

BANCO DE SEMENTES: PRESERVANDO A DIVERSIDADE GENÉTICA PARA ALIMENTAR O FUTURO

Adriana dos Santos Dias¹

Jean Carlo Zamana Sanches²

Larissa Aparecida Oliveira da Cruz³

Lorenza Eivazian Vianna Nogueira Brandão⁴

Melina Lemos Vilela⁵

Gessuir Pigatto⁶

RESUMO

Em uma sociedade que passou por diversas mudanças devido à globalização, há uma crescente preocupação relacionada à perda da diversidade genética, em especial às plantas cultivadas. Os bancos de sementes auxiliam na preservação de cultivares resistentes às mudanças climáticas, pragas e doenças, o que favorece a produção de alimentos. O presente artigo tem por objetivo avaliar como o banco de sementes e as comunidades contribuem para a diminuição da perda da diversidade genética de plantas cultivadas e com a meta número 2.5 presentes nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Para isso foi realizada uma revisão bibliográfica e documental sobre o assunto, resultando em uma revisão narrativa sobre a importância da preservação da diversidade genética por meio dos bancos de sementes é essencial para enfrentar os desafios atuais da segurança alimentar e da sustentabilidade agrícola.

Palavras-chave: Banco de sementes. Diversidade genética. Preservação de espécies. ODS.

ABSTRACT

In a society that has undergone many changes due to globalization, there are growing concern about the loss of genetic diversity, especially in cultivated plants. Seed banks help preserve cultivars that are resistant to climate change, pests and diseases, which favors food production. The aim of this article is to assess how seed banks and communities contribute to reducing the

¹Engenheira Civil formada pela Faculdade da Alta Paulista - FAP. Mestranda em Agronegócio e Desenvolvimento da FCE/Unesp. E-mail: adriana.s.dias@unesp.br, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0558795842072088>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-8450-2277>.

²Tecnólogo em Mecanização em Agricultura de Precisão formado pela FATEC de Pompéia. Pós-graduando em Geoprocessamento e Licenciamento Ambiental pelo Grupo UNIS. Mestrando em Agronegócio e Desenvolvimento da FCE/Unesp. E-mail: jean.zamana@unesp.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1134987404542325>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-3285-251X>.

³Tecnóloga em Gestão de Recursos Humanos formada pelo Centro Universitário Eurípides de Marília. Administradora formada pela UFMS/CPNA, Especialista em Agronegócios pela FAGRAN/IBRA e Mestranda em Agronegócio e Desenvolvimento da FCE/Unesp. E-mail: larissa.o.cruz@unesp.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1251131854985744>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-9170-9756>.

⁴Engenheira de Biosistemas formada pela FCE/Unesp, licenciada em matemática pela Universidade Cidade São Paulo UNICID/SP. Mestranda em Agronegócio e Desenvolvimento da FCE/Unesp. E-mail: lorenza.eivazian@unesp.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7728874059072107>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7155-3310>.

⁵Advogada, Especialista em Direito Ambiental pela PUC/SP e Economia dos Sistemas Agroindustriais pela Faculdade CNA/SENAR/IBDA. Mestre em Direito pela PUC/SP. Doutoranda em Agronegócio e Desenvolvimento da FCE/Unesp. E-mail: melina.vilela@unesp.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6837711793669661>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-7732-5818>.

⁶Docente da Faculdade de Ciências e Engenharia FCE/UNESP. E-mail: gessuir.pigatto@unesp.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9086864482895461>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5240-2381>.

loss of genetic diversity of cultivated plants and the 2.5 goal of the Sustainable Development Goals (SDGs). For the accomplishment, a bibliographic and documentary review on the subject was carried out, resulting in a narrative review on the importance of preserving genetic diversity through seed banks, which is essential to face the current challenges of food security and agricultural sustainability.

Keywords: Seed banks. Genetical diversity. Species Preservation. SDG.

1 INTRODUÇÃO

Em uma sociedade que passou por diversas mudanças devido à necessidade de padronização de hábitos de comportamento e consumo da população, há uma crescente preocupação relacionada à perda da diversidade genética, em especial às plantas cultivadas. Segundo Relyea e Ricklefs (2021), a população humana vem se desenvolvendo cada vez mais desde o advento da agricultura e nos dias atuais, a presença das tecnologias no campo tem contribuído para a evolução do processo agrícola, por meio do desenvolvimento de características específicas como produtividade e resistência a pragas e doenças, visando o alto rendimento dessas culturas.

Nesse sentido, é importante compreender como o uso dos bancos de sementes auxilia na redução da perda de diversidade genética em plantas cultivadas, a partir do olhar sobre a demanda crescente por alimentos, que tem levado à intensificação da produção agropecuária, inclusive com a redução da diversidade genética (Silva, 2018; Paiva, 2019). Se por um lado, as plantas geneticamente modificadas e/ou selecionadas elevam a produtividade, por outro lado pode causar impactos negativos.

Barreto, Braz e França (2016) apontam que as plantas clonadas, para uso comercial na agricultura, são um risco inerente para a diminuição da diversidade genética, o que pode torná-las vulneráveis a ameaças futuras, como mudanças climáticas, pragas e doenças emergentes. Desta forma, existe uma necessidade em deter um conhecimento mais aprofundado das suas respostas fisiológicas, além de preservar as espécies originárias.

Uma forma de lidar com essa redução de diversidade genética se dá por meio da criação de bancos de sementes, ou seja, uma instituição que terá como principal objetivo armazenar e preservar as amostras genéticas das diversas espécies de plantas. Assim, as espécies que podem ser cultivadas para consumo humano têm grande importância no atendimento de um dos dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil.

O ODS de número 2 busca combater a fome e promover uma agricultura sustentável. Segundo dados divulgados pela FAOSTAT (2023a), cerca de 61,3 milhões de brasileiros se

encontravam em estado de insegurança alimentar moderada ou grave entre os anos de 2019 a 2021, além disso cerca de 4,1% da população do país no mesmo período encontrava-se em estado de desnutrição. O uso de bancos de sementes está diretamente relacionado a esse objetivo, pois contribui para a segurança alimentar e a sustentabilidade agrícola (Brasil, 2023). A meta 2.5 prevê manter a diversidade genética de sementes, inclusive por meio de bancos de sementes e plantas diversificados, bem geridos em nível nacional, regional e internacional, promovendo a distribuição equitativa de tais recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados (IPEA, 2019).

