



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE UnB DE PLANALTINA – FUP
CURSO DE GESTÃO AMBIENTAL – GAM

JÚLIA FREIRE DE MEDEIROS

CONSERVAÇÃO *EX SITU* E ACESSO À INFORMAÇÃO:
LEVANTAMENTO DAS AMOSTRAS DE *MANIHOT ESCULENTA* COLETADAS NA
REGIÃO DO RIO NEGRO - AM, CONSERVADAS PELA EMBRAPA

PLANALTINA – DF

2014

JÚLIA FREIRE DE MEDEIROS

CONSERVAÇÃO *EX SITU* E ACESSO À INFORMAÇÃO:
LEVANTAMENTO DAS AMOSTRAS DE *MANIHOT ESCULENTA* COLETADAS NA
REGIÃO DO RIO NEGRO - AM, CONSERVADAS PELA EMBRAPA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientadora: Mônica Celeida Rabelo Nogueira
Coorientadora: Patrícia Goulart Bustamante

Planaltina – DF

2014

MEDEIROS, Júlia Freire de.

Conservação *ex situ* e acesso à informação: levantamento das amostras de *Manihot esculenta* coletadas na região do Rio Negro - AM, conservadas pela Embrapa / Júlia Freire de Medeiros. Planaltina - DF, 2014. [85] f.

Monografia - Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientadora: Mônica Celeida Rabelo Nogueira

Coorientadora: Patrícia Goulart Bustamante

1. [*Manihot esculenta*] 2. [agrobiodiversidade] 3. [acesso à informação]. I. [Medeiros], [Júlia Freire de]. II. Título.

JÚLIA FREIRE DE MEDEIROS

CONSERVAÇÃO *EX SITU* E ACESSO À INFORMAÇÃO:
LEVANTAMENTO DAS AMOSTRAS DE *MANIHOT ESCULENTA* COLETADAS NA
REGIÃO DO RIO NEGRO - AM, CONSERVADAS PELA EMBRAPA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 04 de julho de 2014.

Profª. Dra. Mônica Celeida Rabelo Nogueira – FUP/UnB
Orientadora

Profª. MSc. Terezinha Aparecida Borges Dias – Embrapa Cenargen
Examinadora Externa

Profª. Dra. Janaína Deane de Abreu Sá Diniz – FUP/UnB
Examinadora Interna

Dedico esse trabalho à natureza, fonte de vida, amor e sabedoria em seus elementos, terra, fogo, água e ar. Dedico aos guardiões da agrobiodiversidade que voltam sua vida ao cultivo, defesa e salvaguarda desse patrimônio da humanidade. E de um modo mais amplo, dedico à água, elemento sagrado, antes de recurso, sem o qual nada disso seria possível.

Agradecer é motivo de alegria, pois, quando a gratidão é verdadeiramente sentida, preenche de amor o coração e traz luz à consciência despertando a mente, nos faz lembrar que mesmo com todos os desafios, a vida é um presente. A experiência de viver entre tantos seres vivos e compartilhar com todos eles o mesmo *atmam*, ao ser uma pequena parte de um todo, mas que contempla o Todo em si, sem a ilusão de solidão e sim de encarar a solidão como um caminho para a Unidade. Dessa forma, venho agradecer, de todo o meu coração, à Natureza que com suas inúmeras formas de vida sustenta, nutre, inspira e ensina a todo aquele que a ela observar com atenção. “Sou toda agradecimento”; sou grata por reconhecer em meus semelhantes um espelho para aprender a me conhecer e a me realizar.

Nesse tom, quero expressar meu agradecimento pela oportunidade de ser orientada num processo de iniciação no caminho da prática acadêmica, o qual essa pesquisa representa. Agradeço à Mônica Celeida Rabelo Nogueira, minha orientadora que, antes desse título, é para mim um exemplo de humanidade e de defesa na luta pelos povos tradicionais, agradeço a ela pela paciência e pela clareza no processo de orientação.

Agradeço à Patrícia Goulart Bustamante, minha coorientadora, pessoa brilhante, exemplo de que é possível fazer a diferença nas instituições, por ter-me aberto a oportunidade de estágio na Embrapa, o que viabilizou o desenvolvimento dessa pesquisa.

Agradeço ao Sérgio de Eustáquio Noronha que me auxiliou, muito positiva e solícitamente na elaboração dos mapas, e aos pesquisadores da Embrapa que colaboraram para esse estudo com informações valiosas, como o Dr. Ivo R. S. Costa e Terezinha A. B. Dias, e também ao Luiz J. C. B. Carvalho, ao Renato S. Santos e ao Bruno M. T. Walter, aproveitando para agradecer a própria Embrapa, que me possibilitou o uso do espaço.

Quero expressar meu sincero e caloroso agradecimento a minha mãe amada, Maria Alice Campos Freire. Dentre todos os motivos que tenho para agradecer a ela, destaco nessa caminhada sua sempre presença positiva, paciência e verdadeira parceria.

Agradeço à Ana Godoy que me apoiou com brilhante capacidade e presença, com um toque especial de aprendizado e leveza.

Finalmente agradeço a todos os amigos amados, que representam um dos elementos mais preciosos de minha riqueza.

Não poderia deixar de agradecer aos mestres que me orientam no caminho da espiritualidade e do autoconhecimento, assim como aos povos indígenas e aos mestres do conhecimento tradicional, testemunhas vivas de que a ciência não se faz somente na academia.

Você nunca sabe que resultados virão da sua ação.
Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.

Mahatma Gandhi

RESUMO

O presente trabalho situa-se no âmbito da salvaguarda da agrobiodiversidade no contexto específico da conservação dos recursos genéticos vegetais. A partir de uma demanda encaminhada por comunidades tradicionais do Alto e Médio Rio Negro, através da Associação das Comunidades Indígenas do Médio Rio Negro (ACIMRN), à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em que as comunidades solicitam o acesso à informação sobre quais amostras de espécies agrícolas coletadas em seus territórios encontram-se conservadas por esta empresa, gerou-se este levantamento. O trabalho se propõe a responder à mencionada demanda, focalizando a mandioca (*Manihot esculenta*), em função da relevância dessa espécie e de seu papel estruturante nos sistemas agrícolas tradicionais da região. A pesquisa investiga, portanto, a conservação *ex situ*, por meio da identificação e mapeamento dos acessos de *Manihot esculenta* nos Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) da Embrapa. O processo de construção desse inventário reflete ainda as possibilidades e fatores limitantes na viabilização do acesso de comunidades de agricultores à informação e ao material genético conservado pela empresa. Também evidencia lacunas no diálogo entre esses atores que, com abordagens distintas, dedicam-se à conservação dos recursos genéticos vegetais. Por fim, aponta recomendações para favorecer o acesso das comunidades à informação relativa às amostras conservadas *ex situ* e, desse modo, potencializar a complementaridade entre essa e as demais estratégias de conservação – *in situ* e sob cultivo (*on farm*).

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, agrobiodiversidade, acesso à informação, conservação *ex situ*

ABSTRACT

This research is situated in the context of safeguarding agrobiodiversity in the context of the conservation of genetic resources. Traditional communities of the Upper and Middle Rio Negro, through the Association of Indigenous Communities of the Middle Rio Negro (ACIMRN), require access to information from the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) about samples of agricultural plant species collected in their territories and which are preserved by this company. The study aims to respond to this petition, focusing on cassava (*Manihot esculenta*), based on the relevance of this species and its pivotal role in traditional farming systems of the region. The research therefore investigates the *ex situ* conservation of *Manihot esculenta* and the ways of identification and mapping samples of this species in the Germplasm Bank of Embrapa. The process of building this inventory also reflects the possibilities and limiting factors inherent in enabling access to farming communities regarding information and genetic material retained by the company. It also highlights gaps in the dialogue between these actors, who both, though with different approaches, dedicate themselves to the conservation of plant genetic resources. Finally, the research presents recommendations aiming to promote community access to information on preserved samples *ex situ* and thereby enhance the complementarity between this and other conservation strategies – *in situ* and *on-farm*.

Keywords: *Manihot esculenta*, agrobiodiversity, access to information, *ex situ* conservation

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Pontos de coleta dos acessos (amostras) de <i>Manihot esculenta</i> conservados na Embrapa, Brasil, 2014	65
Mapa 2 - Pontos de coleta dos acessos de <i>Manihot esculenta</i> conservados na Embrapa, Amazônia Legal, 2014	66
Mapa 3 - Pontos de coleta dos acessos de <i>Manihot esculenta</i> conservados na Embrapa, região do Rio Negro, Amazonas, 2014	67

LISTA DE MAPAS CONCEITUAIS

Mapa conceitual 1 – Relação entre a demanda social de pesquisa, o Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro (SAT/RN) e a Embrapa	22
Mapa conceitual 2 – “A relevância da mandioca no Brasil”, justificativa do recorte empírico da pesquisa, 2014	24
Mapa conceitual 3 – Resumo sobre a Agrobiodiversidade e a Conservação da Agrobiodiversidade	36
Mapa conceitual 4 – Conservação <i>ex situ</i> da mandioca, 2014	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Acessos de <i>Manihor esculenta</i> identificados em BAGs e Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil, Embrapa, Brasil, 2014	62
Tabela 2 - Acessos de <i>Manihot esculenta</i> identificados em BAGs e Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil, Embrapa, região do Rio Negro (AM), 2014	63
Tabela 3 - Acessos de <i>Manihot esculenta</i> por município, região do Rio Negro, 2014	68
Tabela 4 - Espécimes do gênero <i>Manihot</i> mantidos em herbários, região do Rio Negro (AM), 2014	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACIMRN - Associação das Comunidades Indígenas do Médio Rio Negro

BAG- Banco Ativo de Germoplasma

BAGMCT - Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca de Clima Temperado

CDB - Convenção da Biodiversidade

CEN (Herbário) - sigla de registro no Index Herbariorum

CENARGEN - Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia

CIAT - International Center for Tropical Agriculture

CIGAR -Consultative Group on International Agricultural

CN - Coleção Nuclear

CNMB – Coleção Nuclear de Mandioca Brasileira

CNPMF - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura

CNPMF - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura

COLBASE - Coleção de Base

CF - Constituição Federal

CG - Coleção de Germoplasma

CPAA - Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental

CPAC - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados

CPATSA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido.

CPATU - Centro de Pesquisa Agroflorestal do Trópico Úmido

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENCAPA - Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária

Epagri – Empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina

FAO - Food and Agriculture Organization

FAO/ONU - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

FUNAI - Fundação Nacional do Índio

GPS – Global Positioning System

IAC - Instituto Agrônomo

IAN (Herbário)- Instituto Agrônomo do Norte

IBPGR - International Board for Plant Genetic Resources

INPA (Herbário)- Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MP - Medida Provisória

ONU - Organização das Nações Unidas

PACTA – Populações Locais, Agrobiodiversidade e Conhecimentos Tradicionais Associados

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PLANAPO - Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica

PNAPO - Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica

SAT/RN - Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro

SNPA - Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária

TIRFAA - Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para Agricultura e Alimentação

UC - Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	MOTIVAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DESTA PESQUISA	17
1.2	DEMANDA SOCIAL DE GUARDIÕES DA AGROBIODIVERSIDADE	19
1.3	O RECORTE EMPÍRICO E TEMÁTICO DESTA PESQUISA	22
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	27
2	AGROBIODIVERSIDADE E A CONSERVAÇÃO <i>EX SITU</i> DA <i>MANIHOT ESCULENTA</i>: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
2.1	AGROBIODIVERSIDADE	28
2.2	FORMAS DE CONSERVAÇÃO DA AGROBIODIVERSIDADE	31
2.2.1	Conservação <i>in situ</i>	31
2.2.2	Conservação sob cultivo	32
2.2.3	Conservação <i>ex situ</i>	34
2.2.3.1	Conservação de germoplasma-semente a baixas temperaturas.....	36
2.2.3.2	Conservação <i>in vitro</i>	38
2.2.3.3	Criopreservação	38
2.2.3.4	Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs)	39
2.3	CONSERVAÇÃO: BREVE HISTÓRICO E DISCUSSÕES	40
2.4	<i>MANIHOT ESCULENTA</i> : BREVE DESCRIÇÃO, ORIGEM E IMPORTÂNCIA	45
2.4.1	Conservação <i>ex situ</i> do gênero <i>Manihot</i>	48
2.4.2	Da importância da conservação <i>in situ</i> e <i>on farm</i> da mandioca	52
3	MÉTODOS E MATERIAIS	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
4.1	BAGS DE MANDIOCA NO BRASIL: BREVE HISTÓRICO.....	58
4.2	AMOSTRAS DE <i>MANIHOT ESCULENTA</i> NOS BAGS DA EMBRAPA	60
4.3	ACESSOS DE <i>MANIHOT</i> NOS HERBÁRIOS	70
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
	REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

A sobrevivência e desenvolvimento da humanidade dependem diretamente dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos. A conservação do ambiente natural e dos recursos nele disponíveis é, portanto, condição fundamental para o desenvolvimento sustentável das sociedades. Um dos aspectos basilares desta afirmação é a questão da segurança alimentar, uma preocupação mundial, amplamente discutida na atualidade. De acordo com Capobianco (2006), caminham concomitantemente as estimativas de perturbação e desequilíbrio ambiental associado às mudanças climáticas e a previsão de grande incremento da população ao longo do século, de forma que não temos outra saída se não criar e/ou consolidar modelos mais sustentáveis para a produção de alimentos que assegurem a nossa sobrevivência.

Enfrenta-se hoje um quadro crítico no que se refere ao modelo dominante dos sistemas de produção agrícola, pautados na monocultura e em pacotes tecnológicos que os viabilizam, gerando um grande passivo de degradação dos ecossistemas e dos recursos genéticos. Esse modelo, decorrente da Revolução Verde¹, encontra-se bastante consolidado no país por meio de parceria com as empresas multinacionais, e tem como pano de fundo a dominação econômica financeira sobre os recursos naturais, nesse caso, os gêneros agrícolas. Uma das principais consequências desse quadro é a perda dos recursos genéticos.

Calcula-se que hoje 95% da alimentação em nível mundial baseiem-se em apenas 30 espécies de plantas, enquanto estima-se que haja 7.000 espécies com suas inúmeras variedades distribuídas pelo planeta (CUNHA, 20--). As estimativas alertam para a drástica diminuição da diversidade genética agrícola, muito em função do quadro mencionado anteriormente, numa dinâmica que subvaloriza as cultivares locais e representa uma ameaça às variedades cultivadas, resultando num processo de erosão genética da agrobiodiversidade, diretamente relacionada à erosão cultural, pois, ao se perder uma espécie, degenera-se também os conhecimentos tradicionais a ela associados.

Diante desse cenário, verifica-se a necessidade e a relevância de se conservar os recursos genéticos. A conservação da agrobiodiversidade se opera a partir de três estratégias, a saber:

¹ A Revolução Verde é um modelo de modernização da agricultura baseado no uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos como um meio de aumentar a produção agrícola, e cujas reais intenções são uma estratégia de maximização do lucro de grandes empresas, através da monopolização de fatias cada vez maiores do mercado; e a aquisição de royalty, por intermédio dos pacotes tecnológicos, criando uma situação em que o agricultor se torna dependente dos pacotes tecnológicos produzidos pelas transnacionais (ANDRADES; GANIMI, 2007).

[...] conservação *ex situ* (em bancos de germoplasma e outras coleções mantidas em instituições de pesquisa agrônômica), *in situ* (em condições que permitam a seleção natural e levem a um aumento da base genética da espécie considerada, em particular pela hibridação com espécies parentes silvestres), e *on farm* (tal como é manejada pelos agricultores, em condições onde pressões de seleção não controladas e voluntárias se combinam) (EMPERAIRE; VELTHEM; OLIVEIRA, 2008, p. 4).

Os Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs), bem como outras coleções mantidas *ex situ*, se prestam a conservar em condições ótimas o maior número possível de variedades. Estes desempenham um papel importante na conservação das espécies cultivadas, embora não permitam a coevolução das espécies como nas estratégias *in situ* e *on farm*, daí a importância de se incentivar a diversidade de formas de conservação, tendo em vista a complementariedade entre elas.

O presente trabalho, embora motivado por uma demanda social de agricultores que conservam tradicionalmente a diversidade agrícola sob cultivo, tem como objeto de estudo a conservação *ex situ*, na medida em que busca responder a tal demanda por meio de um levantamento nos BAGs da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio de um estudo de caso relativo à espécie *Manihot esculenta*, como se verá adiante.

1.1 MOTIVAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DESTA PESQUISA

Mais amplamente, o que motiva a realização desta pesquisa na área de conservação da agrobiodiversidade é o cenário de perda crescente dos recursos genéticos vegetais, relacionado, entre outras coisas à: i) diminuição das espécies de plantas cultivadas, especialmente das variedades crioulas², inclusive com risco de extinção de algumas espécies; ii) ameaça aos sistemas de cultivos tradicionais (*on farm*) realizados pelas comunidades de agricultores (tradicional, indígenas e familiares) que perdem espaço para a agricultura intensiva destinada ao mercado de commodities; iii) erosão dos saberes tradicionais associados aos recursos genéticos que, além de estarem sujeitos ao mesmo processo de

² Cultivar local, tradicional ou crioulo (onde se enquadram as sementes crioulas, também chamadas de Sementes da biodiversidade e de Sementes da paixão) é considerado uma variedade cultivada e adaptada por agricultores familiares, indígenas ou assentados agrários, com características fenotípicas determinadas, reconhecidas pelas comunidades de agricultores que a mantem. A critério do Ministério da Agricultura, estas variedades não devem apresentar semelhança substancial aos cultivares comerciais, avaliadas a partir de descritores ambientais e socioculturais (SANTILLI, 2012).

degradação, são alvo da apropriação de conhecimento por parte de empresas multinacionais. Nesse sentido, faz-se necessário buscar soluções para a acentuada escassez de sementes crioulas e orgânicas³, assim como elaborar estratégias para o fortalecimento dos sistemas agrícolas tradicionais e os de base agroecológica⁴, considerando que os sistemas de agricultura ecológica dos dias atuais, em sua maioria, beberam dos conhecimentos tradicionais de cultivo e manejo agrícola, a partir dos quais adaptaram e desenvolveram formas de produção mais sustentáveis como colocado por Machado, Santilli e Magalhães (2008) mais adiante.

Tais motivações pautam-se eticamente no reconhecimento de nossa corresponsabilidade em relação ao modo pelo qual lidamos não somente com os recursos naturais, mas com a natureza da qual eles provêm, prezando pela reconstrução da relação com a terra e a consolidação de sistemas produtivos mais sustentáveis, como estudado na concepção agroecológica e no *modus operandi* dos sistemas agrícolas tradicionais.

Importa destacar ainda que as preocupações e interesses que movem a pesquisa nessa área estão diretamente relacionados ao meu percurso pessoal, marcado pela convivência com a floresta amazônica, em função de ter crescido entre os estados do Amazonas e Acre, onde vivi pouco mais de duas décadas, e onde tive a oportunidade de aprender e trabalhar com alguns de seus povos tradicionais, entre indígenas e ribeirinhos. Esse *background* foi fundamental para minha decisão em cursar a graduação em Gestão Ambiental na Universidade de Brasília (UnB), da qual essa pesquisa é o Trabalho de Conclusão de Curso.

Basicamente, meu interesse de pesquisa volta-se para a problemática da erosão genética associada à erosão cultural e à necessidade e relevância da conservação dessa riqueza. Interesse que me levou a procurar Patrícia Goulart Bustamante, pesquisadora da

³ Semente orgânica enquadra-se dentro da conceituação de sistema orgânico de produção. Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (PRESIDENCIA DA REPÚBLICA, 2003).

