coleções (por exemplo, dificuldade de floração, necessidade de limpeza clonal, germinação lenta, comportamento distinto em relação às condições de manutenção in vivo, entre outras) e/ou ao ambiente em que o banco/coleção está instalado (por exemplo, incêndios ou alagamento). Não relataram dificuldades 24% dos curadores/responsáveis por BAGs.

Quanto às necessidades, 47% dos curadores relataram necessidade de melhoria de estrutura e/ou apoio de mão de obra especializada; 33% relataram necessidade de aporte de recursos financeiros em quantidade e frequência adequadas; 22% relataram necessidade de melhoria de técnicas e/ou gestão de campo e/ou de laboratório; e 24% dos curadores não relataram necessidades relacionadas aos bancos sob sua responsabilidade.

## Informações adicionais

É importante destacar que o conceito de “regeneração” não é, ainda, totalmente claro e padronizado entre os curadores das distintas instituições brasileiras que conservam germoplasma. Por exemplo, assume-se que, para a determinação da necessidade de regeneração, é necessário um monitoramento da viabilidade de sementes ortodoxas armazenadas em câmara fria. No entanto, pode-se afirmar seguramente que os dados aqui levantados a respeito de “número de acessos que necessitam de regeneração” não foram obtidos, pela maioria dos curadores que os forneceram, a partir de testes de viabilidade de sementes ou de qualquer outro método sistemático de monitoramento. Muitas vezes, os curadores tomam a decisão de multiplicar as sementes dos acessos quando estas estão em quantidade reduzida. Usualmente, os curadores têm contato permanente com as coleções em campo e, pela ampla experiência com a espécie, tomam a decisão de realizar a multiplicação/regeneração dos acessos, muitas vezes sem atentar para os aspectos genético-populacionais, como tamanho efetivo populacional, deriva genética e efeito de gargalo (*bottleneck*). Para as espécies perenes, as restrições e dificuldades técnicas para implementar o processo de regeneração são ainda mais acentuadas.

As cópias de segurança conservadas no Banco Genético da Embrapa têm sua viabilidade monitorada por meio de testes de germinação, que são realizados a cada 10 anos, aproximadamente. Para algumas espécies, como milho (*Zea mays*), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e trigo (*Triticum* spp.), que foram monitoradas pelo menos três vezes ao longo dos últimos 40 anos, notou-se que a redução da viabilidade é muito baixa, possibilitando a ampliação do intervalo de tempo entre monitorações.

Com relação às práticas de manejo para evitar erosão genética, 61% dos curadores relataram a introdução de uma ou mais estratégias, como a duplicação da coleção para evitar possível perda dos acessos. A utilização de um número mínimo de plantas para obtenção de novas sementes e a realização da regeneração e multiplicação em ambiente protegido são as principais práticas de manejo utilizadas para prevenir a erosão genética. No entanto, vale ressaltar que, mesmo quando nenhuma prática estava sendo adotada, notou-se preocupação dos curadores com a necessidade de implementar medidas adicionais para salvar-guardar o germoplasma, tendo em vista a fragilidade da conservação e o risco de desaparecimento dos acessos. Trinta e nove por cento dos curadores não respondeu a essa pergunta ou declararam que não executam nenhuma prática para evitar a erosão genética nos acessos.

Não foi detectada a existência de planos de emergência a serem executados pelas instituições, para quando não houver condições de realizar as multiplicações/regenerações no tempo adequado. Não há no País uma estratégia que suporte financeiramente e de forma contínua as necessidades de conservação dos acessos. Tal fato fica claramente evidenciado pelo atual levantamento, no qual se observa que as dificuldades apontadas pelos curadores foram majoritariamente direcionadas à necessidade de aporte de recursos financeiros em quantidade e frequência adequadas (47%) e necessidade de melhoria de estrutura e/ou apoio de mão de obra especializada (33%). É importante que o País desenhe e programe estratégias capazes de valorizar e manter de forma efetiva as suas coleções de germoplasma.

São prioridades para a regeneração/multiplicação para a próxima década:

- Apoiar ações para capacitação de curadores em regeneração e multiplicação de germoplasma, abrangendo conceitos fundamentais em genética de populações.
- Apoiar ações que definam o tamanho efetivo populacional para espécies prioritárias para multiplicação/regeneração no País.
- Apoiar ações de pesquisa voltadas para o desenvolvimento de protocolos e técnicas in vitro para manutenção e/ou duplicação de segurança do banco e/ou coleção de germoplasma.

## Referências

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio

genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 1, 21 maio 2015.

BRASIL. Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição, os arts. 1º, 8º alínea “j”, 10, alínea “c”, 15 e 16, alíneas 3 e 4 da Convenção sobre Diversidade Biológica, dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e transferência de tecnologia para sua conservação e utilização, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 11, 24 ago. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006. (Série B. Texto Básicos de Saúde).

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro Região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2018. (Série Biodiversidade, 51).

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Sul**. Brasília, DF: MMA, 2011.

HECK, R. M.; RIBEIRO, M. V.; BARBIERI, R. L. (ed.). **Plantas medicinais do bioma pampa no cuidado em saúde**. Brasília, DF: Embrapa; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017.

REFLORA Herbário Virtual. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual>. Acesso em: 27 jan. 2021.

SIMON, M. F.; REIS, T. S.; MENDOZA F. J. M.; ARQUELÃO, T. K. M.; BRINGEL JÚNIOR, J. B. A.; NORONHA, S. E.; MARTINS, M. L. L.; LEDO, C. A. da S.; SILVA, M. J.; SAMPAIO, A. B.; MATRICARDI, E. T.; SCARIOT, A. Conservation assessment of cassava wild relatives in central Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, p. 1589-1612, Sept. 2020. DOI: [10.1007/s10531-018-1626-7](https://doi.org/10.1007/s10531-018-1626-7).

VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste**. Brasília, DF: MMA, 2016. (Biodiversidade, 44).