A partir da identificação da importância dos bancos de sementes para a redução da perda de diversidade genética, tem-se como objetivo deste artigo compreender o papel dos bancos de sementes para a diminuição da perda da diversidade genética em plantas cultivadas. Por meio dessa abordagem será possível verificar os principais avanços científicos, técnicas e estratégias utilizadas na conservação e uso de bancos de sementes em diferentes contextos. Além disso, a pesquisa possibilita uma análise crítica dos estudos encontrados e identificação de lacunas nesta área do conhecimento.

2 METODOLOGIA

A metodologia é um componente importante de produções acadêmicas, a partir do objetivo deste artigo foi realizada uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, utilizando técnicas de pesquisa bibliográfica e documental, que são amplamente utilizadas para investigar o tema em detalhes, com base em fontes de informação, como livros, artigos científicos, relatórios, documentos governamentais, entre outros; assim a abordagem deste artigo buscou compreender e interpretar um problema de pesquisa por meio da análise crítica de materiais já publicados e disponíveis (Gil, 2022; Marconi; Lakatos, 2017)

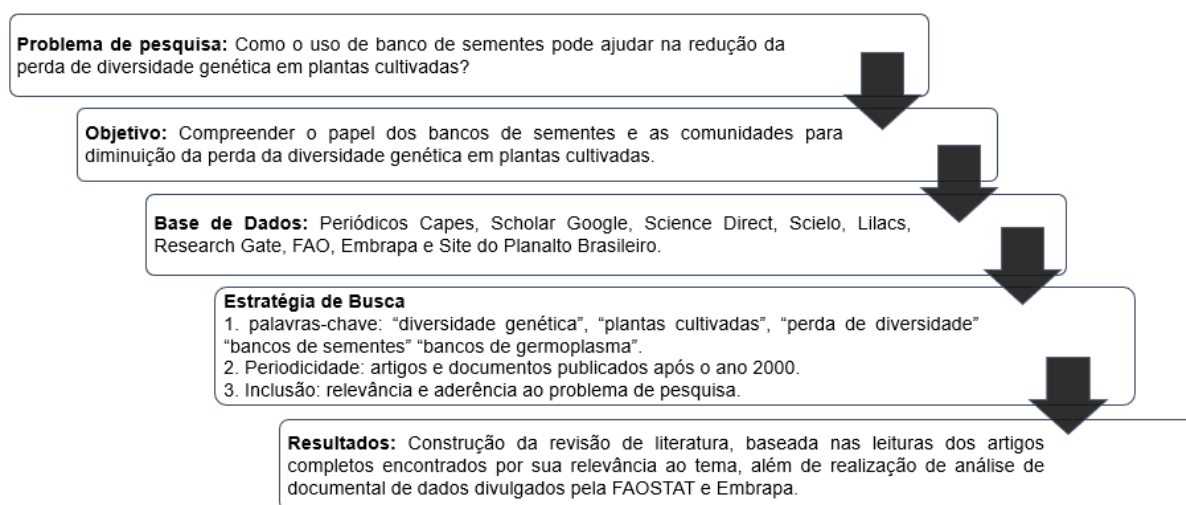
Por se tratar de uma pesquisa interdisciplinar, a definição do caráter exploratório foi uma estratégia valiosa para obter insights e compreender de forma aprofundada o problema de pesquisa, pois permitiu aos pesquisadores explorar fontes secundárias, analisar criticamente o conhecimento existente e contribuir para o desenvolvimento do campo de estudo, por meio da formulação de novas perspectivas, teorias ou abordagens.

O desenvolvimento e escrita deste artigo, quanto a metodologia teve uma abordagem de trabalho interdisciplinar, uma vez que buscou integrar diferentes disciplinas para apresentar os resultados encontrados acerca do problema de pesquisa, apresentando conceitos teóricos, econômicos, administrativos, históricos, documentais, ambientais e sociais. Conforme

defendido por Morin (2003) vale ressaltar que a abordagem interdisciplinar promove a interação entre as disciplinas e uma construção de saberes, estimulando a troca de ideias e o trabalho em equipe; outro ponto importante parte do princípio que visa o incentivo às pesquisas interdisciplinares e a ampliação do entendimento sobre o tema estudado, permitindo uma visão mais abrangente e aprofundada.

O resultado deste trabalho trata-se de uma revisão narrativa construída a partir do objetivo principal deste artigo, buscando compreender o papel dos bancos de sementes e como as comunidades trabalham para a redução da perda da diversidade genética, a partir das palavras-chaves, as buscas para a construção desta narrativa focou em artigos e documentos publicados a partir do ano 2000, com foco especial para os artigos publicados após 2014, a busca nas base de dados conforme indicado na Figura 1, resultou na análise e síntese para a inclusão das referências presentes nesta revisão literatura por meio da categorização dos estudos por temas.

Figura 1: Fluxograma de Metodologia da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Fome, Insegurança Alimentar e a Importância da ODS 2.5

Um dos problemas de saúde pública que mais atinge pessoas ao redor do mundo é a fome e esta pode ser dividida em fome aguda ou crônica. A primeira diz respeito à urgência em

se alimentar e ocorre quando a alimentação diária de um indivíduo não supre as necessidades energéticas que este necessita para cumprir suas atividades. A segunda resulta em formas de desnutrição e deficiência energética crônica (Álvares-Da-Silva; Da Silveira, 2022).

A insegurança alimentar é classificada como leve, moderada ou grave. A primeira diz respeito à falta de acesso a alimentos, ou seja, trata-se de situação onde as pessoas são forçadas a reduzir a quantidade e/ou qualidade dos alimentos por não saberem se irão ter acesso a todas as refeições diárias. A segunda deve ser entendida como indivíduos que enfrentaram a fome por determinado ano e ficaram sem alimentos por um dia ou mais. A terceira é compreendida como falta de alimento para consumo, também chamada de fome (Anshau *et al.*, 2012).

De acordo com Ribeiro (2022), no ano de 2021 o número de famintos era aproximadamente 828 milhões de pessoas, totalizando cerca de 9,8% da população mundial e, com a pandemia, este número cresceu drasticamente.

De acordo com dados de Andrade *et al.* (2017), mais da metade da população brasileira possui algum tipo de insegurança alimentar em algum grau: leve, moderado ou grave, aproximadamente 58,7% conforme dados da Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (PENSSAN, 2021). Até 2030 estima-se que o Brasil saia do mapa da fome da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) com um índice de subalimentação menor que 2%, porém hoje este cenário está bem longe de se concretizar, até mesmo por conta dos efeitos negativos gerados da pandemia do COVID-19 (Nikolaév; Nikoláeva, 2021).