⁴ Produção de base agroecológica: aquela que busca otimizar a integração entre capacidade produtiva, uso e conservação da biodiversidade e dos demais recursos naturais, equilíbrio ecológico, eficiência econômica e justiça social, abrangida ou não pelos mecanismos de controle de que trata a Lei nº 10.831 de 2003, e sua regulamentação (PRESIDENCIA DA REPÚBLICA, 2012).

Embrapa com experiência nessa área do conhecimento, que me abriu a possibilidade de estagiar na empresa e me apresentou uma proposta de pesquisa. A partir de tal proposta, o trabalho ora apresentado busca responder a uma demanda de comunidades agrícolas tradicionais da região do Rio Negro direcionada à Embrapa, instituição na qual sou estagiária, enfocando o levantamento de espécies vegetais no âmbito da conservação *ex situ*.

1.2 DEMANDA SOCIAL DE GUARDIÕES DA AGROBIODIVERSIDADE

A referida demanda de pesquisa advém de comunidades agrícolas e situa-se no contexto da Patrimonialização do Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro (SAT/RN) pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan). Em 2010, o SAT/RN foi reconhecido e registrado, conquistando o título de Patrimônio Cultural Brasileiro. Instituído pelo decreto nº 3551/2000, o Registro de Bens Culturais de Natureza Imaterial consiste em:

Um instrumento legal de preservação, reconhecimento e valorização do patrimônio cultural imaterial brasileiro, composto por aqueles bens que contribuíram para a formação da sociedade brasileira. Consiste na produção de conhecimento sobre o bem cultural imaterial em todos os seus aspectos culturalmente relevantes (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL, 2014).

A solicitação do registro é fruto de uma interação dinâmica e da articulação entre populações locais e suas associações, instituições de pesquisa, organização não governamental e instituição pública, tendo como proponente a Associação das Comunidades Indígenas do Médio Rio Negro – ACIMRN (EMPERAIRE et al., 2010).

A particularidade dos modos tradicionais de praticar a agricultura e a noção de *sistema*, que carrega em seu bojo uma significativa complexidade e interdependência entre diversas formas de fazer, são aspectos relevantes que justificam a patrimonialização do SAT/RN, o que vai muito além do cultivo e manejo de espécies de plantas cultivadas e suas características biológicas e ecológicas, compreendendo também aspectos socioculturais e econômicos (EMPERAIRE et al., 2010).

No contexto do Rio Negro entendemos por sistema agrícola, o conjunto de saberes, mitos e relatos, práticas, produtos, técnicas, artefatos e outras manifestações associadas que envolvem os espaços manejados e as plantas cultivadas, as formas de transformação dos produtos agrícolas e os sistemas alimentares locais (EMPERAIRE; VELTHEM; OLIVEIRA, 2008, p. 3).

Dentre as instituições que compõem o arranjo interinstitucional para a construção do plano de salvaguarda do SAT/RN está a Embrapa. O objetivo da parceria que se propõe entre o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Embrapa, Iphan, o Programa Populações Locais, Agrobiodiversidade e Conhecimentos Tradicionais Associados (Pacta) e ACIMRN é implementar um Observatório do Sistema Agrícola, articulando a conservação local e a conservação *ex situ* (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2013). Nesse contexto, a Embrapa é demandada pelos agricultores, representados pela ACIMRN, a inventariar as espécies vegetais que a empresa mantém *ex situ* e que foram coletadas nos sistemas agrícolas tradicionais na região do Rio Negro, abrangendo os cinco municípios: Barcelos, Manaus, Novo Airão, Santa Isabel do Rio Negro e São Gabriel da Cachoeira.

Para responder a tal demanda seria necessário realizar um levantamento de quais e quantos acessos (amostras) vegetais a Embrapa mantém em seus Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) e em outras coleções mantidas *ex situ*, que foram acessados na região do Rio Negro. Tendo em vista as condições para a realização do trabalho, tanto em relação ao tempo, quanto referente à complexidade do sistema pesquisado, foi necessário um recorte para a pesquisa, restringindo-a ao levantamento da espécie *Manihot esculenta*, priorizada em função de seu papel estruturante no SAT/RN.

Dado o exposto, o presente estudo tem por objetivo inventariar os acessos (amostras) de *Manihot esculenta* advindos da região do Rio Negro, na expectativa de identificar amostras que possam integrar (ou ter integrado) o Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro SAT/RN, e que se encontram conservadas *ex situ* na Embrapa. O levantamento desses acessos também permitiu investigar as possibilidades e dificuldades para que comunidades tradicionais identifiquem as espécies depositadas na empresa que tiveram origem em seus territórios a fim de, eventualmente, acessá-las – agora de forma reversa, ou seja, no sentido contrário, sendo as comunidades a fazerem o acesso de amostras conservadas – para repatriá-las.

Dessa maneira, o trabalho busca responder às seguintes questões:

I) Existem amostras/acessos da espécie *Manihot esculenta* originárias (coletadas) da região do Rio Negro e conservadas *ex situ* na Embrapa? Quais e quantas? Como identificá-las, localizá-las?

II) Como os acessos de *Manihot esculenta* distribuem-se espacialmente na Amazônia? É possível reconhecer focos de calor (concentração dessa espécie) na região do Rio Negro? Eles coincidem com regiões etnicamente diferenciadas (como Terras Indígenas)?;

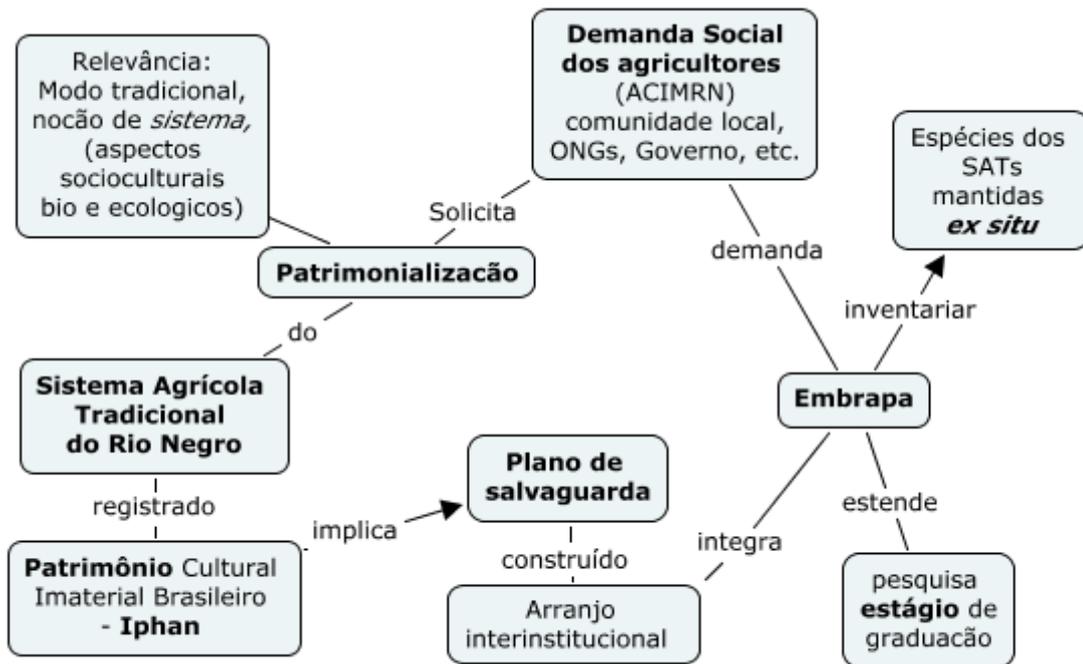
III) No caso específico do Rio Negro, região multiétnica, que conta com um amplo sistema agrícola tradicional, como as coletas de *Manihot esculenta* distribuem-se espacialmente nessa região? e;

IV) Quais os atuais limites para o acesso à informação, por parte das comunidades, relativa às amostras de espécies vegetais advindas de seus sistemas agrícolas tradicionais que encontram-se conservadas *ex situ* na Embrapa? Que medidas poderiam ser adotadas para favorecer esse tipo de acesso?

No percurso desse levantamento fez-se necessário debruçar-se, compreender e descrever a conservação *ex situ* vegetal, com o foco voltado para a *Manihot esculenta*, o que exigiu grande esforço de pesquisa levando em conta o complexo sistema de conservação *ex situ* desenvolvido pela Embrapa e as particularidades do gênero pesquisado. A demanda das comunidades tradicionais inspirou também reflexões sobre as limitações e desafios para que se viabilize o acesso das comunidades tradicionais guardiãs da agrobiodiversidade aos recursos genéticos vegetais por elas cultivados e hoje conservados *ex situ* em instituições fiéis depositárias⁵ como a Embrapa, com vistas ao estabelecimento de relações simétricas de cooperação em prol da conservação da agrobiodiversidade. Como pano de fundo dessa relação entre comunidade agrícola e instituição de pesquisa, observa-se a importância da complementariedade entre as distintas estratégias de conservação *ex situ*, *in situ* e *on farm* e ao mesmo tempo o desafio que é instrumentalizar e consolidar essa complementariedade na prática.

⁵ Instituição fiel depositária é toda instituição credenciada pelo CGEN (Conselho de Gestão do Patrimônio Genético) como fiel depositária que receberá subamostras do Patrimônio Genético acessado em projetos de pesquisa autorizados pelo CGEN. As instituições que são autorizadas a realizar atividades de acesso devem depositar subamostra do Patrimônio Genético acessado, nos termos do art. 16, § 3º da MP nº 2.186-16/2001. Uma instituição fiel depositária tem como objetivo conservar o material testemunho (subamostra) recebido, garantir identificação taxonômica correta em instituição reconhecida pelo Governo Brasileiro e permitir o rastreamento do Patrimônio Genético acessado por instituição devidamente autorizada, visando a repartição de benefícios (UFRGS, s/d).

Mapa conceitual 1 - Relação entre a demanda social de pesquisa, o Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro (SAT/RN) e a Embrapa, 2014.



Fonte: quadro elaborado pela autora.

1.3 O RECORTE EMPÍRICO E TEMÁTICO DESTA PESQUISA

O Brasil é indicado como possível centro de origem e diversificação da mandioca (FUKUDA et al.,1996). Segundo Carvalho (2005), a espécie silvestre *Manihot esculenta* - subespécie *flabellifolia*, cuja área de ocorrência é o Sudoeste da Amazônia Brasileira, é indicada como a provável ancestral da qual a mandioca – *Manihot esculenta* subespécie *esculenta* – foi originalmente domesticada e de onde se espalhou para as demais regiões. O autor chama a atenção para o desaparecimento cada vez mais incidente das populações silvestres de suas áreas de origem e alerta para a necessidade de priorizar como tema de pesquisa no Brasil, o potencial e recursos genéticos da mandioca.

O país é considerado o maior e o principal centro de diversidade do gênero *Manihot*, onde ocorre cerca de 70% das espécies do gênero (NASSAR; HASHIMOTO, 2006), dentre as quais a *Manihot esculenta* é a mais amplamente cultivada e a única explorada comercialmente (VIEIRA, 2013), sendo uma das espécies nativas que compõe a base alimentar da nossa sociedade. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2006), 87% da

mandioca produzida no Brasil é oriunda da agricultura familiar, cuja produção responde por aproximadamente 70% do consumo de alimento da população em nível nacional. Vale ressaltar sua importância na cultura alimentar das populações tradicionais da Amazônia, que a cultivam em sistemas agrícolas de pequena escala, a exemplo do SAT/RN, sistemas estes que contribuem para o desenvolvimento de grande variabilidade da espécie.

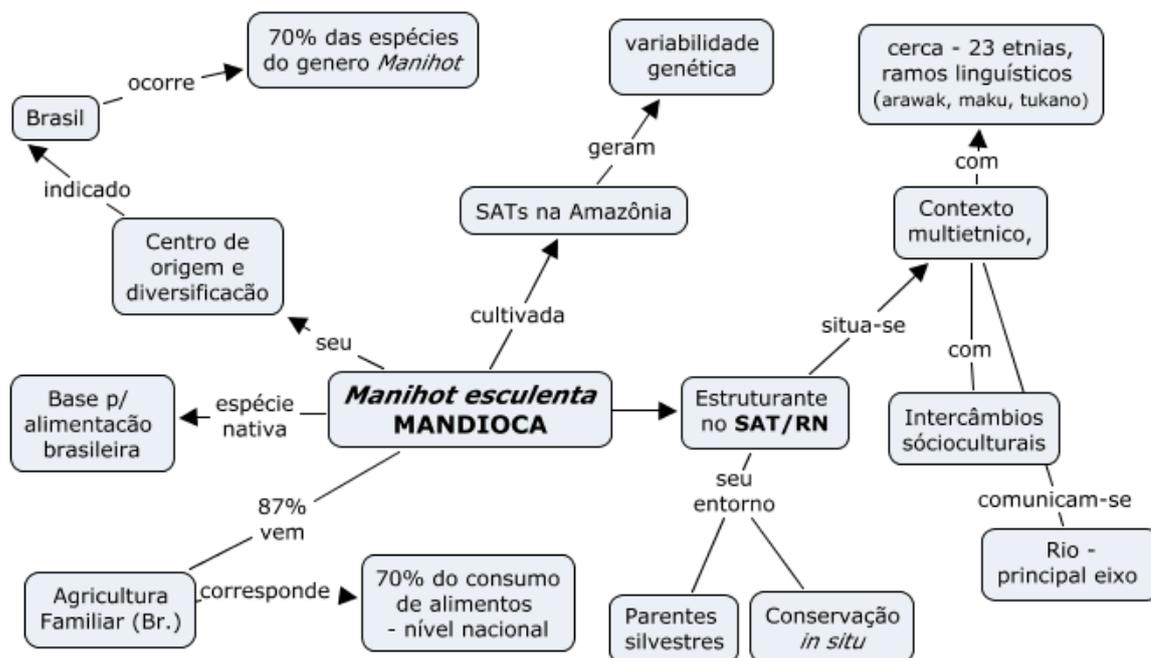
O SAT/RN está inserido num contexto cultural, étnico e geográfico específico, caracterizado pela presença de vários povos tradicionais que interagem e miscigenam-se, produzindo um compartilhamento de práticas e conhecimentos bastante particular, onde a mandioca é um elemento estruturante de seus cultivos e modos de fazer (EMPERAIRE et al., 2010), justificando a focalização da espécie *Manihot esculenta* na realização desta pesquisa. Segundo Emperaire, Velthem e Oliveira (2008) a presença de 23 etnias, de três distintos ramos linguísticos (tukano arawak e maku) confere à região do Rio Negro uma grande atividade de intercâmbio social e cultural, marcada por intensa movimentação, que tem no rio o seu principal eixo de comunicação.

Vale esclarecer que a bacia do Rio Negro tem o clima mais chuvoso da Bacia Amazônica, com valores anuais médios de chuva entre 2.000 e 2.200 mm, alcançando níveis maiores que 3.500 mm na região do alto Rio Negro (ZEIDEMANN, 2001). O Alto e Médio Rio Negro possuem uma área habitada de 300.000 km², cuja população se concentra no extremo oeste, nos municípios de Barcelos, Santa Isabel do Rio Negro e São Gabriel da Cachoeira, e é estimada em 90.000 habitantes, sendo cerca de 90% da população dos dois últimos municípios constituída por indígenas, distribuídos em seis (06) Terras Indígenas homologadas e outras ainda em processo de regularização (EMPERAIRE, et al., 2010). Embora façam parte da região do Baixo Rio Negro, os municípios de Manaus e Novo Airão foram contemplados no levantamento deste trabalho, pois estavam incluídos na demanda das comunidades mobilizadas em torno da patrimonialização do SAT/RN.

As populações tradicionais (incluindo indígenas) da região do Rio Negro encontraram maneiras de interagir com o rio, apesar das características peculiares do mesmo, com águas escuras e pobres em nutrientes, que dificultam a abundância de animais terrestres e aquáticos para sua alimentação. Assim, construíram sua sustentabilidade baseada numa agricultura de corte e queima, o extrativismo da flora e fauna, tendo a mandioca como alimento estruturante,

com suas inúmeras receitas e produtos derivados, além de uma grande variabilidade de manivas⁶.

Mapa conceitual 2 – “A relevância da mandioca no Brasil” – justificativa do recorte empírico da pesquisa, 2014.



Fonte: quadro elaborado pela autora.

Sem subvalorizar as estratégias *in situ* e *on farm* de conservação da agrobiodiversidade, realizadas por esses agricultores, deve-se também observar o papel das instituições de pesquisa que conservam (*ex situ*) estes recursos em longo prazo.

Segundo Mendes et al. (2006), das 98 espécies de *Manihot* reconhecidas por Roger e Appan (1973), aproximadamente 68 ocorrem no Brasil, porém, apenas cerca de 20 estão conservadas nos bancos de germoplasma das instituições de pesquisa.

Uma grande parcela dos materiais genéticos conservados em coleções *ex situ* foi coletada em comunidades rurais e tradicionais, parte dos quais compõem a sexta maior coleção de recursos fitogenéticos do mundo mantida no Brasil. A maior parcela está concentrada na Embrapa, que compreende em torno de 170 BAGs, com mais de 200.000 acessos de germoplasma vegetal de distintas espécies, dos quais cerca de 70.000 mantidos na

⁶ Maniva: (1) Parte do caule da planta da mandioca capaz de germinar, normalmente utilizado para plantio e formação de lavoura. (2) Mandioca. (ESALQ, s/d).

Coleção de Base (Colbase) e 134.000 em BAGs (GUEDES; GOEDERT; BUSTAMANTE, 1998). A manutenção desse acervo biogenético se deve a verbas públicas, portanto, é um acervo público da diversidade genética e de cultivos agrícolas. O uso e aproveitamento do material conservado sob estas condições devem ser viabilizados pelas instituições de pesquisa – especialmente o acesso ao germoplasma e às informações a ele associadas – às comunidades de agricultores (LONDRES, 2013).

Existem algumas experiências pioneiras tratando da repatriação de material genético pela Embrapa a comunidades tradicionais. A primeira e mais conhecida, refere-se ao caso do povo indígena Krahô que, em 1994, em busca de sementes tradicionais do milho *põhypej*, que haviam sido perdidas, procurou a Embrapa. Por meio de negociações, os indígenas conseguiram identificar e acessar na câmara fria da empresa, ineditamente, 4 variedades de milho, oriundas de coletas junto ao povo Xavante, as quais consideraram exemplares do *põhypej*. Esse processo de repatriação, dentre outros desdobramentos, resultou numa parceria entre o povo Krahô e a Embrapa, mediada pela Fundação Nacional do Índio (Funai) que favoreceu a integração de ações de fomento ao manejo comunitário da agrobiodiversidade (conservação *in situ/on farm*) e de conservação *ex situ*, contribuindo para a segurança alimentar indígena (DIAS et al., 2014). A partir desse resgate, também foi favorecida a recuperação de aspectos culturais associados ao cultivo do *põhypej*, como música, culinária, além da autoestima do povo⁷.

Outra experiência de repatriação diz respeito ao caso do trigo veadeiro, ocorrida em 2005, quando produtores da comunidade Cidade da Fraternidade, de Alto Paraíso (GO), juntamente com a Prefeitura, procuraram a Embrapa e acessaram cerca de 100 sementes da espécie, a partir das quais puderam multiplicar, conseguindo também bons desdobramentos. Além disso, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (DF), Embrapa Milho e Sorgo (MG) e Embrapa Hortaliça (DF) vêm desenvolvendo ações de disponibilização de variedades tradicionais para povos indígenas Krahô/TO, Kayabi e Yawalapiti/Parque Indígena do Xingu, Kayapó/MT, Maxacali/MG, Guarani/SP, Xavante/ MT entre outros⁸.