Para contribuir com estratégias para que toda a população mundial possa ter prosperidade e viver em paz, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS). Além disso, são um apelo para a erradicação da pobreza e proteção do meio ambiente e clima. Os objetivos são divididos em 17 pautas que estão subdivididas em metas que devem ser alcançadas até a Agenda 2030.

Visto isso, o ODS 2 está atrelado a metas que buscam erradicar a fome e produzir agricultura sustentável para que todos possam ter acesso a alimentos e, além disso, que sejam seguros e sustentáveis. Em confluência com a problemática de erradicação da fome, o ODS 2 está subdividido em 5 metas factíveis e sustentáveis para que seja possível atingir o resultado. A meta 2.5 propõe que:

Até o ano de 2030 devemos manter a diversidade genética de sementes, plantas cultivadas, animais de criação e domesticados e suas respectivas espécies selvagens, inclusive por meio de bancos de sementes e plantas diversificados e bem geridos em nível nacional, regional e internacional, além de garantir o acesso e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos e

conhecimentos tradicionais associados, como acordado internacionalmente (IPEA, 2019, p.1).

As mudanças climáticas e a incidência de pragas e doenças alteram o curso do crescimento de culturas, enquanto que a necessidade de alimentos cresce a cada dia. A partir disso, é necessário que os países preservem recursos genéticos para combater a fome e a insegurança alimentar.

Os recursos genéticos para alimentação e agricultura desempenham um papel para que as culturas agrícolas e animais de criação consigam suportar as alterações climáticas. Segundo Marubo (2023), cerca de 75% da diversidade genética foi perdida no último século quando produtores rurais e agricultores transformaram as variedades de alto rendimento em uniformes e deixaram de lado as variedades locais. O grande problema causado por esta atitude é refletido até hoje com o avanço da fome no mundo.

3.2 Por que houve redução da diversidade genética?

A Revolução Verde, iniciada na década de 60, tinha como objetivo solucionar a crise global de alimentos por meio do desenvolvimento de culturas específicas para a maximização da produção agrícola, utilizando altas quantidades de agrotóxicos, fertilizantes e aliado ao desenvolvimento genético de sementes, o que permitiu o aumento dos alimentos diante do aumento da população global (Matos, 2010). Embora o aumento na produtividade tenha contribuído para evitar o cultivo de milhões de hectares de novas terras cultiváveis, ao longo das últimas cinco décadas, o aumento resultante na produção de alimentos tem acarretado degradação ambiental e deficiências de micronutrientes nas populações (Pingali, 2012; Santa Rita *et al.*, 2021).

Há diversos exemplos de doenças zoonóticas emergentes na interface entre a vida selvagem, a pecuária e os seres humanos, as quais estão associadas à intensificação agrícola e às mudanças ambientais; tais como: a fragmentação de habitats e ecótonos, a redução da biodiversidade, as mudanças agrícolas e o aumento da densidade populacional nos ecossistemas, incluindo casos como o vírus Ebola e, mais recentemente, a pandemia da COVID-19 (Pathirana; Carimi, 2022).

A manutenção da diversidade genética dentro das espécies é essencial para o desenvolvimento de novas variedades que sejam capazes de manter a estabilidade da produção e de se adaptarem a novas doenças e outros desafios ambientais, especialmente os resultantes das alterações climáticas. O futuro desenvolvimento da agricultura e da segurança alimentar

mundial dependerá de os agricultores e criadores continuarem a ter acesso aos bancos de germoplasma e à informação relacionada (Pádua, 2018).

O germoplasma consiste na diversidade de uma espécie cultivada e seus parentes silvestres, sendo fundamental para o aprimoramento das plantas devido aos seus genes, que têm o potencial de melhorar o rendimento, a qualidade e a adaptação das culturas ao ambiente. Em vista do aumento frequente de desastres naturais e seu impacto na segurança alimentar, é crucial adotar medidas de longo prazo para fortalecer a resiliência dos agricultores e das famílias diante dessas adversidades e das mudanças climáticas. Isso inclui a promoção de cultivos tolerantes à seca e a diversificação dos meios de subsistência (Pathirana; Carimi, 2022).

A melhor ligação entre os recursos genéticos das culturas e o processo de melhoramento é o conceito de pré-melhoramento. O conceito engloba a identificação de características úteis em diferentes recursos genéticos, incluindo germoplasma não adaptado ou material adaptado não selecionado. Além disso, os programas de pré-melhoramento têm a vantagem de estabelecer coleções centrais, que representam a diversidade genética da espécie e seus parentes com um mínimo de repetibilidade. Essas coleções centrais são dinâmicas e permitem a introdução de novos genótipos e a substituição dos existentes de acordo com as necessidades dos programas de melhoramento (Marjanovic *et al.*, 2020).

Um dos desafios fundamentais associados ao uso de recursos genéticos de culturas no processo de melhoramento é que, juntamente com os genes desejáveis, uma série de características indesejáveis são introduzidas nos genótipos cultivados, o que frequentemente resulta na deterioração de importantes características agronômicas. Além desse problema, o trabalho relacionado à utilização prática de parentes silvestres de culturas no melhoramento enfrenta uma série de dificuldades, como a ocorrência de incompatibilidade cruzada e a introdução de características indesejáveis provenientes dos parentes silvestres no germoplasma cultivado (Marjanovic *et al.*, 2020).

Atualmente, há preocupação com a perda significativa da diversidade genética devido às ações humanas, como a substituição de variedades locais por variedades modernas, híbridas e clones. Isso leva a grandes áreas ocupadas por poucas variedades, reduzindo a base genética disponível. Essa perda provavelmente afetará a capacidade dos organismos de se adaptarem a mudanças ambientais e resultará na eliminação de informações biológicas valiosas, incluindo a diversidade genética de espécies cultivadas e compostos bioquímicos desconhecidos. As causas mais importantes da perda da biodiversidade e dos recursos genéticos são as que se seguem: Destruição dos habitats e comunidades naturais; Vulnerabilidade genética; Erosão genética; Deriva genética (Cruz *et al.*, 2020).

Após essa introdução geral sobre a diversidade genética, tentaremos nos ater à questão brasileira da proteção da diversidade genética.

No Brasil, com a Constituição Federal de 1988, buscou-se preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do país e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético (art. 225 §1º, inc. II).

Em 1992, o Brasil assinou a Convenção sobre Diversidade Biológica, cujos objetivos são a conservação da biodiversidade, o uso sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, bem como o acesso apropriado a recursos genéticos e transferência apropriada de tecnologias relacionadas, levando em conta todos os direitos a estes (art. 1º da Convenção sobre Diversidade Biológica, ratificada pelo Decreto nº 2.519/1998), mas somente em 2011 com MP 2186-16 é que o Brasil buscou se alinhar com o quanto previsto na Convenção sobre biodiversidade biológica, de forma a evitar a biopirataria, aproveitar de conhecimentos das comunidades indígenas e locais e ainda evitar a devastação e degradação ambiental.

Todavia, somente em 2015 houve a regulamentação do art. 225 §1º, inc. II e do §4º da CF/88, por meio da promulgação da Lei nº 13.123/2015 que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético dos espécimes vegetal, fúngico, microbiano ou animal, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade e que foi posteriormente regulada pelo Decreto 8.772/2016 que por meio destes podem disponibilizar às empresas com o propósito de agregar valor na elaboração de novo produto (Rocha, 2022).

Da leitura desta lei e do decreto constata-se que há uma visão de exploração econômica dos recursos genéticos e dos conhecimentos tradicionais, o que as tornam insuficientes para proteger a biodiversidade brasileira e nem assegurar a cultura dos povos indígenas e populações locais (Rocha, 2022).

3.3 Preservação da Biodiversidade Genética das Sementes

3.3.1 Banco de Germoplasma

Os Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) ou Banco Genéticos, são essenciais para o desenvolvimento sustentável e o combate à fome, permitindo a conservação dos materiais genéticos de várias espécies de animais, vegetais e microrganismos. O primeiro germoplasma de plantas foi instalado na União Soviética, antes da Segunda Guerra Mundial, os outros foram

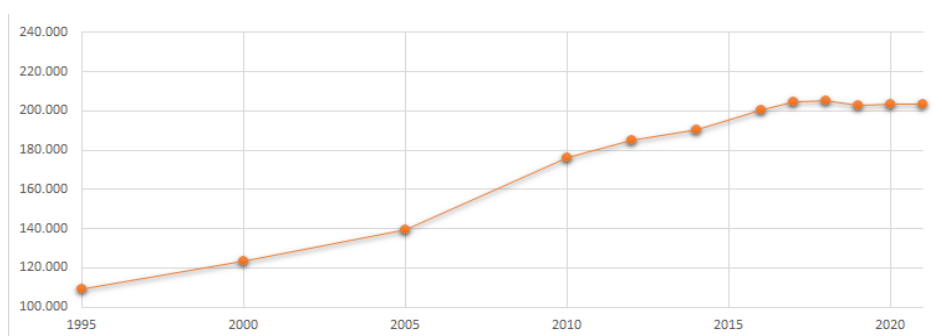
criados nos Estados Unidos (1958), Gana (1964), Japão (1996), Canadá (1970), dentre outros, no Brasil, o primeiro foi em 1974 (Veiga *et al.*, 2012).

Em 26 de agosto de 2004, o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético credenciou o Banco Brasileiro de Germoplasma Animal - BBGA da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, como fiel depositário de amostras de componentes do patrimônio genético, por meio da Deliberação nº 70 (EMBRAPA, 2005).

A conservação dos recursos genéticos acontece de duas formas: *in situ* e *ex situ*. O formato *in situ* é feito no local de origem, enquanto a *ex situ* envolve a conservação e manutenção fora do seu local de origem, podendo ser a curto, médio e longo prazo. Em ambos os casos, os recursos são colocados em câmaras a uma baixa temperatura (EMBRAPA, 2023a; Bueno *et al.*, 2018).

Como forma de verificar o atendimento dos ODS a plataforma online da FAOSTAT (2023b) disponibiliza os dados de forma aberta; no que diz respeito aos bancos de sementes o item 2.5.1a apresenta informações sobre o acesso aos recursos genéticos vegetais armazenados em *ex situ* com dados de 1995 à 2021. Analisando os resultados do Brasil, o Gráfico 1 aponta que a partir dos anos 2000 houve um salto no armazenamento para preservação das espécies de forma *ex situ*, no ano de 2021 o país contabilizada 203.302 espécies armazenadas.

Gráfico 1: Acesso aos recursos genéticos vegetais armazenados (*ex-situ*) no Brasil

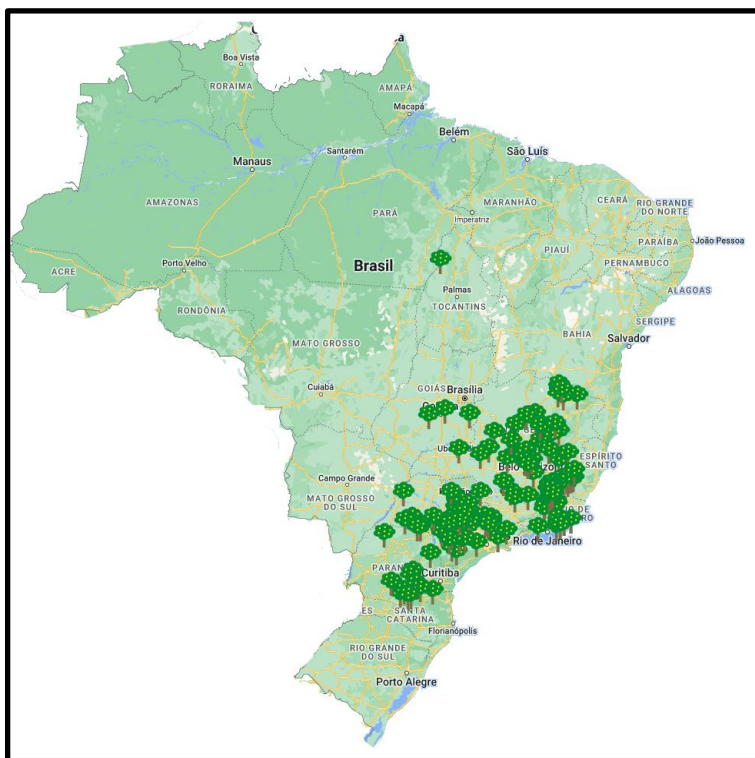


Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados FAOSTAT (2023b).