A FAO, durante a reunião de Leipzig, na Alemanha, realizada em 1996, reconhece e ressalta a importância dos sistemas de cultivo manejados para a conservação dos recursos genéticos, visto que é por meio destes que é garantida a evolução e adaptação edafoclimática das espécies, assim como a ampliação da base genética dos cultivos. Nesse sentido, vale

⁷ Informação fornecida pela MsC. Terezinha Aparecida Borges Dias (Embrapa Cenargen), em entrevista concedida à autora em maio de 2014.

⁸ Idem.

mencionar o esforço de reconhecimento do papel de povos e comunidades tradicionais no protagonismo da conservação local (em campo) dos recursos genéticos por parte de instrumentos legais, como tratados internacionais, leis e políticas. Por exemplo, o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para Agricultura e Alimentação (TIRFAA), assinado em 2002 pelo Brasil, orienta as políticas e ações direcionadas à conservação e ao uso dos recursos fitogenéticos, por meio de princípios e diretrizes em seus artigos 5º e 6º (SANTILLI, 2009).

Desde a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) discutem-se as complementariedades entre as formas de conservação e a questão da repartição de benefícios. A Medida Provisória (MP) nº 2.186-16/2001 regulamenta dispositivos da Constituição Federal (CF) e da CDB e dispõe, entre outros, sobre a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e transferência de tecnologia para a conservação e utilização do Patrimônio Genético, considerando inclusive a utilização de informação sobre material biológico coletado em condição *in situ* e mantido em coleção *ex situ* (desde que coletado em condição *in situ*) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004).

A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) instituída pelo Decreto nº 7.794/2012 é também um marco na valorização da agrobiodiversidade e dos produtos dela derivados, com especial atenção às variedades locais e tradicionais (BRASIL, 2012, Art. 3º, inciso V). Um dos instrumentos da PNAPO é o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO), que estabelece em suas metas a necessidade de abertura dos bancos de germoplasma pela Embrapa aos agricultores e agricultoras. O cumprimento dessa meta está sob a responsabilidade da Embrapa com execução prevista para o presente ano de 2014, e para isso deverá ser criado um procedimento que viabilize este acesso.

Vale destacar que o cumprimento das diretrizes que constam desses textos oficiais depende também de gestão. Frente a este cenário é válido dizer que o acesso das comunidades agrícolas ao material genético conservado em BAGs e às informações a eles associadas é condição *sine qua non* para a plena realização da potencial complementariedade entre as estratégias *on farm* e *ex situ* de conservação. Da mesma maneira, é evidenciada a importância e a necessidade de que este patrimônio genético mantido sob conservação *ex situ* seja gerido de forma compartilhada.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta monografia distribui seu conteúdo em quatro capítulos, além da introdução: referencial teórico, metodologia, resultados e discussão, e considerações finais. O referencial teórico, que corresponde ao Capítulo 2, traz conceituações sobre a agrobiodiversidade; apresenta sucintamente a conservação da diversidade genética agrícola em suas distintas estratégias – *in situ*, sob cultivo (*on farm*) e *ex situ*, com enfoque sobre a última, discorrendo brevemente sobre suas distintas técnicas: conservação de sementes em baixas temperaturas (de -18 a -20°C), conservação *in vitro*, criopreservação (de -156° C a -196° C), e bancos ativos de germoplasma, em campo; traz um breve histórico da referida conservação apoiada na discussão sobre algumas vantagens e desvantagens das estratégias *ex situ* e sob cultivo; e ainda dedica especial atenção ao gênero *Manihot*, mais especificamente a mandioca, apresentando uma breve descrição da espécie, sua provável origem e importância, além das técnicas de conservação a ela aplicadas. O capítulo 3, dedicado à metodologia, caracteriza a pesquisa como exploratória e descreve o percurso metodológico, apontando algumas dificuldades encontradas ao longo dele. O capítulo 4 inicia-se com um breve histórico dos Bancos Ativos de Germoplasma de mandioca no Brasil, a título de situar e apoiar os resultados obtidos. Em seguida, são apresentados os dados obtidos referentes aos acessos da espécie *Manihot esculenta* nas coleções *ex situ* da Embrapa originários da região do Rio Negro, seguido da espacialização geográfica dos pontos de coleta desses acessos a nível nacional e no perímetro da Amazônia Legal, e finalmente um mapa abarcando o perímetro dos cinco municípios focalizados pela pesquisa, na região do Rio Negro. No capítulo 5 apresenta-se a interpretação dos resultados, apontando, dentre outros elementos, alguns fatores limitantes no que concerne ao acesso à informação no sistema de registro da Empresa, e busca-se refletir sobre a necessidade do diálogo entre distintos atores que atuam na conservação da agrobiodiversidade. Ainda nas considerações finais, retomam-se alguns pontos levantados ao longo do trabalho para fins de reflexão e proposição.

2 AGROBIODIVERSIDADE E A CONSERVAÇÃO *EX SITU* DA *MANIHOT ESCULENTA*: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AGROBIODIVERSIDADE

Para tratar da agrobiodiversidade, faz-se necessário antes conceituar e situar a diversidade biológica, um termo amplo que abrange desde a diversidade genética, a diversidade de espécies, até a diversidade ecossistêmica, sendo considerada como a variabilidade de organismos vivos e seu material genético em conjunto com os ecossistemas que integram (SALOMÃO, 2010). A Convenção da Diversidade Biológica (CDB) define diversidade biológica como:

A variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (BRASIL, 2000, art. 2º, *in verbis*).

Esse termo foi definido na ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio de Janeiro em 1992 (Rio – 92), onde foi discutida a CDB, com a definição de outros termos além deste, considerados como uma posição oficial do Brasil e dos demais países signatários em relação às temáticas abordadas. Trata-se de uma conceituação amplamente difundida no mundo e mais genericamente tida como sinônimo de recursos biológicos. Não obstante, alguns autores questionam essa terminologia a respeito de um equívoco conceitual de cunho técnico⁹.

Para Frankel et al. (1995) a biodiversidade consiste na diversidade biológica abrangendo todos os níveis de organização biológica, ou seja, desde as comunidades, até os genes, passando pelas espécies, as populações e os organismos. Na perspectiva dos autores, ela conectaria o passado, o presente e o futuro da evolução, podendo caminhar rumo ao

⁹ Walter et al. (2005) expõem um questionamento de cunho técnico e chamam a atenção para um erro conceitual nessa terminologia oficial. Os autores confrontam a definição de diversidade biológica, acima citada, com o conceito de recursos biológicos, tal como estabelecido na *Convenção da Diversidade Biológica*, entendidos por “recursos genéticos, organismos ou parte deles, populações, ou qualquer outro componente biótico de ecossistemas, de real ou potencial utilidade ou valor para a humanidade” (BRASIL, 2000, p. 10). A partir disso, ressaltam que o erro conceitual diz respeito a compreender o ecossistema no conceito de biodiversidade, uma vez que o termo “bio” refere-se à vida, enquanto ecossistema é um termo que agrega os componentes abióticos (sem vida), ou os fatores físicos, com os quais os organismos vivos (bióticos) interagem dentro de um sistema, numa determinada escala de tempo e espaço.

declínio ou à sobrevivência. É interessante observar que, nesta definição, tratam a biodiversidade de maneira mais genuína no sentido conceitual, ao deterem-se nos componentes biológicos, ou seja, na diversidade de vida, e não contemplam o ecossistema (o qual abrange aspectos abióticos) em termos de definição, mesmo que esta o integre.

Seguindo com a concepção mais vastamente utilizada, o termo biodiversidade trata da multiplicidade das formas de vida, contemplando desde os seres vivos e suas características genéticas até os ecossistemas com sua estrutura e funcionamento dinâmicos, levando em conta as especificidades de cada região. Machado et al. (2008) ainda mencionam o componente humano nesse contexto biodiverso e colocam que, ao se tratar da diversidade, deve-se contemplar as formas de vida, humanas ou não, onde os sistemas sociais complexos, com suas diversas dimensões – cultural, política, religiosa, institucional, entre outras –, interagem com o ambiente na busca de sua estrutura organizacional e do exercício da sustentabilidade ambiental de suas regiões.

Na Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP/CDB), realizada em Nairobi, a Decisão V/5 define agrobiodiversidade como:

[...] a broad term that includes all components of biological diversity of relevance to food and agriculture, and all components of biological diversity that constitute the agro-ecosystem: the variety and variability of animals, plants and micro-organisms, at the genetic, species and ecosystem levels, which are necessary to sustain key functions of the agro-ecosystem, its structure and processes (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2000)¹⁰.

De acordo com Santilli (2009), a diversidade biológica abrange três níveis de variabilidade: a diversidade de espécies, a diversidade genética – referente a variedade intraespecífica – e a diversidade ecológica, que diz respeito às distintas paisagens e ecossistemas. De acordo com a autora, a agrobiodiversidade, similarmente, espelha esses níveis, onde a diversidade de espécies refere-se às distintas plantas cultivadas, como arroz, milho e feijão; já as variedades, como os diferentes tipos de milho e de feijão, dizem respeito à diversidade genética, e a diversidade de ecossistemas cultivados podem ser sistemas agrícolas tradicionais de queima e pousio, cultivos em terrenos inundados, sistemas agroflorestais, entre outros.

¹⁰ “[...] um termo amplo que inclui todos os componentes da biodiversidade que têm relevância para a agricultura e alimentação; inclui todos os componentes da biodiversidade que constituem os agroecossistemas: a variabilidade de animais, plantas e microrganismos, nos níveis genético, de espécies e de ecossistemas, necessários para sustentar as funções-chave dos agroecossistemas, suas estruturas e processos” (STELLA; KAGEYAMA; NODARI, 2006, p. 42).

O surgimento do conceito de agrobiodiversidade resultou de um contexto interdisciplinar que abrange diversas áreas do conhecimento (ecologia, botânica, agronomia, biologia, genética, biologia da conservação, antropologia, entre outras). Este expressa um conjunto de relações envolvendo as sociedades humanas com o ambiente natural e o cultivo e domesticação das plantas, e ainda apresenta uma interface com os campos da segurança alimentar dos povos, das políticas de conservação dos agroecossistemas, do desenvolvimento sustentável e da inclusão social (SANTILLI, 2009).

Dessa maneira, a agrobiodiversidade resulta da interação entre diferentes níveis e contempla a diversidade entre espécies, dentro de espécies e de ecossistemas, e entre culturas humanas. Destaca-se, nesse sentido, o manejo sustentável dos recursos naturais realizado por povos tradicionais, indígenas e agricultores familiares. Estes possuem uma relação direta de codependência com tais recursos e estão entre os principais atores que desenvolvem formas de cultivo agrícola baseadas em princípios de conservação e equilíbrio ecossistêmico, onde os aspectos sociais, econômicos e culturais são considerados, juntamente com os biológicos. A maior parte das atuais formas de agricultura ecológica baseia-se nos sistemas tradicionais de manejo dos recursos naturais (MACHADO; SANTILLI; MAGALHÃES, 2008).

A CDB, em seu art. 8º, determina que os países membros desta convenção devem:

[...] respeitar, preservar e manter o conhecimento, inovações e práticas das comunidades locais e populações indígenas com estilos de vida tradicionais relevantes à conservação e utilização sustentável da diversidade biológica e incentivar sua mais ampla aplicação com a aprovação e a participação dos detentores desse conhecimento, inovações e práticas; e encorajar a repartição equitativa dos benefícios oriundos da utilização desse conhecimento, inovações e práticas; [...] (BRASIL, 2000, p. 12).

Assim, pode-se entender a agrobiodiversidade como um recorte da biodiversidade, onde o manejo de diversos agroecossistemas dialoga e interage com o manejo da diversidade dentro e entre espécies sob a luz dos conhecimentos tradicionais. Nesse contexto, as variedades locais têm um papel de destaque, pois representam a base da agricultura indígena e familiar e a segurança alimentar dos povos, sendo uma fonte genética com significativa resistência e tolerância a diferentes tipos de estresse e com uma capacidade adaptativa aos manejos locais e aos variados ambientes.

A diversidade genética dos cultivos agrícolas é um fator essencial no contexto da autonomia e segurança alimentar. Dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (2004) mostram que, ao longo do século XX, aproximadamente 75% da

diversidade genética dos cultivos agrícolas foi perdida. Um dos desdobramentos é o empobrecimento e a padronização da dieta alimentar, uma vez que metade das calorias de origem vegetal consumidas na dieta humana advém de apenas quatro espécies cultivadas. Somado à perda da agrobiodiversidade, ocorre o desaparecimento das florestas tropicais numa velocidade aproximada de 29 hectares por minuto. Outro aspecto relevante refere-se aos conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade que são construídos e guardados pelas comunidades tradicionais, os quais também se perdem com a degradação ambiental.

A agrobiodiversidade, por sua estreita relação com os conhecimentos tradicionais relativos a seu uso e manejo, ao ser ameaçada e gradualmente reduzida, enfraquece também a cultura das populações locais. Dessa forma, observa-se a interdependência dos fenômenos da erosão genética e da erosão cultural, os quais se processam simultaneamente. Essa acelerada degradação genética e cultural acentua diretamente a escassez de recursos e a insegurança alimentar, tendo as populações rurais como alvos principais (LONDRES; ALMEIDA, 2007).

2.2 FORMAS DE CONSERVAÇÃO DA AGROBIODIVERSIDADE

Haja vista a relevância da agrobiodiversidade, levando em conta sua função estruturante para a segurança alimentar e aspectos socioculturais associados, torna-se fundamental conservá-la, especialmente quando considerado o avançado risco de perda dos recursos genéticos nos últimos tempos.

Na prática, a salvaguarda e proteção dos recursos genéticos ocorrem a partir de três estratégias de conservação: *in situ*, sob cultivo (*on farm*) e *ex situ*. Segue uma breve descrição de cada uma dessas estratégias.

2.2.1 Conservação *in situ*

A CDB define a conservação *in situ*, enquanto: “a conservação dos ecossistemas e dos habitats naturais e a manutenção e a reconstituição de populações viáveis de espécies nos seus ambientes naturais e, no caso de espécies domesticadas e cultivadas, nos meios onde tenham desenvolvido suas propriedades características” (BRASIL, 2000).

Essa modalidade de conservação é, em geral, desenvolvida em áreas de preservação/Unidades de Conservação (UCs) federais, estaduais e municipais. A diversidade

genética de espécies com importância socioeconômica e científica é um fator determinante na definição de áreas prioritárias, onde são mantidas as reservas genéticas que podem situar-se em áreas indígenas, reservas privadas, reservas extrativistas, entre outras.

Em termos de conservação da variabilidade genética, a conservação *in situ* pode ser limitada, no caso em que uma espécie é conservada em um ou poucos sítios de ocorrência. Outros limitantes referem-se à necessidade de grandes áreas para sua implantação e de um manejo permanente, tornando-a uma modalidade relativamente onerosa. Não obstante, a CDB aponta uma série de vantagens da conservação *in situ*, dentre as quais: a) favorece a manutenção e proteção da vida silvestre com melhores condições para a conservação de espécies silvestres, principalmente animais e vegetais; b) permite a continuidade do processo evolutivo das espécies; c) favorece a conservação de dispersores e polinizadores de sementes das espécies vegetais; d) e oferece maior segurança à conservação de sementes recalcitrantes¹¹ (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

2.2.2 Conservação sob cultivo

A estratégia de conservação sob cultivo ou *on farm* (termo em inglês, extensamente utilizado) refere-se “à diversidade de seres vivos, de ambientes terrestres ou aquáticos, cultivados em diferentes estados de domesticação” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013). Definida por Salomão (2010) como “A manutenção de raças locais e variedades tradicionais de plantas em comunidades indígenas, rurais ou em campos de agricultores, como parte de agroecossistemas”, apresenta similaridades em relação à conservação *in situ*, especialmente por permitir que espécies vegetais mantenham seu processo evolutivo, inclusive são estratégias complementares para se conservar a diversidade genética agrícola. Uma de suas particularidades principais é tratar de variedades crioulas, que são recursos genéticos cultivados por comunidades locais, tradicionais ou não, por pequenos agricultores e populações indígenas. O Ministério do Meio Ambiente (2004), define variedades crioulas como: “aquelas que ainda não foram modificadas, seja pela biotecnologia ou por outros processos de melhoramento”. Segundo Correa e Weid (2006) as variedades crioulas remontam o início da agricultura, cerca de dez mil anos atrás, dessa maneira foram

¹¹ Sementes recalcitrantes são sensíveis à dessecação, estas não sobrevivem com baixos níveis de umidade, o que impede o seu armazenamento por longo prazo, diferente das sementes ortodoxas, que se mantêm viáveis após dessecação até um grau de umidade em torno de 5% e podem ser armazenadas sob baixas temperaturas por longo período de tempo (CARVALHO; SILVA; DAVIDE, 2006)

selecionadas, melhoradas e adaptadas pelos agricultores e agricultoras através de seus métodos e sistemas de manejo, os quais foram construídos com a experiência ao longo desse cultivo milenar. Cada espécie pode chegar a centenas de variedades, que por sua vez, evoluíram de acordo com seu cultivo, contemplando fatores culturais e as condições ambientais.

[...] o que mais diferencia sementes comerciais em relação as chamadas sementes crioulas não é necessariamente a sua composição genética ou a característica da população plantada no campo, mas principalmente sua história atrelada às populações tradicionais, sua forma de manejo, e os mitos e ritos que as envolvem (FREITAS, 2005).

As comunidades indígenas, em geral, conservam, além de uma extensa diversidade de recursos fitogenéticos, uma gama de conhecimentos a eles associados, o que caracteriza uma grande riqueza, tanto em termos culturais, quanto para a segurança alimentar das comunidades. A conservação sob cultivo envolve recursos nativos e exóticos adaptados as condições locais. Estes últimos, tiveram seu centro de origem fora do território nacional e ao longo dos séculos também sofreram adaptação. De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB, "espécie exótica é toda espécie que se encontra fora de sua área de distribuição natural"(MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014). As variedades crioulas, em geral são nativas, e mesmo deslocadas de sua condição original, estão constantemente em contato com as variações edafoclimáticas e os fatores culturais locais, fato que possibilita a adaptação e a continuidade de sua evolução.

O cultivo em campo mantido pelos pequenos agricultores no Brasil conserva uma diversidade significativa de recursos fitogenéticos, desde gêneros alimentícios, aromáticos, medicinais, ornamentais, entre outros. Dentre os mais conhecidos pela sociedade e com valor econômico agregado encontram-se o milho, a mandioca e o feijão (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

Segundo Machado et al. (2008, p. 13), “a expansão dos monocultivos, é o principal fator responsável pela perda da agrobiodiversidade”. Nesse sentido, torna-se relevante a valorização e priorização dos sistemas diversificados de cultivo mantidos pelos agricultores tradicionais e os de cunho agroecológico que consideram os aspectos culturais, os costumes e conhecimentos tradicionais associados. Nessa perspectiva, não somente é necessário, como também estratégico, estimular e dar apoio às comunidades locais e tradicionais que

desempenham papel essencial na conservação e uso da biodiversidade (MACHADO; SANTILLI; MAGALHÃES, 2008).

2.2.3 Conservação *ex situ*

A conservação *ex situ*, consiste na manutenção de uma representatividade da biodiversidade, fora dos *habitats* naturais. A FAO (1989) a considera como uma das estratégias preconizadas de conservação que visa manter, em longo prazo, a máxima integridade biológica e genética dos genótipos em ampla abrangência, desde raças locais e espécies não domesticadas até, e em maior número, espécies cultivadas e seus parentes silvestres. Em geral, prioriza-se a conservação de espécies que possuem valor socioeconômico e científico, as quais são objeto de pesquisa e alvo para o melhoramento genético.