No Brasil, o acervo de recursos genéticos pertence à Unidade Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, que estão ativamente envolvidos em pesquisas há quase quatro décadas, sendo o maior banco genético do Brasil e considerado um dos maiores do mundo. Atualmente existem 147 mil amostras de sementes e plantas de aproximadamente 1.100 espécies importantes socioeconômicas sendo conservadas. Além disso, essa mesma unidade é

responsável por gerenciar os outros bancos genéticos em outras regiões brasileiras, que conservam amostras de plantas, sementes, animais e microrganismos (EMBRAPA, 2023a; Heberlê; Barros, 2023).

Figura 2: Fontes de sementes e mudas de propagação vegetativa registradas na Embrapa



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da Embrapa (2023c).

A Figura 2 apresenta os bancos de sementes e mudas registrados no Registro Nacional de Sementes e Mudanças (RENASEM). Ao total apresentam-se 143 cidades no território brasileiro, entretanto até o momento em que a pesquisa foi realizada, apenas os estados de Minas Gerais, Goiás, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo encontravam-se na plataforma com dados disponíveis. Segundo o Embrapa (2023), o objetivo principal é traçar estratégias de recuperação ambiental e de espécies nativas por meio das boas práticas e preservação dos recursos genéticos.

Desta forma, os BAGs são entidades para auxiliar a conservação dos recursos genéticos, principalmente das sementes, que irão posteriormente para o Banco Mundial de Sementes localizado em Svalbard, na Noruega. Neste ano, cerca de 3 mil acessos (amostras) de arroz e feijão estão sendo enviados pelos BAGs da Embrapa Arroz e Feijão, que serão conservados para posteriormente serem encaminhados para o Banco Mundial de Sementes em 2024 (Heberlê; Barros, 2023). Então, de forma geral, os BAGs são locais onde guardam amostras de sementes, plantas, microrganismos e também espécies animais, mas o banco de

sementes armazena somente amostra de sementes e plantas, será explicado nas seções subsequentes.

3.3.2 Banco Mundial de Sementes

A preservação e a existência de um banco genético de sementes mundial são de tal importância que em 1921 o botânico soviético Nikolai Vavilov foi pioneiro na criação de um banco de sementes que até hoje é reconhecido mundialmente, pois era obcecado em acabar com a fome e tinha como missão proteger o abastecimento mundial de alimentos (Kean, 2023).

Em 1993 foi realizada a Convenção da Diversidade Biológica que busca a utilização sustentável dos seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos, nomeadamente através de um acesso adequado aos recursos genéticos e da transferência adequada de tecnologias pertinentes.

Diante dos diversos bancos genéticos que estavam aumentando significativamente, a FAO realizou em 1996 a quarta conferência internacional sobre os recursos genéticos no qual foi definido o primeiro Plano Global de Ação para a conservação dos recursos genéticos (FAO, 1996).

O Brasil é signatário, desde 2002, do Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura (TIRFAA ou tratado da planta), aprovado em Roma, em novembro de 2001, cujo objetivo é a conservação e a utilização sustentável dos recursos fitogenéticos para a alimentação e a agricultura, em prol de uma agricultura sustentável e da segurança alimentar (art. 1º do TIRFAA).

Em 2007, o conselho do TIRFAA endossou a criação de um Cofre de Sementes Global e com o apoio do Governo da Noruega foi criada a Svalbard Global Seed Vault ou arca de Noé ou o cofre do fim do mundo, que em 2021 contava com mais de 1.1 milhões de sementes, representando mais de 6.000 espécies de plantas. A proposta era oferecer um armazenamento seguro, gratuito e a longo prazo, para as sementes e genes de todas as nações, um esforço global para garantir alimentação no futuro (FAO, 2023).

Atualmente, o Svalbard Global Seed Vault possui 1.255,332 amostras de sementes, 99 bancos de germoplasma e 6.120 espécies diferentes de sementes. Somente em junho de 2023 o banco recebeu 40.507 novas amostras de sementes, de nove lugares diferentes: Letônia, Marrocos, Taiwan, EUA, Holanda, Israel, Polônia, Zâmbia e Itália (Evjen, 2023).

Além do Svalbard Global Seed Vault, há pelo menos outros 1.700 bancos de sementes no mundo guardando espécies que são consideradas importantes para pesquisa científica e preservação da biodiversidade.

Para citar outros grandes bancos de sementes, há o ICARDA, que atualmente está localizado no Líbano; o Millennium Seed Bank, localizado na Inglaterra e é considerado como o banco com o mais diversos recurso genético vegetal silvestre do mundo; *National Laboratory for Genetic Resources Preservation*, localizado nos Estados Unidos e serve como um backup para o material genético vegetal dentro dos Estados Unidos; e, The Potato Park, localizado no Peru e é gerido pelas comunidades indígenas (Gómez-Upegui, 2022).

3.3.3 Banco de Sementes e a Importância das Comunidades

A produção de sementes desempenha um papel crucial na preservação da diversidade genética de uma população. O movimento de pólen entre indivíduos e a dispersão de sementes são responsáveis pelo fluxo de genes dentro e entre populações. Quando as sementes chegam ao solo, elas podem permanecer na superfície ou ser enterradas por vários agentes bióticos ou abióticos, formando um banco de sementes do solo significativo (Begon; Townsend, 2023).

O banco de sementes disponível pode fornecer informações valiosas sobre a capacidade de regeneração natural de uma determinada área. Esse banco de sementes representa uma alternativa importante para auxiliar na restauração de ecossistemas, especialmente por meio da técnica de nucleação⁷. A existência do banco de sementes está intimamente ligada ao histórico de uso da área, e, nesse sentido, as comunidades presentes no entorno destas áreas são elementos importantes para a preservação das espécies. Em áreas onde a vegetação foi suprimida e manejada com diferentes usos ao longo de períodos prolongados, espera-se que o potencial de riqueza e diversidade de espécies no solo seja reduzido (Vieira; Reis, 2001; Salla, 2019).