As funções prioritárias da conservação *ex situ* são: a) a salvaguarda de espécies i) sob risco de destruição física, que ocorre onde a paisagem natural está sistematicamente em processo de mudança pela ação antrópica (desmatamento, expansão da fronteira agrícola e urbanização); ii) sob risco de extinção; iii) sob perigo de deterioração genética devido à exploração seletiva de indivíduos reprodutivos, somada à carência de programas de reposição e manejo da vegetação nativa; e b) a garantia do suprimento contínuo de espécies para melhoramento e plantios comerciais em larga escala (ONU, 1989 apud SANTOS; SALOMÃO, 2007).

As principais características dessa estratégia de conservação, apontadas pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA (2013) são: a) preservar os genes por séculos; b) garantir melhor proteção à diversidade intraespecífica, principalmente espécies de larga distribuição geográfica e; c) facilitar o melhoramento genético por reunir material genético de muitas procedências em um mesmo local. Como limitantes dessa modalidade destaca-se a impossibilidade de evolução das espécies, devido à condição *ex situ*, a necessidade de constante ação do ser humano para manter o processo conservacional, além das estruturas e procedimentos que a tornam significativamente onerosa.

A coleta de germoplasma vegetal é parte essencial da conservação *ex situ*, na medida em que viabiliza a obtenção do material genético que será conservado sob diferentes técnicas. Um conceito geral do termo germoplasma é apresentado como: “[...] o material genético que constitui a base física da herança e que se transmite de uma geração para a outra por meio de células reprodutivas” (INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES,

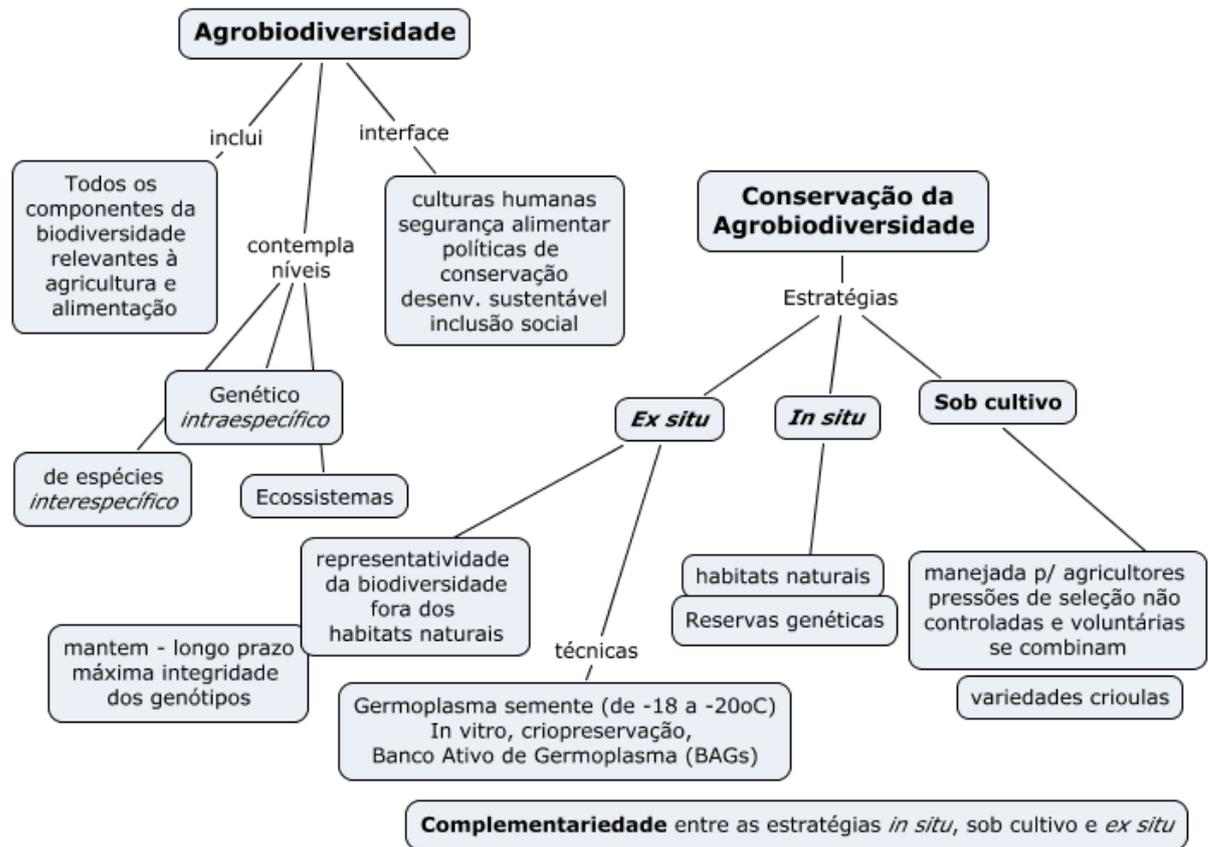
1991). Apoiado em Balick (1989), Walter et al. (2005a) apresenta uma definição mais específica que pode ser aplicada a atividades de cunho prático. Segundo os autores, trata-se de “unidades físicas vivas que contenham a composição genética de um organismo, ou amostra populacional de determinada espécie, com a habilidade de se reproduzir” (WALTER et al., 2005a, p. 30).

A coleta de germoplasma é definida por Walter et al. (2005a, p. 30) como “o conjunto de atividades que visa a obtenção de unidades físicas vivas, que contenham a composição genética de um organismo, ou de uma amostra de uma população de determinada espécie, com a habilidade de reproduzir-se”. No contexto de coleta, o termo pode indicar a própria expedição a campo para a obtenção das amostras.

Dentre outros objetivos¹² da coleta e conservação de germoplasma, destaca-se o de evitar ou minimizar a erosão genética. De acordo com a espécie, o germoplasma pode ser coletado e conservado como semente, estaca, muda, grãos de pólen ou cultura de tecidos (WALTER et al., 2005a, p. 34). No caso da mandioca (*Manihot esculenta*), coleta-se a estaca (ou maniva) para a conservação do germoplasma, já para as espécies silvestres do gênero *Manihot* variam segundo a espécie, algumas são pela forma de semente.

¹² Segundo os autores, Engels, Arora e Guarino (1995) há quatro razões relevantes que justificam a coleta de germoplasma de um dado conjunto gênico em uma determinada área: i) o germoplasma está em perigo de erosão genética; ii) a demanda pelo germoplasma é claramente expressa por usuários em nível nacional ou internacional; iii) a diversidade que o germoplasma representa está sendo perdida ou é insuficientemente representada nas coleções *ex situ* de germoplasma existentes; e iv) o conhecimento sobre o germoplasma deve ser ampliado.

Mapa conceitual 3 – Resumo sobre Agrobiodiversidade e Conservação da Agrobiodiversidade, 201



Fonte: quadro elaborado pela autora.

Na estratégia de conservação *ex situ* são adotadas diferentes técnicas: câmaras de conservação de sementes em temperaturas negativas (de -18 a -20°C); cultura de tecidos (conservação *in vitro*); criopreservação (de -156° C a -196° C); Bancos Ativos de Germoplasma, em campo (SALOMÃO, 2010), entre outros. Estes diversos métodos não são excludentes entre si, ao contrário, se complementam e possibilitam maior eficácia na conservação e manutenção do *pool* gênico de interesse, quando combinados (SANTOS; SALOMÃO, 2007).

2.2.3.1 Conservação de germoplasma-semente a baixas temperaturas

Considerando que a maior parte das espécies de plantas superiores propaga-se por meio de semente e que esta garante sua perpetuação e sobrevivência, ela é a unidade de

propagação mais comum na conservação *ex situ*. O comportamento das sementes é um dos principais critérios determinantes para a escolha da sua forma de conservação, inicialmente com a distinção se a semente é *ortodoxa* ou *recalcitrante*, característica relacionada com eventos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem durante seu ciclo de vida. A primeira se mantém viável quando desidratada (de 5% a 7% de água) e submetida a baixa temperatura (-20°C), de maneira a permitir sua viabilidade e longevidade por longos períodos de forma previsível (GIMENES; BARBIERI, 2010). A segunda não se adequa às condições descritas de temperatura e umidade, sob as quais poderia ser mantida somente em curto prazo, cerca de seis meses (SILVA et al., 2007). Além dessas, há as sementes *intermediárias*, as quais apresentam distintos graus de tolerância à temperatura e umidade e não sobrevivem a temperaturas abaixo de zero graus (SILVA et al., 2007).

Muitas espécies produzem sementes ortodoxas, as quais se adequam à forma de conservação em longo prazo, sob temperatura e umidade baixas, motivo pelo qual este tipo de armazenamento é adotado pela maioria dos bancos de sementes (SANTOS, 2000). Dois aspectos determinantes na conservação das sementes a longo prazo, são i) a longevidade, período de tempo que elas podem sobreviver em condições ambientais e ii) a viabilidade, condição em que a semente mantém-se viável considerando sua integridade fisiológica, biofísica e bioquímica e sua capacidade de germinação e desenvolvimento de uma nova planta. As três categorias de sementes descritas, podem apresentar distintos graus de longevidade e viabilidade, que devem ser prolongadas em função das condições adequadas de temperatura e umidade a que são submetidas (SILVA et al., 2007)¹³.

A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - Cenargen, após sucessivos avanços ao longo de sua trajetória, chegou à constituição de um grande acervo de recursos genéticos. Sua coleção de longo prazo mantém nos bancos de germoplasma ativos, cerca de 107 mil acessos (em campo, câmaras frias e *in vitro*), correspondendo a um conjunto de 300 gêneros e 787 espécies, das quais, aproximadamente 90% exóticas (BUSTAMANTE; FERREIRA, 2011).

O método convencional utilizado para as sementes ortodoxas não se aplica às sementes recalcitrantes e intermediárias, além das espécies de propagação vegetativa, como é o caso da mandioca. Daí a importância de outras maneiras alternativas de conservação de germoplasma vegetal, como a cultura de tecidos – *in vitro* e a criopreservação.

¹³ Para mais informações sobre conservação *ex situ* de sementes, ver SILVA et al., 2007 e SACANDÉ; BUITINK; HOEKSTRA, 2000.

2.2.3.2 Conservação *in vitro*

A conservação *in vitro* caracteriza-se como uma técnica capaz de conservar o material genético vegetal em médio prazo sob condições estéreis; as amostras de germoplasma vegetal são mantidas pela técnica de cultura de tecidos *in vitro*, onde é controlada a temperatura, o fotoperíodo e o meio de cultura que favoreça o crescimento lento dos propágulos. Visando garantir a manutenção das amostras conservadas e evitar sua deterioração, faz-se necessário adotar uma série de medidas científicas, técnicas e operacionais, dentre as quais a transferência periódica dos propágulos vegetais para meios de cultura novos, em outros frascos, e em condições assépticas (MATSUMOTO; CARDOSO; SANTOS, 2010 e GIMENES; BARBIERI, 2010).

A técnica de cultura de tecidos *in vitro*, se aplica às espécies que possuem sementes recalcitrantes ou intermediárias e às espécies de propagação vegetativa, as quais são também conservadas em Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs), ou seja, em campo. Algumas das vantagens da conservação *in vitro*, quando comparada à conservação em BAG, é a diminuição do risco de perda genética em decorrência de eventos climáticos extremos e ataques de doenças e pragas. Como desvantagem, aponta-se o alto custo da técnica, que exige mão de obra especializada e infraestrutura sofisticada. Por esse motivo, não é considerada adequada para a conservação em longo prazo. Acrescente-se ainda o aspecto referente ao risco de variação somaclonal que aumenta conforme os sucessivos subcultivos em longos períodos de armazenamento, o que pode ser minimizado com um espaçamento maior entre os subcultivos e a transferência das amostras para campo e casas de vegetação para revitalização e subsequente reintrodução *in vitro* (MATSUMOTO; CARDOSO; SANTOS, 2010).

2.2.3.3 Criopreservação

A criopreservação advém do termo criogenia que é um ramo da física dedicado ao estudo das temperaturas ultrabaixas e suas propriedades. Do prefixo grego “*kruos*” (crio) extremamente frio, e do sufixo “*genes*” (genia) gerado ou nascido (SANTOS; SALOMÃO, 2007), a criopreservação refere-se à conservação de material biológico (células ou tecidos vivos inteiros) geralmente em nitrogênio líquido a temperaturas ultrabaixas, a -196°C , ou em sua fase de vapor a -150°C . Atualmente, é a técnica disponível mais adequada para o armazenamento em longo prazo de germoplasma de espécies de propagação vegetativa e das

que produzem sementes inviáveis, recalcitrantes ou intermediárias (SANTOS; SALOMÃO, 2010).

Nesses baixos níveis de temperatura, quaisquer atividades biológicas são efetivamente paralisadas, evitando-se, por exemplo, a deterioração biológica. Assim, como pontua Santos (2000), a viabilidade do germoplasma conservado durante o armazenamento pode ser estendida por décadas com manutenção de alta estabilidade genética, além da vantagem do baixo custo de conservação do material em condições criogênicas (STUSHNOFF; SEUFFERHELD, 1995).

Durante os processos de resfriamento ou de descongelamento, é fundamental a utilização de soluções crioprotetoras, pois estas previnem as células conservadas de danos estruturais (efeitos de soluções, formação de gelo extracelular, desidratação e formação de gelo intracelular). Depois de alcançado o estágio de congelamento, o material criopreservado fica relativamente seguro contra danos extras (GIMENES; BARBIERI, 2010).

Experiências bem sucedidas de conservação criogênica de germoplasma vegetal datam do século XIX. Atualmente já existem protocolos de criopreservação para uma série de plantas que produzem sementes recalcitrantes e intermediárias e de reprodução vegetativa, como é o caso da mandioca (SANTOS; SALOMÃO, 2007), inclusive a técnica é considerada promissora para a espécie, embora na Embrapa ainda esteja em fase de experimentação (informação pessoal)¹⁴.

2.2.3.4 Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs)

Os Bancos Ativos de Germoplasma dizem respeito ao cultivo intencional, planejado e monitorado de determinada(s) espécie(s) em campo para fins de conservação.

Por definição, um BAG é composto por um conjunto de acessos, que são amostras representativas de um indivíduo ou de vários indivíduos da população. Em caráter mais geral, pode ser qualquer registro individual constante de uma coleção de germoplasma (exemplo, uma plântula, uma maniva, uma árvore) (GURGEL et al., 2013).

Diferente da Colbase, que possui um caráter estático, os BAGs da Embrapa cumprem a função de atender os intercâmbios de germoplasma e programas de melhoramento genético

¹⁴ Informação fornecida pelo engenheiro agrônomo Dr. Ivo Roberto S. Costa (Embrapa Cenargen), em entrevista concedida à autora em junho de 2014.

de maneira mais imediata, possuindo um caráter mais dinâmico (informação verbal)¹⁵. A conservação em BAGs é a técnica mais amplamente utilizada para a conservação *ex situ* da *Manihot esculenta*.

Em 1993, a empresa formalizou o seu Sistema de Curadorias de Germoplasma, cuja função é viabilizar a gestão coordenada dos Bancos Ativos de Germoplasma da Embrapa. Dito de outra forma, o Sistema de Curadorias tem como objetivos definir, sistematizar e integrar as atividades relevantes para garantir o manejo, conservação e utilização de germoplasma.

Atualmente, o Sistema conta com cerca de 200 pesquisadores em 32 unidades de pesquisa da Embrapa e abrange Bancos Ativos de Germoplasma Vegetal, Núcleos de Conservação Animal, Coleções Biológicas de Microrganismos e Coleções de Referência (herbários, xilotecas etc.). O Sistema visa ainda contribuir para a integração da empresa no âmbito dos recursos genéticos e presta serviços para usuários, tanto no país quanto no exterior.

2.3 CONSERVAÇÃO: BREVE HISTÓRICO E DISCUSSÕES

Nas décadas de 1960 e 1970, emergia no panorama mundial uma grande preocupação com a perda dos recursos genéticos. Nas conferências realizadas pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO (em 1961, 1967 e 1973), para tratar dos recursos fitogenéticos, passou-se a discutir as formas de conservação da agrobiodiversidade *ex situ*, *in situ* e *on farm*.

Com a criação do Grupo de Trabalho sobre Recursos Genéticos no âmbito da FAO, na conferência de 1967, a conservação *ex situ* foi priorizada em relação à conservação *in situ* (SANTILLI, s/d). Desde essa época, segundo a autora, registra-se o debate entre cientistas sobre essa decisão, e até hoje perduram as controvérsias e discussões sobre o tema. A esse respeito, vale reportar o relato de Santilli (s/d) sobre o embate entre dois renomados cientistas, Otto Frankel e Erna Bennett, que participaram do painel de especialistas sobre recursos genéticos da FAO, e lideraram os debates em 1967 sobre o assunto, apresentando, na ocasião, uma série de divergências. Enquanto Frankel defendia a conservação *ex situ*, salientando a importância dos bancos e coleções de germoplasma tanto para fins de melhoramento genético, quanto para a segurança dos recursos genéticos, e considerando a conservação *in situ* mais

¹⁵ Idem.

complexa, difícil e sujeita a um risco maior de erosão genética, Bennett, por sua vez, sem desconsiderar e defendendo as vantagens da conservação *ex situ*, especialmente no que diz respeito ao combate da erosão genética, mostrava-se preocupada em relação à perda da capacidade adaptativa das variedades locais em função do predomínio da conservação *ex situ*. Para ela, o mérito da conservação reside na possibilidade de garantir que o material siga evoluindo, e não em meramente conservar o presente da linha evolutiva¹⁶.

Segundo Santilli (s/d), Bennett considerava ainda que o uso das variedades locais, mesmo num âmbito limitado, contribui para alimentar a população local e para a manutenção da diversidade genética no campo, ao invés de constituir um problema, como para Frankel. Ele, por sua vez, acreditava que as variedades localmente adaptadas, por atenderem apenas a uma demanda local, tinham pouca utilidade quando comparadas com coleções *ex situ* de materiais genéticos que podem servir a uma escala global, estas sim, na perspectiva dele, deveriam ser priorizadas, assim como o desenvolvimento de variedades de alto rendimento. Esta é a orientação dos centros de pesquisa internacionais e da FAO, apoiada por Frankel, associada à conservação *ex situ* e ao padrão do “pacote tecnológico”¹⁷. Bennett, por outro lado, manteve uma postura mais crítica e resistente aos ideários da Revolução Verde, não vendo eficácia em sua premissa de acabar com a fome no mundo. Ela ainda expressa o alerta a respeito do controle que as multinacionais exercem sobre os materiais genéticos conservados *ex situ*, defendendo que estes devem ser de domínio público, o que se torna mais difícil com os avanços dos direitos de propriedade intelectual sobre as variedades vegetais.

Com a priorização da conservação *ex situ*, as políticas nacionais e internacionais passaram a dedicar-se prioritariamente a essa modalidade, em detrimento das outras formas de conservação. O International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), um dos quinze centros do Consultative Group on International Agricultural (CGIAR), realizou uma pesquisa em 1975 e apontou que neste ano havia oito centros de conservação de recursos genéticos de longo prazo; já em 1982, segundo Santilli (s/d), estes haviam aumentado para 33, estimando-se que, atualmente, no mundo, exista aproximadamente 1.500 bancos de germoplasma com um total aproximado de 6 milhões de amostras vegetais. Pode se estimar que esse número seja ainda maior atualmente.

¹⁶ Cf. Pistorius, 1997, p. 27.

¹⁷ Pacote tecnológico compreende um conjunto articulado de ferramentas e procedimentos de intervenção em qualquer domínio com um fim específico. No caso das considerações apresentadas, o pacote tecnológico supunha o uso combinado de melhoria de sementes, motomecanização e agroquímicos, visando o aumento da produção agrícola, tendo sido concebido nos anos 1960-70 (LONDRES, 2014).

Dos quinze centros internacionais de pesquisa agrícola reunidos pelo CGIAR, onze cultivam bancos de germoplasma e possuem a maior diversidade de recursos fitogenéticos conservados *ex situ*, com cerca de 10% do total mundial de amostras desse recursos. Estas coleções de germoplasma estão sob a proteção da FAO desde 1994 (SANTILLI, s/d).

Em meados dos anos 1980 e 1990, inicia-se, por parte de organizações não governamentais (ONGs), um processo de crítica e resistência ao sistema internacional de conservação *ex situ* que não servia de maneira equitativa aos países em desenvolvimento e aos agricultores. Pelo contrário, sua atenção e seus investimentos voltavam-se quase que completamente aos países desenvolvidos e à indústria sementeira internacional, com uma política que diminui o controle dos países em desenvolvimento sobre seus próprios recursos genéticos e atende à necessidade dos setores formais, com foco no desenvolvimento de variedades de alto rendimento, dependentes de insumos externos. Dessa forma, a conservação *ex situ* passou a associar-se cada vez mais ao padrão tecnológico proposto pela Revolução Verde. Os agricultores ficam à margem desse sistema, tendo pouco ou nenhum acesso aos bancos de germoplasma e nem condições de acompanhar as exigências do modelo comercial de alta produtividade, ficando sujeitos à perda de seus recursos genéticos, das variedades locais e da sustentabilidade característica da pequena escala (SANTILLI, s/d).

Também na década de 1980, o processo de erosão genética acentua-se e começa haver a deterioração das sementes nos próprios bancos de germoplasma, dentre outros fatores, pela deficiência das instalações, pela perda de viabilidade das sementes e escassez de recursos para validação e caracterização das amostras (SANTILLI, s/d). Um aspecto relevante nesse contexto refere-se ao caráter estático da conservação *ex situ* que impede as plantas de coevolúem por não estarem em seu ambiente natural (*in situ / on farm*), sem poder adaptar-se às mudanças ambientais e aos processos socioculturais. No caso das modalidades *in situ* e sob cultivo, além dessas permitirem a evolução das espécies, envolvem os diversos níveis da agrobiodiversidade, na medida em que conservam as espécies vegetais, os agroecossistemas e a diversidade cultural, além disso, a conservação sob cultivo reforça a salvaguarda dos recursos fitogenéticos pelos agricultores.

Ainda nos anos 1980/1990, começa a emergir a importância da conservação *in situ* como uma estratégia complementar para a manutenção da diversidade genética. Nesse contexto, ocorrem os Diálogos de Keystone (1988, 1990, 1991), em que 92 especialistas de trinta países distintos discutiram variados temas relacionados à conservação e utilização sustentável dos recursos fitogenéticos. A partir daí, há uma concordância sobre a

complementariedade das formas de conservação *ex situ*, *in situ* / *on farm*, de maneira que os programas de conservação dos recursos fitogenéticos deveriam contemplá-las em conjunto (SANTILLI, s/d).

Um aspecto peculiar da conservação *on farm* é que esta é pautada nos cultivos de interesse dos agricultores, sendo eles os mantenedores dessa modalidade de conservação. Nesse sentido, Clement et al. (2007) se valem da definição de Brown (2000, p. 29), segundo a qual a

In situ conservation of agricultural biodiversity is the maintenance of the diversity present in and among populations of the many species used directly in agriculture or used as sources of genes in the habitats where such diversity arose and continues to grow.¹⁸

Destacando, desse modo, o caráter dinâmico e evolutivo da conservação sob cultivo, devido aos recursos genéticos estarem em uso constante.

É interessante ressaltar que os cultivos tradicionais de agricultores familiares e/ou indígenas, na maioria das vezes, caracterizam-se como policultivos de alta diversidade genética e específica, de baixos insumos, enquanto os monocultivos, típicos do modelo de produção moderno industrial, são altamente dependente de insumos, com elevado nível de impacto ambiental, e onde, a maior parte dos investimentos se concentra atualmente, não são capazes de conservar a diversidade genética, como os primeiros (CLEMENT et al., 2007).

Estima-se, em escala mundial, que existem aproximadamente 3000 espécies cujas populações foram domesticadas. Deste total, apenas 1% destina-se à alimentação e às necessidades básicas da sociedade (cerca de 30 spp), e estão conservadas *ex situ*, sendo a maior parte *commodities*. Muitas espécies importantes em âmbitos regionais, não foram contempladas. Em razão desse número muito reduzido, alguns pesquisadores (PRESCOTT-ALLEN; PRESCOTT-ALLEN, 1990) estabeleceram que minimamente 103 espécies possuem importância mundial ou regional, sendo, portanto, passíveis de interesse para a conservação *ex situ*, de acordo com os atuais critérios para essa modalidade de conservação. Esse número corresponde a apenas 3,3% do que é cultivado pelos agricultores. Os outros 96,6% (cerca de 2900 espécies) das espécies com populações domesticadas estão sob a égide da conservação *on farm*, sendo que as 103, inclusive as 30 espécies listadas como prioritárias para a conservação *ex situ*, são também cultivadas, em sua maioria, pelos agricultores.

¹⁸ “[...] Manutenção da biodiversidade agrícola presente dentro e entre populações de muitas espécies usadas diretamente na agricultura ou usadas como fontes de genes, nos habitat onde tal diversidade emergiu e continua a crescer” (CLEMENT et al., 2007, p. 514).

Frente ao quadro atual de alto risco de erosão genética, a CDB tem assumido, nos últimos anos, uma postura de valorização e de reconhecimento da conservação *in situ* e *on farm* devido a sua importância para a geração e garantia de recursos genéticos, essenciais à sociedade. Um dos desafios é como valorizar na prática essas modalidades de conservação, reconhecendo sua complementariedade em relação à conservação *ex situ*.

Pode-se identificar certa contradição relativa à importância da conservação *on farm* no Brasil. Por um lado, os investimentos em conservação concentram-se em espécies de importância econômica, as *commodities*. A Embrapa, coordenadora do sistema oficial de conservação de recursos genéticos no Brasil, aponta que 80% da produção de alimentos no país é geneticamente dependente de espécies exóticas, daí a prioridade aos germoplasmas provenientes do exterior (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2002).

Um ponto crucial colocado pela FAO (1996) refere-se aos bancos de germoplasma que não são propriamente avaliados, caracterizados e documentados. Apoiado em Brush (1992), Clement et al. (2007) apontam uma tendência mundial das ações de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nessa área priorizarem o melhoramento dos cultivos em detrimento da própria conservação de seus enormes acervos de recursos genéticos. O fato é que, nas coleções da conservação *ex situ*, é muito baixa a representatividade das espécies nativas, indicando a importância da conservação *on farm*, tanto em âmbito mundial como no país, por esta ser responsável pela conservação em massa dos gêneros nativos. Vale ainda mencionar que o levantamento realizado pela presente pesquisa sobre a *Manihot esculenta* identifica que ainda hoje persiste o ponto crucial apontado pela FAO em 1996 quanto à impropriedade da documentação de registro para identificação dos germoplasmas conservados.

Por outro lado, tendo em vista o baixo nível de investimentos, a conservação *on farm* fica em um estado apenas potencial ao invés de deslanchar, estando sob permanente ameaça, tendo em vista as drásticas mudanças a que estão submetidas as áreas rurais em todo o mundo. Por este ângulo, o Brasil não corrobora a importância da conservação *on farm* quando não investe o suficiente para realizar todo o potencial e garantir a continuidade dessa modalidade de conservação. É importante mencionar, entretanto, a ocorrência de esforços mais recentes, incluindo a participação de instituição oficial, no sentido de potencializar a conservação *on farm*, como é o caso da patrimonialização do Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro-SAT/RN, pelo IPHAN.

A conservação *on farm* e a conservação *ex situ* são potencialmente complementares, considerando que ambas apresentam limitações que poderão ser minimizadas por meio da

interação entre elas. A conservação *ex situ* está sujeita à vulnerabilidade, com perda gradual da viabilidade dos germoplasmas preservados, em grande parte por limitações financeiras e administrativas¹⁹. Já a conservação *on farm*, se por um lado tem a função geradora de maneira a oferecer germoplasma para a reposição e atualização das coleções *ex situ*, por outro lado também apresenta fragilidades causadas pela degradação ambiental antrópica e natural, que põem em risco a diversidade agrícola. As experiências de repatriação das sementes de milho *põhypej*, devolvidas ao povo Krahô em 1994 pela Embrapa, dentre outras já citadas na introdução do presente trabalho, demonstram o potencial recíproco desta complementaridade.

2.4 MANIHOT ESCULENTA: BREVE DESCRIÇÃO, ORIGEM E IMPORTÂNCIA

A *Manihot esculenta* (*M. esculenta*), popularmente conhecida como mandioca, pertence ao gênero *Manihot*, um dos 222 gêneros da família Euphorbiaceae que abrange cerca de 6.100 espécies (NEVES et al., 2011). Das aproximadas 100 espécies desse gênero, a *M. esculenta* é a única mais amplamente cultivada e com valor comercial (VIEIRA, 2013). A espécie apresenta vasta diversidade e variabilidade genética, justificadas por Fukuda et al. (2006) por seu caráter altamente heterozigótico, pela facilidade de polinização cruzada da espécie e da deiscência abrupta dos frutos, sendo a maioria das variedades nativas selecionadas naturalmente, muitas vezes pelos próprios agricultores. Estima-se que a domesticação da mandioca data de 5 mil a 7 mil anos a.C., baseado em achados arqueológicos da região amazônica (ALLEM, 2002).

O gênero *Manihot* ocorre em sua forma nativa no hemisfério ocidental, desde a Argentina até os Estados Unidos (FUKUDA et al., 1996). Considerado exclusivo das Américas, destacam-se duas áreas prioritárias de concentração do gênero, uma no México, com aproximadamente 17 espécies, e a principal no Brasil, com destaque para um centro primário de irradiação no estado de Goiás e centros secundários nos estados de Mato Grosso, Tocantins, Minas Gerais e Bahia²⁰.

De acordo com Fukuda et al. (1996, p. 7), “o Brasil é indicado como possível centro de origem e diversificação da espécie *M. esculenta* [...], tendo como centro de origem primário a América do Sul e como centro secundário, a região entre a Guatemala e o México”, coincidindo com o apontamento de Allem et al. (2005) acima, sobre as áreas prioritárias do

¹⁹ Dados da FAO (1996) apresentados por Clement et al. (2007) mostram que, na época da reunião de Leipzig (1996), 48% dos acessos nas 44 maiores coleções *ex situ* do planeta precisavam de regeneração com urgência.

²⁰ A esse respeito cf. ALLEM et al., 2005, p. 328.

gênero. Segundo Carvalho (2005), a espécie silvestre *Manihot esculenta* - subsp *flabellifolia*, cuja área de ocorrência é o sudoeste da Amazônia Brasileira, entre a Floresta Amazônica e o Cerrado, é indicada como a provável ancestral, da qual a mandioca – *Manihot esculenta*, subsp *esculenta* – foi originalmente domesticada e de onde se espalhou para as demais regiões. Mais especificamente, o Nordeste do Brasil é apontado como centro de origem da espécie cultivada (CREPALDI, 1992).

Em se tratando dos centros de diversidade do gênero *Manihot*, o Brasil é considerado o maior e o principal (NASSAR, 1978 e NASSAR; HASHIMOTO, 2006). No país, ocorrem cerca de 70% das espécies de *Manihot*, caracterizadas em sua maioria por um amplo polimorfismo vegetativo e floral, que constituem um potencial para o melhoramento genético da mandioca. Foi observado que o maior foco de calor de espécies situa-se nos biomas Cerrado e Caatinga, sendo que a maior diversidade biológica encontra-se no primeiro (MENDES; ALLEM; SECOND, 1998).

No ano de 1977, Nassar (2002) coletou 46 populações do gênero *Manihot* no Distrito Federal e Entorno, das quais somente uma (01) sobrevivia após vinte e cinco (25) anos. Fato que indica um alto nível de erosão genética das espécies de *Manihot*, exatamente na região com um dos maiores índices de diversidade do gênero. Essa acelerada degradação se deve em grande parte à constante ação antrópica. Mendes et al. (2006) apontam que, das 98 espécies de *Manihot* identificadas por Rogers e Appan (1973), em torno de 68 espécies (cerca de 66%) ocorrem em solo brasileiro e chama a atenção para o fato de que, desse total, somente cerca de 20 espécies (13,6%) encontram-se conservadas *ex situ* por instituições de pesquisa. Embora os dados encontrados por Roger e Appan (1973) possam estar desatualizados em termos de números²¹, é uma referência citada em vários trabalhos; aqui, é interessante observar que é relativamente baixa a porcentagem das espécies (aproximadamente 13,6%) mantidas sob conservação *ex situ*, e paralelamente cresce o risco de erosão genética das espécies silvestres sob condição *in situ*.

Vale igualmente ressaltar a importância da presença da mandioca na cultura alimentar das populações tradicionais da Amazônia, cultivada em sistemas agrícolas de pequena escala, a exemplo do SAT/RN, sistemas estes que contribuem para o desenvolvimento de grande

²¹ O polimorfismo vegetativo e floral, característico do gênero *Manihot* induziu a descrição de uma quantidade maior de espécies do gênero do que realmente foi verificado posteriormente, levando a crer numa interpretação equivocada, na qual as variabilidades foram consideradas espécies distintas. Pesquisadores chegaram a descrever cerca de 170 espécies para o gênero até o ano de 1972. No ano seguinte, este número caiu para 98 espécies e, recentemente, estudo de Allem (1995) estima que haja aproximadamente 70 espécies, das quais, cerca de 50 na América do Sul e Brasil e 15 na América Central e México (ALLEM et al., 2005).

variabilidade da espécie. Nestes locais se observa também uma grande variedade de usos de alimentos a base de mandioca, como farinhas, bijus, tapiocas, bebidas fermentadas e folhas moídas e cozidas. Esta diversidade de cultivo e usos da espécie no meio destas populações amazônicas se diferencia do resto do mundo, onde a mandioca é usada principalmente para produção de fécula e cultivada em larga escala na forma de monocultura (CARVALHO, 2005).

A perda de populações e, eventualmente, de espécies de *Manihot* terá um impacto negativo direto nos programas de pesquisa de mandioca, em função da redução da base genética disponível (ALLEM et al., 2000), assim como coloca também em cheque sistemas agrícolas como o SAT/RN, os quais, não somente mantêm, como geram variabilidade genética da espécie.

A interação entre estes sistemas agrícolas e empresas de pesquisa na identificação e conservação das espécies pode contribuir para minimizar este risco, caso se trabalhe na aproximação de linguagens. Os bancos de dados da Embrapa (ou sistema de registro dos acessos de germoplasma) são estruturados a partir de dados de passaporte²² e descritores de cunho técnico, catalogando as amostras vegetais através de um código identificador (ID). Os descritores utilizados pelo SAT/RN, que estão descritos em seu Dossiê de Registro, diferem daqueles adotados pela Embrapa. No Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro (SAT/RN), inicialmente considera-se a diferença entre a maniva - parte aérea da planta, relativa à perpetuação da atividade agrícola - e a mandioca - tubérculo, relativo à produção de alimentos. A mandioca é classificada em branca e amarela - diferenciadas sobretudo pelo teor de fécula - e em bravas e mansas - distintas em função do teor de precursores de ácido cianídrico. Como explica Emperaire, Velthem e Oliveira (2008) o tubérculo restringe-se ao âmbito culinário, enquanto a maniva recebe distintas denominações, concentrando em si a noção de diversidade. Vale destacar que segundo essa abordagem, os nomes se configuram como elementos intrínsecos da identidade da planta. As denominações também seguem lógicas distintas, valendo-se de critérios descritivos da origem social, geográfica ou individual. O Dossiê também informa sobre a sociabilidade da roça, ou seja, a relação entre as plantas e entre as plantas e as famílias de agricultores – aspectos, portanto, de caracterização cultural do sistema (EMPERAIRE et al., 2010).

²² Dados de Passaporte: São os registros feitos sobre material oriundo de coleta de germoplasma, contendo informações sobre localização geográfica, topografia, características do habitat, data de coleta, número da coleta, frequência de indivíduos na população e seu contexto na comunidade, características diversas do acesso e, se possível número de plantas que o formam (WALTER; CAVALCANTI, 2005, P. 200).

A Convenção da Diversidade Biológica e as determinações da Agenda 21 das Nações Unidas afirmam a relevância da conservação da agrobiodiversidade e em especial dos parentes silvestres das principais culturas (MENDES; ANDRADE, 2005). Diante disto, destaca-se mais uma vez a importância da complementariedade da conservação *on farm*, realizada pelos agricultores (incluindo indígenas) com a conservação *ex situ* desenvolvida nas instituições de pesquisa.

2.4.1 Conservação *ex situ* do gênero *Manihot*

Para se conservar o germoplasma de mandioca e de espécies silvestres as instituições de pesquisa utilizam distintas técnicas de conservação *ex situ*. Baseado na experiência da Embrapa, que possui o maior banco genético da América Latina (Embrapa, 2014), e segundo Allem et al. (2005), apresenta-se os métodos pelos quais o gênero *Manihot* é conservado: I) coleções ativas de mandioca; II) conservação *in vitro*; III) criopreservação; IV) conservação de sementes em baixas temperaturas; V) conservação a campo de *Manihot* ssp. A seguir, cada um desses métodos será comentado, sendo dada maior atenção às coleções ativas, em razão de sua centralidade na realização desta pesquisa.

I) Coleções ativas

Sete (07) Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) regionais formam as coleções ativas e representam em grande parte a coleção brasileira de germoplasma de mandioca. No total estes BAGs conservam cerca de 3.350 acessos, dos quais 2.905 são acessos de variedades tradicionais e 445 são cultivares melhorados. A maior parte das coleções é mantida em campo (os BAGs), embora seja um dos métodos mais onerosos e vulneráveis a perda. As plantas ficam sujeitas à presença de fungos e doenças e apresentam problemas de sobrevivência em campo após sucessivos cultivos. Daí a necessidade de frequentes replantios para a manutenção dos acessos. Por outro lado, uma das principais vantagens da conservação em campo monitorado é a viabilidade em curto prazo de germoplasma para proceder às avaliações de pesquisa (FUKUDA et al., 1996).

Tendo em vista as especificidades e variabilidades regionais da espécie *Manihot esculenta*, a Embrapa constituiu BAGs regionais de mandioca, a saber: Banco Regional de Germoplasma de Mandioca da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus - AM; o Banco Regional de Germoplasma de Mandioca da Embrapa Cerrados em Planaltina - DF; Banco

Regional de Germoplasma de Mandioca da Embrapa Semiárido em Petrolina - PE; Banco Regional de Germoplasma de Mandioca da Embrapa Clima Temperado em Pelotas – RS; Banco Regional de Germoplasma de Mandioca da Embrapa da Amazônia Oriental em Belém - PA.

A justificativa para a regionalização dos BAGs de mandioca funda-se sobre a variabilidade dessa espécie, que foi evoluindo e sendo selecionada nas diversas regiões brasileiras em função do clima, solo e aspectos culturais. Assim, os BAGs regionais têm o objetivo de manter no campo a variabilidade genética daquela região e fornecer material genético para pesquisa na região²³.

A estratégia de regionalização dos BAGs foi uma medida fundamental para a organização e o avanço da pesquisa da *Manihot esculenta*, cujas coletas orientaram-se pelas demandas do programa de melhoramento, em busca de variabilidade e em função da região – por exemplo, para variabilidades tolerantes à seca, buscava-se no Nordeste, ou resistentes à bacteriose, coletava-se na região Centro-Oeste²⁴.