Outra forma de preservação são os bancos de sementes do solo que consiste em um acúmulo de sementes presentes em determinado solo e representa uma importante alternativa para a preservação de espécies e possível restauração de ecossistemas (Araújo *et al.*, 2004). Estes, por sua vez, constituem uma “memória genética”, que são combinações de diversas espécies de várias gerações. Além de restaurar as áreas naturais, permitem a troca indireta de

⁷ Trata-se da criação de áreas de vegetação concentradas, conhecidas como "ilhas" ou núcleos, compostas por espécies com habilidades ecológicas que têm o potencial de aprimorar o ambiente, promovendo a colonização dessa região por outras espécies de forma mais facilitada (EMBRAPA, 2023b).

genes adaptados com outros locais e grupos. Os agricultores conseguem através do banco de sementes do solo restaurar a diversidade genética que foi perdida pelas catástrofes naturais ou provocadas pelo homem (Pujol *et al.*, 2007).

Com base no interesse da preservação, nos EUA foi criado um dos primeiros bancos de sementes comunitários, o *Rural Advancement Foundation International* (RAFI), atualmente conhecido como *ETC Group* (RAFI-USA, 2023).

No Brasil, as iniciativas para a criação dos bancos de sementes comunitários se deram inicialmente em três estados, sendo eles, a Paraíba, Alagoas e Minas Gerais, os quais aprovaram leis estaduais que permitiam a criação de bancos comunitários e que eram mantidos por associações de pequenos produtores com a ajuda de ONGs, de forma que as sementes locais, específicas de cada região, pudessem fazer parte de programas federais, para a venda de alimentos a escolas públicas e hospitais, por exemplo (Vernooy *et al.*, 2015).

Em termos federais, somente em 2003 foi promulgado a Lei nº 10.711 que criou o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças, cujo objetivo é garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido, comercializado e utilizado em todo o território nacional e também criou o Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renase), Registro Nacional de Cultivares (RNC) e o Cadastro Nacional de Cultivares Registradas (CNCR).

Assim, os agricultores familiares e as Organizações Não Governamentais (ONGs) desempenham papéis importantes para a preservação das sementes. Existem projetos de treinamento dos agricultores para melhoramento de plantas, trocas e distribuição de sementes, além de promoção de feiras comunitárias (Lewis; Mulvany, 1997). Exemplo disso, a família do Sr. Gerson Mauro Fertig dedica-se à preservação de sementes crioulas que “são aquelas utilizadas por comunidades tradicionais nas suas lavouras, com características peculiares que são a sua uniformidade e sua pureza, por não terem sofrido modificações genéticas” (Trindade, 2006, p. 4). há décadas. Com isso, a manutenção da biodiversidade e incentivo a alimentação saudável são temas comuns a essa família. De acordo com Fertig “*A comunidade familiar tem a preocupação de cuidar, promover troca de sementes e resgatar o que foi perdido ao longo do tempo, contar histórias dos avós e dos imigrantes que vieram de longe*”, Canal Rural (2019)

No entanto, mesmo diante dessa imensa perda de diversidade genética agrícola e alimentar, as sementes crioulas continuaram a ser cultivadas na agricultura familiar pelas comunidades indígenas e pelas comunidades tradicionais (Vernooy *et al.*, 2015). Essas sementes desempenham um papel fundamental na modelagem dos sistemas agrícolas, enquanto

os próprios sistemas influenciam a evolução das sementes. Essa interação é sempre guiada pelo trabalho consciente dos agricultores (Fernandes, 2017).

Na base desse processo de preservação e utilização das sementes crioulas estão os agricultores de todas as regiões do país que resistiram à tendência de substituição de variedades e continuaram a plantar, selecionar e conservar seus próprios materiais genéticos (Fernandes, 2017).

Neste contexto, o banco de sementes é fundamental para o estabelecimento de populações de vegetação natural em florestas tropicais, o que garante a manutenção da diversidade de espécies, a formação de grupos ecológicos e a restauração da riqueza de espécies durante a regeneração da floresta após distúrbios naturais ou antrópicos. Este também pode ser usado como um indicador da regeneração das florestas, pois a presença e a viabilidade das sementes armazenadas podem refletir a saúde e a capacidade de recuperação do ecossistema florestal (Guedes, 2022).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A perda da diversidade genética das plantas cultivadas é uma preocupação crescente na sociedade globalizada atual, e as tecnologias agrícolas têm contribuído para o desenvolvimento do processo agrícola, por meio da seleção de características específicas como produtividade e resistência à pragas e eventos climáticos.

A ONU apresentou diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com o intuito de garantir a dignidade de cada indivíduo e promover ações para a preservação do planeta. Visto isso, de acordo com dados divulgados pela FAOSTAT em que ficou constatado a existência de insegurança alimentar de cerca de 61 milhões de brasileiros, o presente artigo aborda somente o ODS 2.5 que destaca a importância da preservação da biodiversidade genética para a contribuição da diminuição da insegurança alimentar e nutricional.

Nesse contexto, a criação de bancos de sementes foi um instrumento de contribuição para o atendimento de demandas sociais como uma forma de lidar com essa perda, armazenando e preservando amostras genéticas de diferentes espécies de plantas. Os bancos de sementes são essenciais para atender ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2.5, que busca combater a fome e promover uma agricultura sustentável. A perda de diversidade genética impacta diretamente na geração de alimentos, sendo que a necessidade deles cresce a cada dia, e isso é observado com os problemas de saúde pública como a insegurança alimentar e a fome.

A revisão bibliográfica sobre o tema revela a importância dos bancos de sementes como estratégia para fortalecer a segurança alimentar e a sustentabilidade agrícola.

Diante dos desafios e das mudanças climáticas, é crucial buscar soluções sustentáveis, como diversificação dos meios de subsistência, cultivo de plantas adaptadas ao ambiente e fortalecimento da conexão entre recursos genéticos e melhoramento. No entanto, o uso de recursos genéticos no melhoramento enfrenta desafios, como a introdução de características indesejáveis e a dificuldade de trabalhar com parentes silvestres de culturas.

Com as legislações brasileiras regulamentando o uso dos recursos genéticos, é um passo importante para promover a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos genéticos no Brasil, possibilitando enfrentar os desafios da agricultura, garantindo a segurança alimentar e a preservação do meio ambiente.

No Brasil, o acervo de recursos genéticos pertence à Unidade Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, mas as comunidades tradicionais e as ONGS também são importantes para garantir a preservação dos recursos genéticos, principalmente das sementes crioulas.

A produção de sementes desempenha um papel crucial na preservação da diversidade genética de uma população e o banco de sementes pode fornecer informações valiosas sobre a capacidade de regeneração natural de uma determinada área. Esse banco de sementes representa uma alternativa importante para auxiliar na restauração de ecossistemas.