Alguns dos principais critérios para o estabelecimento dos BAGs Regionais foram: a) uma Coleção de Germoplasma (CG) composta por materiais coletados em regiões de extensa variação ecogeográfica; b) a necessidade de dispor de ambientes adequados à manutenção em campo; e c) disponibilidade de facilidades institucionais necessárias para a segurança e o manejo dos acessos mantidos nestes bancos (CORDEIRO et al., 2000, p. 18).

Além dos BAGs, a Embrapa estabeleceu a Coleção Nuclear de Mandioca Brasileira (CNMB). Uma Coleção Nuclear (CN) consiste numa “[...] amostra representativa da Coleção de Germoplasma (CG) na qual se procura manter a variabilidade genética da CG com um mínimo de redundância [...]” (CORDEIRO et al., 2000, p. 5). As coleções (BAGs, coleções *in vitro* e etc.) comumente são muito extensas, além de terem alto índice de acessos duplicados, fato que favorece a subutilização por parte de melhoristas e fitotecnistas. Para a CNMB, estima-se uma inflação de 30%, devido a acessos duplicados sob diferentes denominações; os níveis de inflação com acessos duplicados chegam ao patamar de 100 a 120%²⁵ para coleções nacionais, regionais e globais. A duplicação dos acessos é um fator de grande incidência, muito comum no caso da mandioca, que produz consequências desfavoráveis, das quais se

²³ Informação fornecida pelo engenheiro agrônomo Dr. Ivo Roberto S. Costa (Embrapa Cenargen), em entrevista concedida à autora em junho de 2014.

²⁴ Idem.

²⁵ Allem et al. (2005) apresentam os dados referidos a partir de levantamento realizado por Costa e Morales (1994), Lyman (1984) e Plucknett et al. (1987).

destacam o aumento do custo de manutenção das coleções e a diminuição da eficiência dos trabalhos de melhoramento (FUKUDA, et al., 1996).

O problema da duplicação de acessos e a consequente subutilização dos mesmos foi uma das motivações para a constituição da coleção nuclear do gênero, uma alternativa relevante no avanço da organização e conservação, na medida em que a coleção nuclear objetiva uma ampla representatividade da variabilidade genética de forma sucinta, com apenas uma fração do número original de acessos (ALLEM et al., 2005).

II) Conservação *in vitro*

Um das técnicas mais efetivas para a manutenção do germoplasma da mandioca (*M. esculenta*) é a *in vitro*. Ela demanda investimentos iniciais devido à exigência por pessoal especializado, equipamentos e laboratórios especiais, no entanto é econômica e eficaz quando considerada a conservação da espécie em médio prazo (FUKUDA et al., 1996).

É um dos métodos mais utilizados para a conservação de espécies do gênero *Manihot*, pois possui protocolos relativamente bem estabelecidos para a micropropagação *in vitro* de espécies silvestres. De acordo com Allem et al. (2005, p. 338), experimentos mostram

[...] a transferência bem sucedida de 178 genótipos de 29 espécies, sob condições de conservação *in vitro*, de volta às condições de solo [...], sete espécies mexicanas conservadas *in vitro* com êxito [...], bem como para eixos embrionários de *M. glaziovii* sob condições *in vitro* [...].

O comportamento variável de genótipos silvestres *in vitro*, observados por meios empíricos, é considerado um limitante que necessitaria do estabelecimento de uma série de protocolos de conservação de acordo com a espécie, o que indica uma demanda de custo muito alto para a pesquisa de micropropagação (ALLEM et al., 2005).

III) Criopreservação

A criopreservação pode ser considerada uma técnica promissora para espécies do gênero *Manihot*, para sementes inteiras, tecidos vegetativos e eixos embrionários. Na Embrapa, tanto para a *Manihot esculenta* quanto para espécies silvestres do gênero, a técnica ainda está em fase de experimentação²⁶, sendo a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) uma das espécies em que a técnica foi aplicada com sucesso. Inclusive, Santos (2000), ao comparar a conservação *in vitro* com criopreservação, aponta muitas vantagens dessa última em relação

²⁶ Informação fornecida pelo engenheiro agrônomo Dr. Ivo Roberto S. Costa (Embrapa Cenargen), em entrevista concedida à autora em junho de 2014.

a primeira e que esta é a mais eficiente para se conservar espécies de propagação vegetativa a longo prazo e com alta estabilidade genética. Não obstante, Allem et al. (2005) apontam que eixos embrionários de sementes de cerca de oito (08) espécies brasileiras, dentre as quais a *M. Esculenta Crantz subsp. flabellifolia* (Pohl) Cifere e *M. Esculenta Crantz subsp. peruviana* (Mull. Arg.) Allem, apresentaram tolerância ao congelamento em nitrogênio líquido (-196°C), “[...] porém ao serem cultivados em meio de cultura, eixos embrionários de algumas dessas espécies, produzem plântulas anormais, com o desenvolvimento apenas do sistema aéreo ou do sistema radicular” (ALLEM et al., 2005, p. 337).

IV) Conservação de sementes a baixas temperaturas

Embora o método de conservação em banco de germoplasma-semente convencional a baixas temperaturas (-20°C e supressão de oxigênio) seja um dos mais econômicos e garantam a manutenção de germoplasma em longo prazo, não é comumente utilizado para espécies de *Manihot*, sendo aplicado para algumas espécies silvestres que não respondem bem à conservação *in vitro* ou à germinação de estacas. “Devido à segregação que se observa na espécie (*Manihot esculenta*), os genótipos oriundos de sementes não representam integralmente aquele genótipo que lhes deu origem” (FUKUDA et al., 1996).

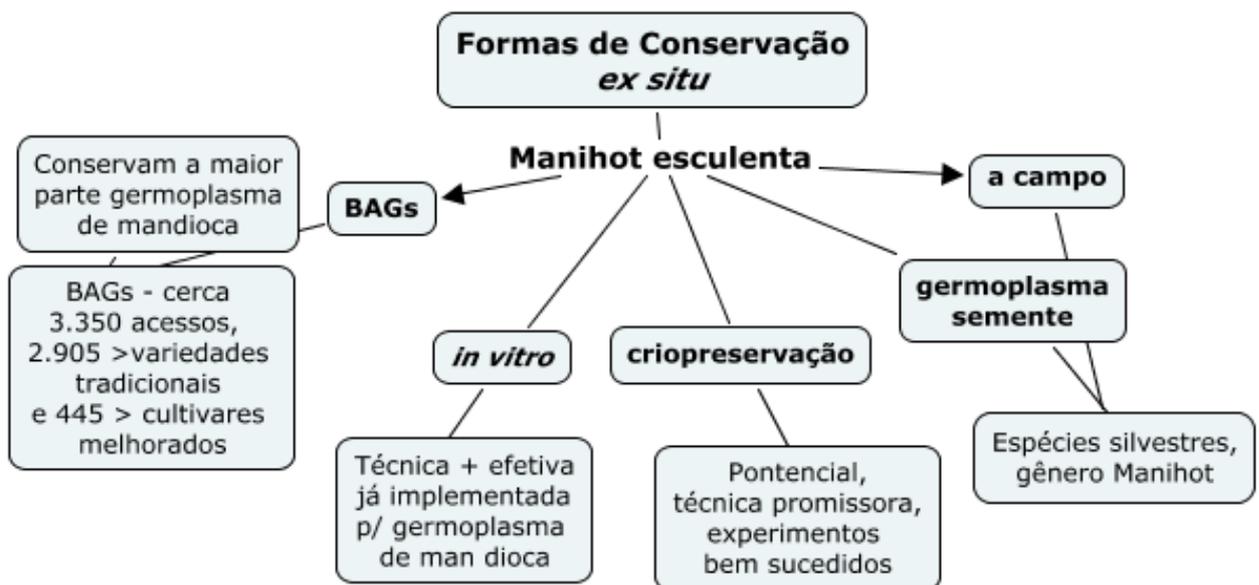
Allem et al. (2005) indicam algumas especificidades do gênero *Manihot* que justificam não ser adequada sua conservação por meio de sementes, mesmo que várias espécies do gênero possuam sementes ortodoxas. Dentre essas características, destaca-se a alta taxa de heterozigotidade, por isso recomenda-se conservar o tecido vegetativo em condições de crescimento mínimo para a manutenção dos genótipos desejados. Outros aspectos limitam o aproveitamento dessas espécies em programas de melhoramento, como a reduzida quantidade de sementes que produzem, apresentando em sua maioria dormência física ou fisiológica, além da incidência de sementes desprovidas de embrião, dificultando a monitoração da germinabilidade das mesmas enquanto são conservadas (ALLEM et al., 2005).

V) Conservação a campo

A conservação a campo de espécies silvestres consiste basicamente do cultivo em campo das espécies que produzem sementes, as quais são colhidas quando em seu estágio de maturação fisiológica, utilizando-se anteriormente o método de ensacamento dos frutos. Essa técnica evita dois problemas, a contaminação por fungos e imaturidade fisiológica das sementes, o que é recorrente em germoplasma oriundos de expedições de coleta. Com as

sementes maduras e livres de contaminação, as atividades de conservação são favorecidas, como os testes de viabilidade e germinabilidade (ALLEM et al., 2005).

Mapa conceitual 4 – Conservação *ex situ* da mandioca, 2014.



Fonte: quadro elaborado pela autora.

2.4.2 Da importância da conservação *in situ* e *on farm* da mandioca

A conservação *in situ* comumente se presta à manutenção das espécies silvestres de *Manihot*, já que se refere à conservação tal como ocorre na natureza, nos habitats naturais. Segundo Allem et al. (2005), com a expansão da fronteira agrícola, entre outros fatores, cresce paulatinamente a ameaça aos ecossistemas naturais, submetendo grande parte das espécies nos trópicos e subtropicais ao processo de erosão genética, e algumas delas já correm risco de extinção.

Segundo Coradim (2006), as plantas que se cultivam atualmente, assim como suas espécies silvestres afins, foram selecionadas a partir do que se denomina “parentes silvestres das plantas cultivadas”, que são plantas silvestres que sobrevivem em condições naturais. No seu processo natural de evolução, elas desenvolvem variabilidades genéticas, que são melhoramentos naturais no sentido de se tornarem resistentes à seca, ao calor, às inundações, ao frio. Assim também as espécies cultivadas pelos agricultores – *on farm* – ao terem que

adaptar-se ao manejo de seu cultivo, ao combate com as pragas etc. desenvolvem também suas variabilidades. Isto é o que torna os parentes silvestres das plantas cultivadas e suas variedades crioulas tão valorosas para a humanidade (CORADIM, 2006).

Diante da importância e da acentuada erosão genética que afeta as espécies silvestres, surge a compreensão de que a conservação *in situ* requer diagnósticos, recomendações, medidas de proteção capazes de assegurar a sobrevivências destas populações, indivíduos e espécies, que são diferentes das medidas empregadas para a conservação *ex situ*. Dentre estas medidas, destacam-se a promoção de inventários nas unidades de conservação, critérios específicos para conservação em unidades particulares, e coleta de germoplasma destas populações para conservação *ex situ* (ALLEM, et al., 2005).

Cabe aqui apontar a importância de se reconhecer o papel desempenhado por cada uma das referidas estratégias de conservação, no sentido de demonstrar sua complementariedade. De igual relevância é garantir o acesso à informação, por parte de agricultores, aos acervos de empresas como a Embrapa. Este tema remete ao argumento de Benet, citado anteriormente, que, já na década de 70, defendia que os acervos de materiais genéticos conservados *ex situ* devem ser de domínio público e alertava para a necessidade de libertar os agricultores das pressões a que estão submetidos pelo controle das multinacionais sobre estes materiais.

3 MÉTODOS E MATERIAIS

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, baseada majoritariamente em pesquisa documental (GIL, 2008), cujo objetivo geral foi inventariar os acessos do gênero *Manihot* conservados na Embrapa, que tiveram origem (ou seja, foram coletados) na região do Rio Negro (AM). Para tanto, realizou-se um levantamento sobre os acessos do gênero *Manihot* em bancos de germoplasma e outras coleções da Embrapa, para fins de conservação *ex situ*, especialmente os acessos oriundos da região do Rio Negro, nos municípios de Barcelos, Manaus, Novo Airão, Santa Isabel do Rio Negro e São Gabriel da Cachoeira. O recorte geográfico da pesquisa foi orientado pela recente caracterização do Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro (SAT/RN), um complexo e rico sistema de conservação *in situ / on farm*, no qual o gênero *Manihot* tem função estruturante.

A pesquisa foi realizada entre agosto de 2013 e junho de 2014. Vale ressaltar que o presente trabalho não partiu de uma hipótese desde um plano teórico, tendo se caracterizado como uma pesquisa qualitativa exploratória ou descritiva, conforme a definição de Mazzotti e Gewandsznajder (2012), que as explica como pesquisas que se propõe a preencher lacunas no conhecimento, referentes à compreensão de processos que ocorrem em uma dada instituição, grupo ou comunidade. Na qualidade de estagiária da Embrapa, assumi o tema da pesquisa com o objetivo de atender a uma necessidade desta empresa em responder a uma demanda que partiu de comunidades tradicionais. Havia por parte da pesquisadora da Embrapa que apresentou a demanda uma expectativa no sentido de criar um catálogo de acessos de *Manihot esculenta* coletados na região do Rio Negro a partir dos resultados do levantamento, ideia que foi posteriormente abandonada tendo em vista o próprio desenvolvimento do inventário e os resultados que foram sendo gerados, os quais descartaram esta possibilidade por insuficiência quantitativa de acessos. Embora estas condições tenham determinado o caráter qualitativo e descritivo da pesquisa, pude trazer como pano de fundo do trabalho o pressuposto sobre o potencial de complementaridade entre as estratégias de conservação *in situ / on farm* e a *ex situ*, o qual estimulou e direcionou as conclusões e resultados da pesquisa, transformando-se em proposição a ser investigada a partir dos mesmos.

Para este estudo foram considerados os dados referentes aos acessos do gênero *Manihot* nas seguintes bases de dados: BAG de Mandioca da Amazônia Ocidental (CPAA);

BAG de Mandioca da Amazônia Oriental (CPATU); BAG de Mandioca do Cerrado (CPAC); BAG de Mandioca de Clima Temperado (BAGMCT); BAG de Mandioca da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMPF); BAG de Mandioca do Semiárido (CPATSA).

Além dos BAGs, foi considerada a Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil (CNMB) e consultada a coleção *in vitro* do Cenargen e ainda os seguintes herbários: Herbário CEN - Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental, e Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa).

As bases de dados relativas aos herbários constituem sistemas *on line* que foram consultados autonomamente pela pesquisadora, ao passo que o levantamento de dados nos BAGs foram mediados por seus respectivos curadores (com a supervisão de Patrícia Goulart Bustamante, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia).

Dentre os dados obtidos na fase de levantamento, foram destacados os acessos oriundos dos municípios da região do Rio Negro.

Inicialmente foi realizado um levantamento dos acessos através do banco de dados (sistema *on line*) do Herbário CEN da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em uma primeira aproximação ao campo de pesquisa. Paralelamente, foi encaminhada uma solicitação aos curadores dos BAGs de mandioca da Embrapa, de âmbito nacional, no intuito de levantar o maior número possível de acessos da espécie *Manihot esculenta* advindos dos cinco municípios em foco. Outros herbários foram consultados posteriormente, como mencionado a seguir.

As informações fornecidas pelos curadores foram disponibilizadas por meio de planilhas de dados (Excel) dos BAGs de mandioca: BAG do CPAA; BAG do CPATU; BAG do CPAC; BAGMCT; e BAG do CNPMPF; e BAG do CPATSA e da CNMB.

Assim, foram consultadas 7 planilhas, além dos três herbários (*on line*) – Herbário da Embrapa CENARGEN, Herbários IAN (Instituto Agrônomo do Norte) da Embrapa Amazônia Oriental e Herbário Inpa.

Procedeu-se com a tabulação de dados obtidos nos BAGs, contabilizando-se os acessos – excluídos aqueles que já estavam em baixa no sistema (ou seja, cujo germoplasma não se encontra mais conservado) – e, em seguida, selecionando os acessos originários do estado do Amazonas e, posteriormente, dos cinco municípios em foco: Barcelos, Manaus, Novo Airão, Santa Isabel do Rio Negro e São Gabriel da Cachoeira. Vale mencionar que as bases de dados acessadas não apresentaram um padrão de registro, o que dificultou a tabulação e interpretação dos dados. As referidas bases de dados se utilizam de codificações

distintas para o registro dos acessos, a despeito dos esforços empreendidos pela empresa para o estabelecimento de um padrão, conforme se poderá perceber na apresentação do histórico dos BAGs de mandioca, no Capítulo 3 desta monografia.

Como os campos de informação também variam de planilha para planilha, foi necessário editá-las, eliminando os campos de informação que não se mostraram úteis a esta pesquisa, reduzindo as planilhas aos campos que constituem os mínimos denominadores comuns entre elas. Além disso, foram identificadas algumas lacunas, especialmente no que concerne à ausência de informações sobre o local de coleta dos acessos (amostras), uma vez que apenas uma parte destes foi registrada com as respectivas coordenadas geográficas – aspecto que será também discutido no Capítulo 4. Não obstante a informação do município em que a coleta foi realizada seja um dado obrigatório que deve constar no registro de cada amostra, nem todas as localizações estavam de fato disponíveis nas bases de dados às quais a pesquisadora teve acesso. A ausência desses dados caracterizou-se como um limitante para a pesquisa em questão, considerando seu objetivo de mapeamento e rastreamento dos acessos (desde onde estão conservados, até o local em que foram coletados). Uma possibilidade seria recorrer aos Cadernos dos Coletores, instrumento utilizado por pesquisadores responsáveis pela coleta das amostras para o registro de informações gerais (localização, condições da coleta etc.), mas essa iniciativa pareceu estar fora do escopo desta pesquisa – que tem em perspectiva investigar as possibilidades de acesso à informação a partir das bases de dados constituídas pela Embrapa: BAGs e herbários. Ou seja, como a ideia era responder a uma demanda de informação sobre o que teria sido coletado no Rio Negro, num momento em que a Embrapa está desafiada a discutir aspectos (e aprimoramentos) relativos ao acesso à informação, foram definidas como fontes de informação os bancos de dados já constituídos pela empresa.

Para os acessos com coordenadas geográficas disponíveis, foi realizada a espacialização (cartografia), prioritariamente com vistas a verificar sua incidência sobre regiões etnicamente diferenciadas (Terras Indígenas) do Rio Negro, de onde surgiu a demanda pelo levantamento. Para viabilizar o mapeamento, gerou-se uma planilha com as coordenadas geográficas e procedeu-se a conversão do formato hexadecimal (grau, minuto e segundo) para o formato decimal. A espacialização dos pontos de coleta dos acessos da espécie *Manihot esculenta* foi realizada através do programa ArcGis. Os pontos foram distribuídos, inicialmente, nos diversos estados do Brasil; posteriormente, aplicou-se o cruzamento com o perímetro do estado do Amazonas e, em seguida, com o perímetro dos cinco municípios da

região do Rio Negro, já mencionados, de forma a proporcionar uma visualização aproximada da distribuição das coletas de *Manihot* em âmbito nacional, regional e local, até alcançar a região foco da pesquisa. Em se tratando das bases de dados utilizadas, optou-se pela Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil, em função dessa base de dados ser a mais representativa em termos de recursos genéticos e a mais completa no que diz respeito às informações; pelo BAG de Mandioca da Embrapa CNPMF ser o principal BAG regional da Embrapa na conservação em campo da mandioca; e pelo BAG de Mandioca da Embrapa Amazônia Ocidental, por apresentar uma quantidade de dados relevantes.

Por fim, foi aplicado o *layer* de Terras Indígenas nos mapas para verificar a incidência de pontos de coletas nessas áreas. Levando em consideração que as coordenadas geográficas registradas, em geral, não apresentam um nível acurado de precisão (grande parte delas não contempla a informação dos segundos, por exemplo), deve-se considerar uma variação/erro do local de coleta. Além disso, há uma sobreposição de pontos, em razão da maior parte dos acessos estarem todos plotados na coordenada geográfica que corresponde às sedes dos municípios. Isso se deve, em grande parte, ao fato de os registros das coletas terem ocorrido anteriormente à difusão dos equipamentos de GPS (Global positioning System) entre os coletores, o que provavelmente levou esses pesquisadores a optarem por um padrão nas informações de localização das coletas referindo-as genericamente às coordenadas das sedes municipais de origem²⁷. Diante desses limitantes, este mapeamento é um esforço de aproximação da localização dos pontos de coleta e do rastreamento desses acessos.

Além do levantamento, tabulação e espacialização dos dados referentes aos acessos do gênero *Manihot* nos cinco municípios selecionados do Rio Negro, foram também realizadas entrevistas semiestruturadas, em junho de 2014, com dois pesquisadores da Embrapa – Ivo Roberto Sias Costa, Curador, e Terezinha Aparecida Borges Dias, Pesquisadora – sobre o processo de coleta, descrição, depósito e codificação das amostras nos BAGs.

²⁷ Informação fornecida pela MsC. Terezinha Aparecida Borges Dias (Embrapa Cenargen), em entrevista concedida à pesquisadora em maio de 2014.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A conservação *ex situ* desempenha um papel crucial na manutenção em longo prazo dos recursos genéticos. Dentre os diversos métodos de conservação *ex situ* anteriormente descritos, destaca-se aqui os Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs), que juntamente com as coleções *in vitro* são essenciais para a conservação de germoplasma de espécies de propagação vegetativa como é o caso do gênero *Manihot*.

O Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), através de uma Rede Nacional, mantém 350 BAGs Vegetais, dos quais aproximadamente 155²⁸ no sistema da Embrapa e 195 nas demais instituições do SNPA (MARIANTE; SAMPAIO; INGLIS, 2008).

A fim de apoiar a interpretação dos resultados obtidos no levantamento das amostras de *Manihot esculenta* conservadas *ex situ* convém retomar o histórico dos BAGs da espécie no Brasil.

4.1 BAGS DE MANDIOCA NO BRASIL: BREVE HISTÓRICO²⁹

O interesse em coletar germoplasma de mandioca coincide com a criação do BAG do Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMT) na década de 1990, embora já existisse no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) a Sessão de Raízes e Tubérculos (SRT), a qual já mantinha coleções de mandioca. A Embrapa fomentou reuniões com as instituições regionais, onde deu início ao levantamento das variabilidades da espécie em cada região. No início das coletas de material vegetal na Embrapa, concomitante à criação do Cenargem (na década de 1970), o interesse prioritário das coletas era de cunho taxonômico.

Como já mencionado, no Capítulo 2, as especificidades e variabilidades regionais foram determinantes para a regionalização dos BAGs de mandioca. A variabilidade, no caso da *Manihot esculenta*, foi evoluindo e sendo selecionada nas diversas regiões brasileiras em função do clima, solo e aspectos culturais.

Através do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, organizou-se o programa de pesquisa no país com a participação das instituições de pesquisa de cada unidade da federação

²⁸ Londres (2013) traz um dado mais atualizado, de aproximadamente 170 BAGs na Embrapa.

²⁹ Seção baseada em informações fornecidas pelo Dr. Ivo Roberto S. Costa (Embrapa Cenargem), em entrevista concedida à autora em junho de 2014.

que já mantinham suas coleções com coletas regionalizadas e que contribuíram para os estudos sobre a mandioca e a constituição dos BAGs regionais. A proliferação de BAGs cresceu pela demanda, e em diversos estados do Brasil a pesquisa da mandioca foi estimulada.

A estratégia de regionalização dos BAGs foi uma medida fundamental para a organização e avanço da pesquisa da *Manihot esculenta*, a qual favoreceu a redução da quantidade de BAGs, combinada à ampliação das coletas, que no caso da mandioca, em sua maioria, foram lideradas pelo engenheiro agrônomo Dr. Ivo Roberto S. Costa com a equipe da Embrapa CNPMF. As coletas orientaram-se pelas demandas do programa de melhoramento, em busca de variabilidade e em função da região (por exemplo, para variabilidades tolerantes à seca, buscava-se no Nordeste, ou resistentes à bacteriose, coletava-se na região Centro-Oeste). Assim, a regionalização dos BAGs teve o objetivo de manter no campo a variabilidade genética de cada região, de modo a fornecer material genético para pesquisa de forma situada.

Entre os BAGs, o Banco Regional de Germoplasma de Mandioca do CNPMF (em Cruz das Almas – BA) é considerado o principal, pois além de ser o BAG Regional para o Nordeste e Tabuleiros Costeiros, ele compõe a unidade da Embrapa responsável pela pesquisa e desenvolvimento do agronegócio com a mandioca, recebendo as demandas de intercâmbio e solicitação de germoplasma (CORDEIRO et al., 2000). Nesta unidade também foi montada uma estrutura para a conservação de coleções *in vitro*, estando a espacialização e descentralização da conservação *in vitro* também contemplada nos objetivos futuros da Embrapa.

Outro marco na evolução da conservação de germoplasma foi a emergência do conceito de Coleção Nuclear (CN), anteriormente definida. O Cenargem aprovou um projeto que viabilizou a construção de coleções nucleares, dentre elas a de mandioca.

Para a construção da CNMB houve um trabalho de levantamento nos BAGs que durou dois anos, contemplando as principais instituições de pesquisa agropecuária do país, seguido da organização dos dados de passaporte de cada amostra. Nesse trabalho foram identificadas 14 coleções de germoplasma (BAGs), na época com 4.500 mil acessos, mas com cerca de 30% (em torno de 1.500) de acessos duplicados, o que levou à empresa à constatação da necessidade de solucionar o problema da duplicação, que aumenta muito os custos, representando um desperdício de investimentos na conservação. Isso porque cada BAG tinha seu sistema de registro. Essa constatação impulsionou a constituição da Coleção Nuclear de Mandioca Brasileira, uma estratégia de “enxugar” os BAGs, estabelecendo padrões para o

registro das amostras conservadas. A reunião latino-americana sobre recursos genéticos de mandioca, realizada pelo CNPMF em parceria com o CIAT, em Cruz das Almas - BA, no ano de 1995, foi um evento importante nesse sentido e contou com a participação de diversas instituições brasileiras e especialistas em recursos genéticos de países da América Latina. Foi a partir desta reunião que se estabeleceram diretrizes de atualização e padronização dos descritores morfológicos e agronômicos disponíveis para a mandioca no Brasil, tendo por base aqueles utilizados na caracterização e avaliação dos acessos mantidos em coleções de germoplasma localizados em outros países na América Latina (FUKUDA; GUEVARA, 1998).

A despeito dos investimentos institucionais da Embrapa (e individualmente, por parte de pesquisadores, como o Dr. Ivo Roberto S. Costa) e de todos os avanços alcançados a partir desses esforços, no processo de organização e padronização das Coleções Ativas de mandioca no Brasil, algumas duplicações no registro das amostras conservadas persistem. A presente pesquisa, ao levantar informações sobre os acessos de *Manihot esculenta* originadas na região do Rio Negro, também aponta para outros aspectos no registro e caracterização das amostras que pedem atenção e medidas de aprimoramento, agora para garantir o cumprimento de diretrizes de acesso à informação sobre a conservação *ex situ* da espécie, vislumbrando uma nova etapa no processo de desenvolvimento da política institucional da Embrapa com relação à conservação da agrobiodiversidade.

4.2 AMOSTRAS DE *MANIHOT ESCULENTA* NOS BAGS DA EMBRAPA

De acordo com a delimitação do recorte empírico desta pesquisa, a mesma restringe-se à verificação dos BAGs de mandioca do sistema Embrapa, do qual foram considerados os dados referentes aos acessos da espécie *Manihot esculenta* nas seguintes bases de dados:

- a) BAG de Mandioca da Amazônia Ocidental (CPAA);
- b) BAG de Mandioca da Amazônia Oriental (CPATU);
- c) BAG de Mandioca do Cerrado (CPAC);
- d) BAG de Mandioca de Clima Temperado (BAGMCT);
- e) BAG de Mandioca da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMF);
- f) BAG de Mandioca do Semiárido (CPATSA)

Além dos BAGs, foi considerada a Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil e consultada a coleção *in vitro* do Cenargen.

Quatro (04) desses Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs do CPATU, do CPAC, CPACT e do CPATSA) tiveram suas bases de dados consultadas em fevereiro de 2014, nas quais se observou um número considerável de acessos de *Manihot esculenta*. Porém, as bases de dados disponibilizadas (no formato de planilhas) não informaram sobre o local de coleta dos acessos, o que dificultou a contemplação dos mesmos no levantamento (quantificação, rastreamento e distribuição geográfica dos pontos de coleta das amostras). Posteriormente, foi dado saber, por meio de informação pessoal de profissionais da Embrapa, que os referidos BAGs não conservam amostras coletada na região do Rio Negro. A tabela, abaixo, apresenta os acessos de *Manihot esculenta* existentes nos BAGs e na Coleção Nuclear.

Tabela 1 - Acessos de *Manihot esculenta* identificados em BAGs e Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil, Embrapa, Brasil, 2014.

BAG/Coleção Nuclear	Quantidade de acessos	Acessos disponíveis p/ intercâmbio	Quantidade de acessos por forma de conservação		
			Campo	<i>In vitro</i>	<i>In vitro/campo</i>
BAG de Mandioca do CPATU - PA	441	441	441	0	0
BAG de Mandioca do CPAC - DF	487	186 (TIRFA)	487	0	0
BAG de Mandioca - BAGMCT - RS	45	25	45	16	0
BAG de Mandioca do CPATSA - PE	532	60	550	0	0
BAG de Mandioca do CPAA - AM	509	-	-	-	-
BAG de Mandioca do CNPMF - BA	1.271	473	1.140	17	114
Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil	471	-	-	-	-
TOTAL	3.756				

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir de dados das Coleções Ativas de Mandioca da Embrapa.

(*) As lacunas no preenchimento dos dados na tabela 1, assim como a diferença entre a quantidade de acessos (coluna 2) e a quantidade de acessos conservados em campo (coluna 4) para o BAG de Mandioca do CPATSA, refletem a variação de padrão nas bases de dados acessadas para esse levantamento.

A coleção *in vitro* de *Manihot esculenta* do Cenargem (conservação em médio prazo) conta com 267 acessos (consultados em abril de 2014), que não puderam ser contemplados no levantamento em função de não apresentarem a informação do local onde foram coletados. É lamentável que esta coleção tenha ficado de fora do levantamento, devido a sua importância para a conservação de *Manihot esculenta*. Como já colocado, a conservação *in vitro* é umas das técnicas mais efetivas para a manutenção do germoplasma da mandioca.

A tabela abaixo mostra os acessos (amostras) de *Manihot esculenta* da região do Rio Negro identificados na Coleção Nuclear e nos Bancos Ativos de Germoplasma consultados:

Tabela 2 - Acessos de *Manihot esculenta* identificados em BAGs e Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil, Embrapa, região do Rio Negro - AM, 2014

BAG/Coleção Nuclear	Amostras no Brasil	Amostras no estado do Amazonas	Amostras no Rio Negro*
BAG de Mandioca da Embrapa Amazônia Ocidental - CPAA - AM	509 acessos	431 acessos	24 acessos
BAG de Mandioca da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical - CNPMF - BA	1.201 acessos	95 acessos	5 acessos
Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil - CNMB	471 acessos	71 acessos	16 acessos
Total	2.181 acessos	597 acessos	45 acessos

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir de dados das Coleções Ativas de Mandioca da Embrapa.

(*) Para este estudo foram considerados apenas os municípios de Barcelos, Manaus, Novo Airão, Santa Isabel do Rio Negro e São Gabriel da Cachoeira.

O BAG de Mandioca do CPAA é o que mostra maior número de acessos de *Manihot esculenta* da região pesquisada; o mesmo localiza-se em Manaus e é constituído em sua maior parte (aproximadamente 93%) por acessos do estado do Amazonas. O BAG de Mandioca do

CNPMPF, mesmo contendo uma quantidade menor de acessos da região de interesse, é maior em escala nacional, com cerca de 1.270 acessos do Brasil, e é considerado o principal Banco Ativo de Germoplasma de mandioca, pois, além de ser um banco regional, compõe a unidade da Embrapa (em Cruz das Almas – BA) responsável pela pesquisa e desenvolvimento do agronegócio com a mandioca, recebendo as demandas de intercâmbio e solicitação de germoplasma (informação pessoal³⁰; CORDEIRO et al., 2000). Já a Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil é a que possui o menor número de acessos da região pesquisada, no entanto, é a coleção mais representativa, com um total de 2.931 acessos de *Manihot esculenta* conservados sob condições de campo em sete (07) BAGs (além de coleções *in vitro* mantidas também no Cenargen, no CNPMPF e na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri) e inclui a variabilidade genética de um cultivo com um mínimo de redundância (CORDEIRO et al., 2000).

Os dados passíveis de serem aproveitados no levantamento e rastreamento dos acessos do gênero *Manihot* da região de interesse foram encontrados nas três bases de dados indicadas na tabela 2 e seguem discriminados abaixo:

a) BAG de Mandioca da Embrapa Amazônia Ocidental (CPAA): constam 447 acessos do estado do Amazonas, dos quais 24 são da região do Rio Negro, sendo três (03) do município de Barcelos, seis (06) de Manaus, um (01) de Novo Airão e quatorze (14) de Santa Isabel do Rio Negro;

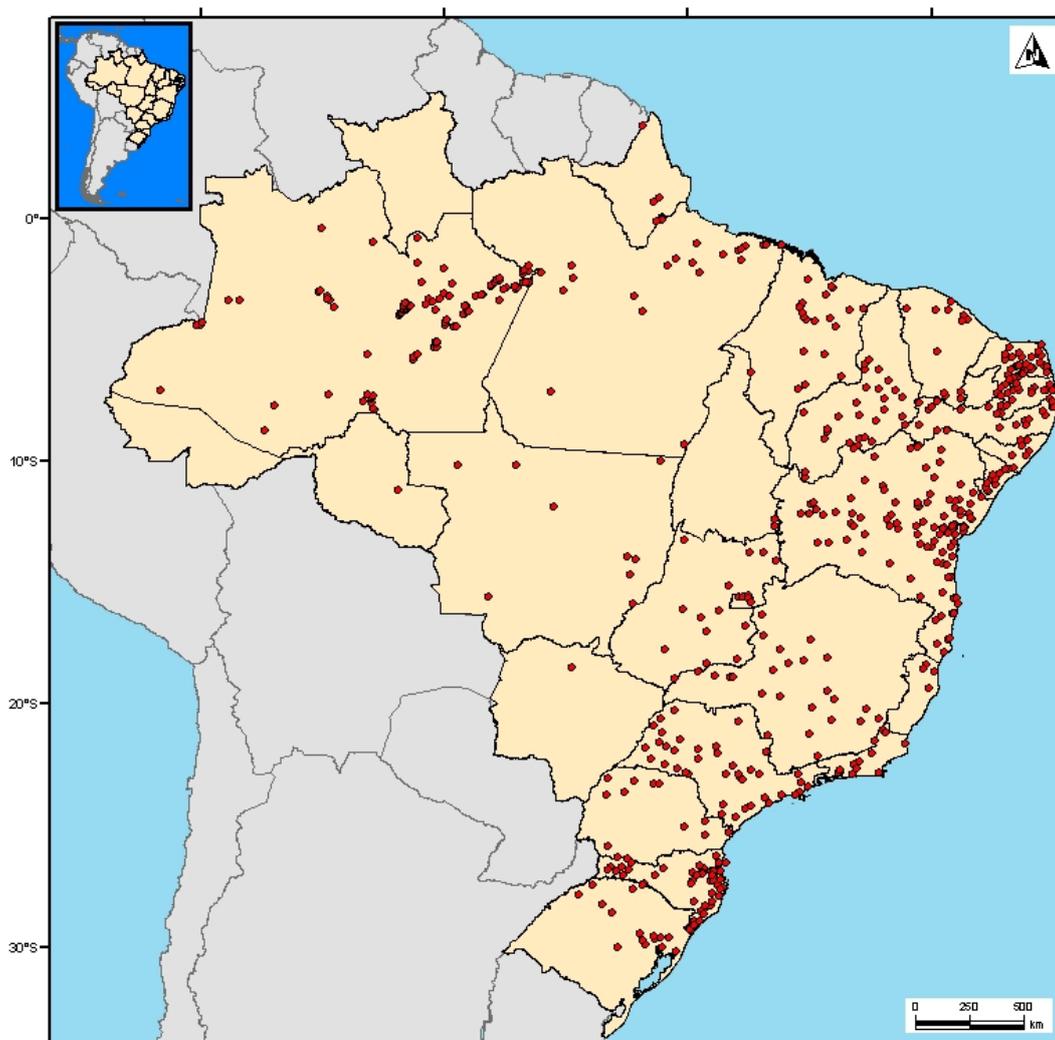
b) BAG de Mandioca do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (CNPMPF): contam 94 acessos advindos do estado do Amazonas, dentre os quais apenas cinco (05) são da região do Rio Negro, sendo quatro (04) do município de Manaus e um (01) do município de Novo Airão;

c) Coleção Nuclear de Mandioca Brasileira: constam 71 acessos do estado do Amazonas, desse total, 16 coletados na região do Rio Negro, dos quais um (01) é de Novo Airão, dois (02) de Manaus e treze (13) de Santa Isabel do Rio Negro.

Para o mapeamento dos pontos de coleta dos acessos de *Manihot esculenta*, conjugou-se as três (3) bases de dados acima citadas, utilizando apenas os acessos que possuem coordenadas geográficas. A partir dessa compilação foi realizada a distribuição geográfica dos pontos de coleta, gerando os mapas a seguir.

³⁰ Informação fornecida pelo engenheiro agrônomo Dr. Ivo Roberto S. Costa (Embrapa Cenargen), em entrevista concedida à autora em junho de 2014.

Mapa 1 - Pontos de coleta dos acessos (amostras) de *Manihot esculenta* conservados na Embrapa, Brasil, 2014.