Em suma, a preservação da diversidade genética por meio dos bancos de sementes é essencial para enfrentar os desafios atuais da segurança alimentar e da sustentabilidade agrícola. É necessário continuar investindo em pesquisas e estratégias que promovam a conservação e o uso sustentável dos recursos genéticos, visando um futuro mais resiliente e equitativo.

As comunidades têm um papel fundamental na preservação dos bancos de sementes uma vez que estas resistem à tendência da substituição das sementes modificadas em detrimento do uso das sementes resistentes à pragas, doenças e mudanças climáticas. A seleção de sementes crioulas possibilita a preservação pois elas são manejadas e escolhidas pelos agricultores no ambiente de cultivo local.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.; SILVA, F. C.; SHVALEVA, A.; ARAÚJO, J. A.; CHAVES, M. M.; PEREIRA, J. S. Bases fisiológicas para a distribuição de clones de *Eucalyptus globulus* Labill. por diferentes áreas edafo-climáticas. **Repositório da Universidade de Lisboa, Congresso Florestal Nacional**, 5º, Viseu, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/702>. Acesso em: 27 maio. 2023.

ÁLVARES-DA-SILVA, M. R.; DA SILVEIRA, T. R. Aspectos Fisiopatológicos Da Desnutrição No Paciente Portador De Hepatopatia Crônica. **Clinical and Biomedical Research**, v. 18 (3), 2022.

ANDRADE, D. A.; LACERDO, R. dos S.; DA SILVA, T. C.; VOCI, S. M. Avaliação da situação de insegurança alimentar em uma comunidade quilombola de Sergipe. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 24, n. 2, p. 125-140, 2017.

ANSCHAU, F. R.; MATSUO, T.; SEGALL-CORRÊA, A. M. Insegurança alimentar entre beneficiários de programas de transferência de renda. **Revista de Nutrição**, v. 25, p. 177-189, 2012.

ARAÚJO, M. M. *et al.* Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 66, n. 1, p. 128-141, 2004.

BARRETO, C. G.; DA SILVA BRAZ, V.; FRANÇA, F. G. R. Lições para a Biologia da Conservação no Cerrado a partir dos Padrões de Diversidade Genética Populacional do Anfíbio *Physalaemus cuvieri*. *Fronteiras. Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 5, n. 3, p. 101-119, 2016.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Artmed editora, 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 20 jun. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998**. Que Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2519.htm. Acesso em: 20 jun. 2023.

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. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm. Acesso em: 20 jun. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 6.476, de 05 de junho de 2008**. Promulga o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura, aprovado em Roma, em 3 de novembro de 2001, e assinado pelo Brasil em 10 de junho de 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6476.htm. Acesso em: 20 jun. 2023.

BRASIL. **Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.711.htm#:~:text=LEI%20No%2010.711%2C%20DE%205%20DE%20AGOSTO%20DE%202003.&text=Disp%C3%B5e%20sobre

%20o%20Sistema%20Nacional,Mudas%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias. Acesso em: 20 jun. 2023.

BUENO, Y. M. *et al.* Diversidade genética e a erradicação da fome. *In: MEDEIROS, C. A. B. et al. Fome zero e agricultura sustentável: contribuições da Embrapa.* Cap. 6. p. 55-63. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. Diversidade Genética - Importância. *In: Biometria Aplicada ao Estudo da Diversidade Genética.* 2 ed. UFV, Viçosa-MG, 2020, cap. 1, p.1-27. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Fabio-Ferreira-18/publication/288608812_Diversidade_genetica_baseada_em_informacoes_fenotipicas/links/631188ce5eed5e4bd13bfd8e/Diversidade-genetica-baseada-em-informacoes-fenotipicas.pdf. Acesso em: 21 jun. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Herbário da Embrapa é credenciado como fiel depositário de amostras do patrimônio genético nacional.** 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17988841/herbario-da-embrapa-e-credenciado-como-fiel-depositario-de-amostras-do-patrimonio-genetico-nacional>. Acesso em: 01 set. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **História.** Unidade Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2023a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/recursos-geneticos-e-biotecnologia/historia>. Acesso em: 14 jun. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estratégia de Recuperação / Regeneração Natural com Manejo.** 2023b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/nucleacao>. Acesso em: 20 jun. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mudas e Sementes.** 2023c. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/fontes-de-sementes-e-materiais-de-propagacao>. Acesso em: 21 jun. 2023.

EVJEN, G. H. **Securing the foundation of our food supply at -18° Celsius.** 2023. Disponível em: <https://www.seedvault.no/news/securing-the-foundation-of-our-food-supply-at-18-celsius/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

FAO. **Rome Declaration on World Food Security.** 1996. Disponível em: <https://www.fao.org/3/w3613e/w3613e00.htm>. Acesso em: 20 jun. 2023.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em: <https://www.fao.org/plant-treaty/areas-of-work/the-multilateral-system/svalbard/en/>. Acesso em 19 jun. 2023.

FAOSTAT. 2023a. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#country/21>. Acesso em 19 jun. 2023.

FAOSTAT. 2023b. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/SDGB>. Acesso em 21 jun. 2023.

FERNANDES, G. B. Sementes crioulas, variedades e orgânicas para a agricultura familiar: da exceção legal à política pública. In: SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil : uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável / organizadores.** Brasília : Ipea, cap.11, p. 327-358, 2017.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** Rio de Janeiro, RJ: Grupo GEN, 2022.

GÓMEZ-UPEGUI, S. **Seed Banks: the last line of defense against a threatening global food crisis.** 2022. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2022/apr/15/seed-banks-the-last-line-of-defense-against-a-threatening-global-food-crisis>. Acesso em: 21 jun. 2023.

GUEDES, M. R. T. C. **Qual o papel dos bancos de sementes na justiça alimentar e na transição socioecológica?** 2022. Dissertação (Mestrado em Estudos de Desenvolvimento), Iscte - Instituto Universitário de Lisboa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/26972>. Acesso em: 20 jun. 2023.

HEBERLÊ, D.; BARROS, R. P. **Coleção de Base da Embrapa ultrapassa a marca de 120 mil acessos conservados em longo prazo.** 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/recursos-geneticos-e-biotecnologia/busca-de-noticias/-/noticia/81171546/colecao-de-base-da-embrapa-ultrapassa-a-marca-de-120-mil-acessos-conservados-em-longo-prazo>. Acesso em: 15 jun. 2023.

IBAMA. **Deliberação nº 70, de 26 de agosto de 2004.** Credencia o banco brasileiro de germoplasma animal, da empresa brasileira de pesquisa agropecuária, como fiel depositário de amostras do componente genético. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=111428>. Acesso em: 20 jun. 2023.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Cadernos ODS: ODS 2 Fome zero e agricultura sustentável.** Brasília: IPEA, 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/190625_cadernos_ODS_objetivo_2.pdf. Acesso em: 05 set. 2023.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Fome Zero e Agricultura Sustentável.** Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods2.html>. Acesso em: 20 jun. 2023.

KEAN, S. **The tragedy of the World's First Seed Bank.** Disponível em: <https://sciencehistory.org/stories/magazine/the-tragedy-of-the-worlds-first-seed-bank/#:~:text=By%20crossing%20wild%20and%20domesticated,just%20in%20the%20Soviet%20Union>. Acesso em: 20 jun. 2023.

LEWIS, V.; MULVANY, P. M. A typology of community seed banks. **Natural Resource Institute, Chatham, UK, Project A**, v. 595, p. 47, 1997.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.V. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. -.São Paulo: Atlas, 2017.

MARJANOVIC, N. D. *et al.* Emergence of a high-plasticity cell state during lung cancer evolution. **Cancer cell**, v. 38, n. 2, p. 229-246. e13, 2020.

MARUBO, G. N. D. **Agricultura Marubo do Vale do Javari: estudo de caso na Comunidade de Paulinho, Atalaia do Norte-AM.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal do Amazonas, Benjamin Constant (AM), 2022. Disponível em: <http://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/6671>. Acesso em: 18 jun. 2023.

MATOS, A. K. V. de. Revolução Verde, Biotecnologia e Tecnologias alternativas. **Cadernos da FUCAMP**, v. 10, n. 12, p. 1-17, 2010. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/134/120>. Acesso em: 01 set. 2023.

MORIN, E. A cabeça bem-feita. In: MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento.** 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 21-34, 2003.

NIKOLÁEV, S. K.; NIKOLÁEVA, L. B. Impacto de la Pandemia en la Implementación de la “Agenda 2030” :¿ Agravación de Problemas O Señal Para Actuar? **Iberoamérica**, v. 2, p. 35-59, 2021.)

PÁDUA, JG. Conservação dos recursos genéticos agrícolas no Brasil no contexto da meta 9 da Estratégia Global para Conservação de Plantas. **Rodriguésia** , v. 4, pág. 1557–1565, fora. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869406>. Acesso em: 01 set. 2023.

PAIVA, T. de S. **Há divergência genética entre genótipos de algodoeiro transgênicos e convencionais?** 2019.Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/25828>. Acesso em: 04 set. 2023.

PÁGINA RURAL. **Guardiões de sementes ajudam na biodiversidade e no resgate histórico de espécies.** 2019. Disponível em: <https://www.paginarural.com.br/noticia/273583/guardiAmicroes-de-sementes-ajudam-na-biodiversidade-e-no-resgate-histAsup3rico-de-espAcopycies-diz-epagri>. Acesso em: 12 jun. 2023.

PATHIRANA, R.; CARIMI, F. Management and Utilization of Plant Genetic Resources for a Sustainable Agriculture. **Plants** , v. 11, n. 15, p. 2038, 2022.

PENSSAN. **Insegurança alimentar e Covid-19 no Brasil.** PENSSAN, 2021. Disponível em: http://olheparaafome.com.br/VIGISAN_Inseguranca_alimentar.pdf. Acesso em: 03 set. 2023.

PINGALI, PL. Revolução Verde: Impactos, limites e o caminho a seguir. **Processo. Nacional. Acad. Ciência.** EUA, 109, 12302–12308, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.091295310>. Acesso em: 01 set. 2023.

PUJOL, B.; RENOUX, F.; ELIAS, M.; RIVAL, L.; MCKEY, D. The unappreciated ecology of landrace populations: Conservation consequences of soil seed banks in Cassava. **Biological Conservation**, v. 136, n. 4, p. 541-551, 2007.

RAFI-USA. Rural Advancement Foundation International. **About Us**. 2023. Disponível em: <https://www.rafiusa.org/aboutus/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

RELYEA, R.; RICKLEFS, R. **Economia da Natureza**. Rio de Janeiro, RJ: Grupo GEN, 2021. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527737623/>. Acesso em: 03 set. 2023.

RIBEIRO, M. T. M. **Mapeamento das conexões entre fome e pandemia na América Latina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Relações Internacionais) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/25709>. Acesso em: 20 jun. 2023.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2010.

ROCHA, M. C. A. da. **Biopirataria das plantas medicinais enquanto apropriação dos conhecimentos tradicionais da Amazônia brasileira**. Santa Maria: UFSM, 2018. 188f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/17411>. Acesso em: 01 de set. 2023.

SALLA, V. P. **Diversidade e estrutura genética populacional em jaboticabais nativos no sudoeste do Paraná**. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4605>. Acesso em: 19 jun. 2023.

SANTA RITA, A. E. C.; *et al.* Origem, História e Evolução da Agricultura. In: MENEZES, A. J. S. *et al.* **Agroecologia e Territorialidades: do estado da arte aos desafios do século XXI**. Cap. 9. Recife: Even3 Publicações, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.even3.com.br/book/agroecologia-e-territorialidades-219615>. Acesso em: 01 set. 2023.

SILVA, P. G. da. **Resgate e conservação de sementes crioulas nos assentamentos Juruá e Papuã I em Abelardo Luz-SC**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Pontão, 2018. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/2304/1/SILVA.pdf>. Acesso em: 04 set. 2023.

TRINDADE, C. C. Sementes crioulas e transgênicos, uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais. **XV Congresso Nacional do Conpedi**. p. 15-18, 2006.

VEIGA, R. F. A.; BARBOSA, W.; TOMBOLATO, A. F. C.; VALLS, J. F. M. Bancos de Germoplasma: importância e organização. In: COSTA, A. M.; SERENO, J. R. B. **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. Cap 3. p. 104-125. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

VERNOOY, R.; SHRESTHA, P.; STHAPIT, B. **Community seed banks: Origins, evolution and prospects**. Routledge, 2015.

VIEIRA, N. K.; REIS, A. O papel do banco de sementes na restauração de áreas degradadas. **Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina**, 2001.