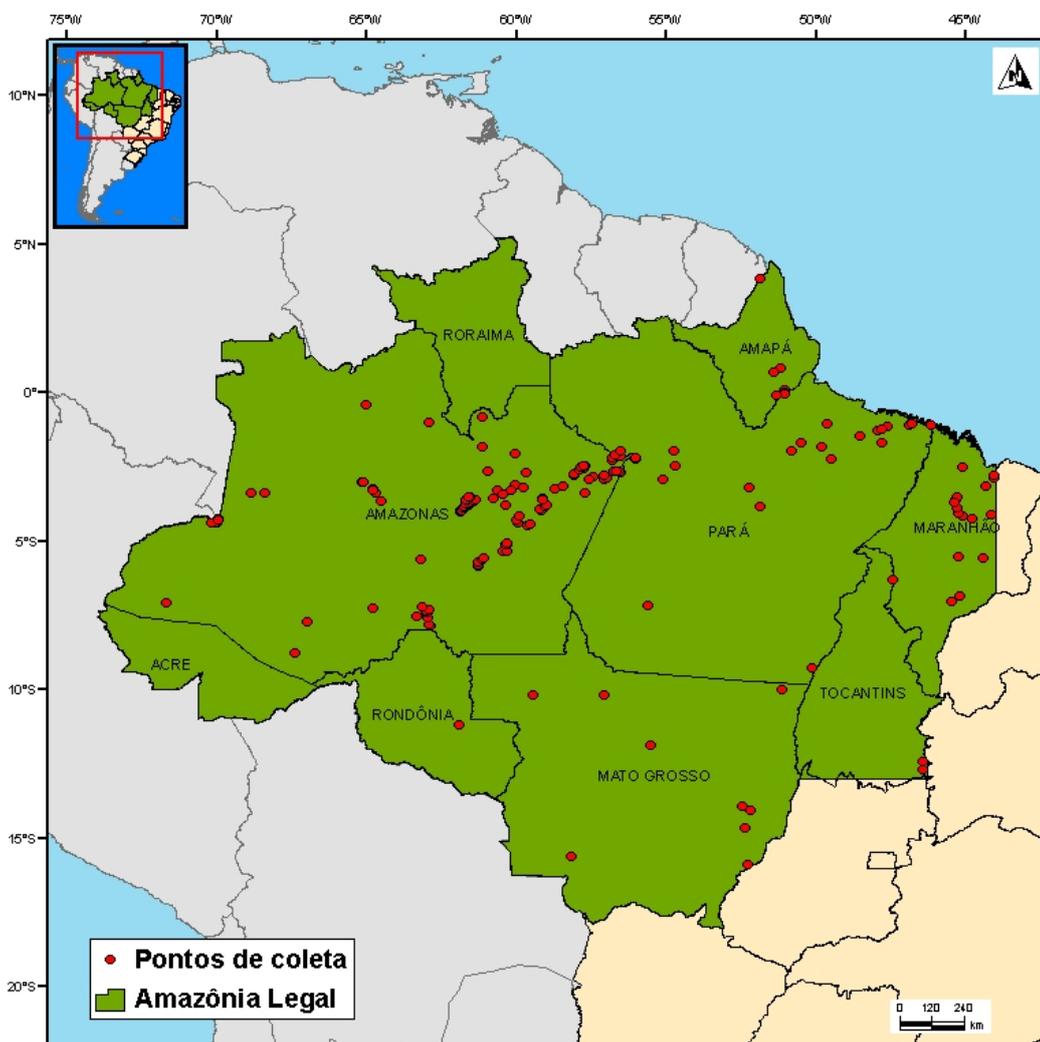


Fonte: Elaborado por Sérgio Eustáquio Noronha e Júlia Freire de Medeiros a partir de dados das Coleções Ativas de Mandioca da Embrapa.

O Mapa 1 mostra a distribuição geográfica dos pontos de coleta dos acessos de *Manihot esculenta* acessados no território nacional e conservados na Embrapa sob condições de campo nos BAG do CPAA, do CNPMF e os constantes da Coleção Nuclear de Mandioca Brasileira. Embora a pesquisa não abranja todo o país, optou-se por trazer a distribuição das coletas em âmbito nacional com o intuito de obter uma visualização mais ampla antes de focalizar a área de interesse. Por meio desse mapa, verifica-se que as áreas de maior concentração das coletas localizam-se no Nordeste e no Sul do país, diferentemente do que se

esperava, ou seja, que a Amazônia se destacasse com um maior número de acessos, tendo em vista a importância do gênero em sistemas agrícolas tradicionais na região.

Mapa 2 - Pontos de coleta dos acessos de *Manihot esculenta* conservados na Embrapa, Amazônia Legal, 2014.

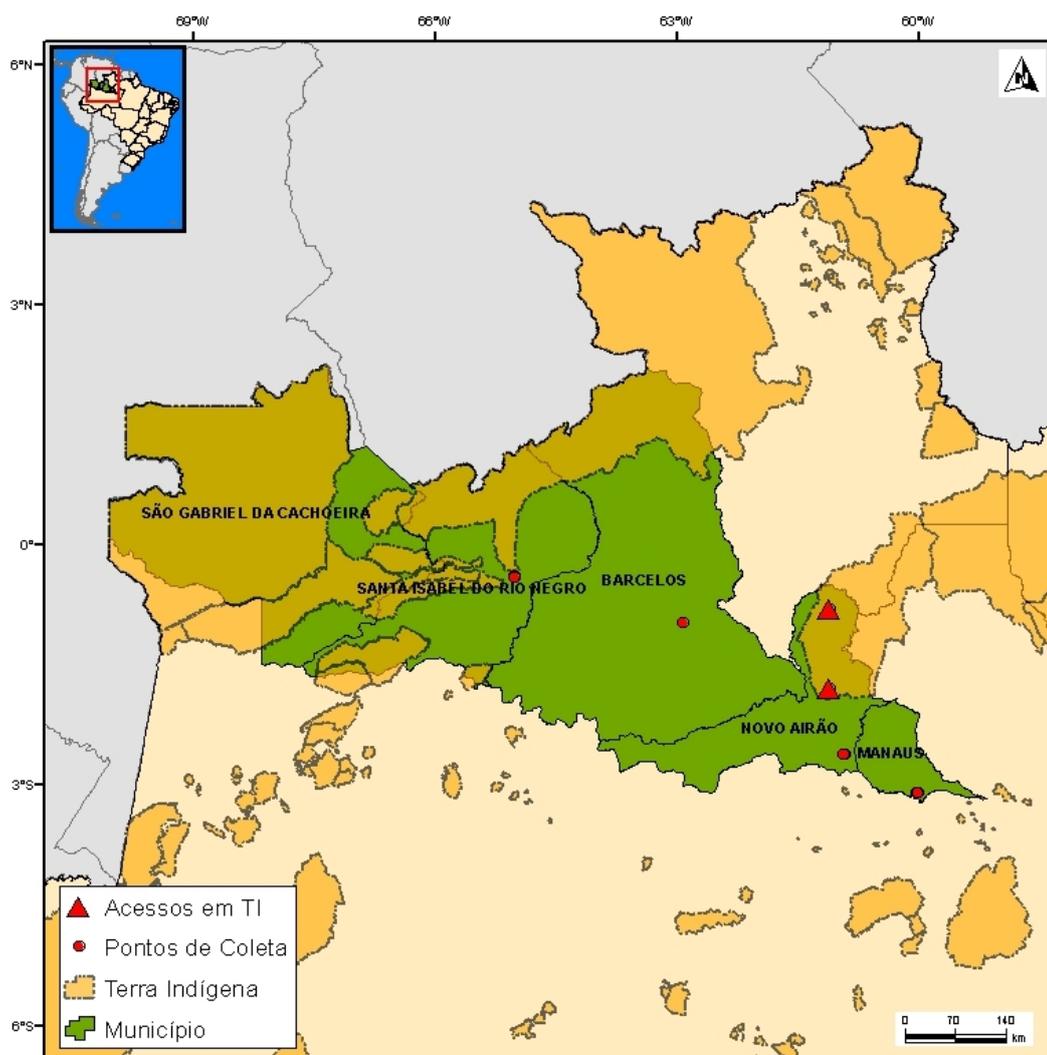


Fonte: Elaborado por Sérgio Eustáquio Noronha e Júlia Freire de Medeiros a partir de dados das Coleções Ativas de Mandioca da Embrapa.

Ainda na perspectiva de partir de uma visão ampla e gradualmente aproximar-se da região de interesse, no Mapa 2, distribuiu-se geograficamente, dentro do perímetro da Amazônia Legal, os pontos de coleta dos acessos de *Manihot esculenta* conservados na Embrapa sob condições de campo nos BAGs do CPAA, do CNPMF e os constantes da Coleção Nuclear de Mandioca Brasileira.

Comparados os mapas 1 e 2, observa-se por meio da distribuição nacional dos acessos (Mapa 1), que não há uma predominância de pontos na Amazônia, mas sim na região Nordeste do país; região indicada por Crepaldi (1992) como centro de origem da espécie domesticada. Quando o foco recai sobre a região amazônica em si (Mapa 2), observa-se, por sua vez, uma concentração, embora não acentuada, na parte oriental (leste) do estado do Amazonas.

Mapa 3 - Pontos de coleta dos acessos de *Manihot esculenta* conservados na Embrapa, região do Rio Negro, Amazonas, 2014



Fonte: Elaborado por Sérgio Eustáquio Noronha e Júlia Freire de Medeiros a partir de dados das Coleções Ativas de Mandioca da Embrapa.

O Mapa 3, por fim, refere-se à região foco da pesquisa e mostra a distribuição geográfica dos pontos de coleta dos acessos de *Manihot esculenta* conservados pela Embrapa em campo, nos BAGs do CPAA, do CNPMF e os constantes na Coleção Nuclear de

Mandioca Brasileira oriundos da área do Rio Negro, nos cinco municípios: Barcelos, Manaus, Novo Airão, Santa Isabel do Rio Negro e São Gabriel da Cachoeira.

Por meio deste mapeamento, verificam-se relativamente poucas coletas de *Manihot esculenta* nessa área. Uma região rica em agrobiodiversidade, com sistemas agrícolas tradicionais que cultivam uma ampla variabilidade de mandioca (EMPERAIRE et al., 2010), dentre outras espécies, mas como se pode observar, não contam com muitos acessos conservados *ex situ* pela Embrapa.

Tabela 3 - Acessos de *Manihot esculenta* por município, região do Rio Negro, 2014

Município	Número de acessos
Barcelos	2
Manaus	6
Novo Airão	2
Santa Isabel do Rio Negro	16
São Gabriel da Cachoeira	0
TOTAL	26

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados das Coleções Ativas de Mandioca da Embrapa.

No total são 26 acessos distribuídos nos quatro (04) pontos de coleta (coordenadas geográficas) indicados no mapa 3³¹. Foram localizados dois (02) acessos em Barcelos, seis (06) em Manaus, três (03) em Novo Airão, 16 em Santa Isabel do Rio Negro e nenhum em São Gabriel da Cachoeira. O reduzido número de amostras coletadas na região do Rio Negro se deve também, em parte, ao fato desta região ser de difícil acesso, onde os deslocamentos ocorrem prioritariamente por via fluvial, frequentemente apresentando percursos acidentados com fortes corredeiras. Outro aspecto a ser observado refere-se aos critérios adotados pela Embrapa para a determinação dos locais de coleta, os quais são orientados por demandas de

³¹ No mapa referente à região do Rio Negro constam seis (06) pontos de coleta, mas na realidade são quatro (04). Este erro se deve à problemática de duplicação dos acessos/amostras registrados nas bases de dados e é ilustrativo dos desafios dessa pesquisa no que diz respeito ao acesso e à leitura do sistema de registro de germoplasma da Embrapa, em processo de organização e padronização.

pesquisa da empresa em busca de variabilidades das espécies com foco voltado aos programas de melhoramento.

Vale ainda esclarecer que o total de acessos do levantamento (35 acessos) difere do total do mapeamento (26 acessos), devido a este último ter contemplado apenas os acessos passíveis de localização geográfica. A partir da distribuição espacial, verifica-se a sobreposição de acessos num mesmo ponto de coleta (vários acessos registrados numa mesma coordenada geográfica). A maioria desses acessos foram plotados nas coordenadas geográficas das sedes municipais. Não necessariamente essas coletas ocorreram neste exato local, mas tendo em vista as dificuldades iniciais de acesso à tecnologia GPS, alguns coletores podem ter optado por indicar dados genéricos de localização da sede dos municípios, na impossibilidade de oferecer coordenadas precisas do lugar de coleta. Essa inferência foi confirmada por coletores e demais profissionais da Embrapa³². A ausência das coordenadas geográficas naturalmente dificulta o rastreamento e identificação dos acessos cujas coletas ocorreram em terras tradicionalmente ocupadas.

A distribuição espacial dos pontos de coleta indica apenas uma amostra de *Manihot esculenta* evidentemente acessada em território tradicional, situado no município de Novo Airão, na Terra Indígena Waimiri-Atroari, que se estende pelos municípios de Presidente Figueiredo, Rorainópolis, São João da Baliza e Urucará. Neste ponto de coleta foram registrados dois (02) acessos com os seguintes códigos de identificação: BRA 64041 e BRA 59510³³.

Embora o levantamento tenha apontado dois (02) acessos de *Manihot esculenta* advindos do município de São Gabriel da Cachoeira, não foram localizados nos mapas pontos de coleta nessa área, em função da ausência das coordenadas geográficas destes acessos. Este município possui 80% de sua extensão territorial constituída por terras indígenas com uma grande variedade de povos: Baré, Baniwa, Kuripako, Tarian, Werekena, Arapaso, Bará, Barasana, Desana, Karapanã, Kotiria/Wanano, Kubeo, Makuna, Miriti-tapuya, Siriano, Taiwano, Tukano, Utapinozona, Tuyuka, Wa'ikhana/Piratapuyo e Yuruti, Yanomami, Yanomam, Ninam, Sanumá, Yuhup, Hup, Dâw e Nadöb.

³² Destacam-se entrevistas concedidas por MsC. Terezinha Aparecida Borges Dias e Dr. Ivo Roberto S. Costa (Embrapa Cenargen), em maio e junho de 2014, respectivamente.

³³ As seguintes denominações: BRA 64041: CNMB-128 AMARELONA, IM 116, MBRA 1445, BGM 0952 e BRA 59510: CNMB-122 JAÚ, IM 87, MBRA 475, BGM 0946 são atribuídas aos mesmos acessos, respectivamente. Essa sobreposição de denominações exemplifica o problema da duplicação de acessos, já mencionado.

No município de Barcelos, identificaram-se apenas dois (02) acessos da espécie pesquisada, ambos plotados na sede do município. No extremo norte deste município, no entanto, encontra-se a Terra Indígena Yanomami. Em Manaus, os seis (06) acessos verificados estão todos plotados na sede municipal. Em ambos os municípios a sede encontra-se distante de terras indígenas o que torna menos provável a possibilidade de algumas dessas amostras terem sido coletadas em territórios tradicionais.

Já no município de Santa Isabel do Rio Negro, há forte presença de territórios etnicamente diferenciados, com as Terras Indígenas (TI) Yanomami, do povo Yanomami e seus subgrupos; TIs Médio Rio Negro II e Médio Rio Negro I, habitadas pelos povos Baniwa, Baré, Desana, Makú, Tariána, Tukano; TI Rio Téa com os povos Baré, Desana, Makú, Piratapúya, Tukano; TI Uneiuxi com os povos Makú, Tukano; TI Maraa Urubaxi com os povos Kanamari, Makú. Como se pode ver no Mapa 3, estas TIs estão próximas à sede do município, onde estão plotados os acessos. Levando em conta a inexatidão da localização geográfica dos pontos de coletas, já mencionada, e a escassez de informações georreferenciadas mais acuradas, podemos inferir que algumas dessas amostras de mandioca possam ter sido coletadas nesses territórios etnicamente diferenciados e cultivadas por seus respectivos povos indígenas.

4.3 ACESSOS DE MANIHOT NOS HERBÁRIOS

Além do levantamento junto aos BAGs, esta pesquisa recorreu às bases de dados de dois herbários. Vale lembrar que, embora a função dos herbários difira do papel dos BAGs, ambos são de extrema importância em se tratando da conservação de recursos genéticos vegetais. Os BAGs, que são um dos ramos da conservação *ex situ*, exercem como principal função a conservação de material genético que permite, sobretudo, a reprodução/perpetuação das espécies e, dentre outras funções, o melhoramento genético. Já os herbários servem como instrumento para a realização da identificação de parte ou do todo de plantas (GUEDES; GOEDERT; BUSTAMANTE, 1998) com a função precípua de apoiar estudos taxonômicos ou investigação molecular, dentre outras. Em se tratando de coleta das variedades silvestres para fins de estudo taxonômico na Embrapa, continuaram sendo realizadas pelo Cenargen, lideradas pelo Dr. Costa Allem e conservados em herbários. A caracterização e o reconhecimento de variabilidades de *Manihot esculenta* são feitos por meio de descritores

morfológicos e agronômicos como mencionado, diferentemente de grande parte das espécies, para as quais se utilizam as exsicatas³⁴. No caso do gênero *Manihot*, os herbários mantêm exemplares, em sua maioria, de parentes silvestres de *Manihot*.

[...] eles são a fonte principal para a identificação de quaisquer vegetais, tanto para pesquisas básicas e aplicadas, quanto para informações de uso prático. [...] e testemunham o material vivo coletado, que é o caso dos acessos de germoplasma obtidos para pesquisas básicas e/ou para conservação *ex situ* (WALTER; CAVALCANTI, 2005, p. 218-219).

Tendo em vista essa definição, adotou-se como medida complementar ao levantamento a consideração dos herbários da Embrapa e do Inpa, de modo a verificar o que estes mantêm do gênero *Manihot*, se haveria espécimes coletados na região de interesse da pesquisa e exsicatas correspondentes aos acessos conservados nos BAGs. A tabela 4 mostra, em números totais, o que foi encontrado.

Tabela 4 - Espécimes do gênero *Manihot* mantidos em herbários, região do Rio Negro, Amazonas, 2014.

Herbário	Amostras no Brasil	Amostras no estado do Amazonas	Amostras na região do Rio Negro
Herbário CEN / Embrapa - DF	3.736 espécimes	4 espécimes	1 espécime
Herbário IAN - Embrapa - PA	26 espécimes	0 espécimes	0 espécime
Herbário INPA	224 espécimes	22 espécimes	2 espécimes

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados obtidos no sistema online dos herbários..

Na base de dados do Herbário CEN (sistema online) foram encontrados 3.736 espécimes do gênero *Manihot* em âmbito nacional, quatro (04) do estado do Amazonas e apenas uma (01) oriunda da região do Rio Negro, do município de Barcelos, além de 234

³⁴ Exsicata: exemplar prensado ou às vezes dissecado de uma espécie de planta e que normalmente fica depositado no herbário (fonte: Projeto Orchidstudium. Glossário).

Exsicata é uma amostra da planta herborizada (seca e prensada). O espécime é um exemplar de qualquer espécie de animal ou vegetal – o indivíduo representativo. Voucher é exsicata codificada ou o ID de um espécime herbarizado, que permite o seu rastreamento nos bancos de dados.

exsicatas de gêneros variados coletados nos municípios focalizados pela pesquisa (9 em Barcelos, 212 em Manaus, 4 em Novo Airão, nenhum acesso registrado em Santa Isabel do Rio Negro e 9 em São Gabriel da Cachoeira). Já na base de dados do Herbário IAN (sistema *online*) não verificou-se nenhuma exsicata do gênero *Manihot* que tivesse origem nos municípios acima citados, nem tampouco no estado do Amazonas, embora constasse com 26 exsicatas do gênero de outras partes do país.

Em função do resultado encontrado nos herbários CEN e IAN – apenas uma exsicata da espécie *Manihot esculenta* da região de interesse –, e visando obter um parâmetro comparativo, optou-se por consultar o banco de dados *online* do Herbário Inpa, no qual foram identificadas (em maio de 2014) 224 exsicatas do Brasil, 22 do estado no Amazonas e apenas duas (02) da região de interesse, no município de Manaus.

Em resumo, verificou-se uma quantidade ínfima de espécimes do gênero *Manihot* da região do Rio Negro, a exemplo do Herbário CEN onde, de um total de 3.736 espécimes, apenas um (01) é da região pesquisada, quantidade ainda bem inferior a de acessos de germoplasma encontrados.

Tendo em vista o caráter agrobiodiverso da região do Rio Negro, que além da rica variabilidade genética de plantas cultivadas (*on farm*) ainda mantém uma ampla gama de parentes silvestres no entorno, que favorece a conservação *in situ*, valeria uma investigação sobre os motivos de a região ser pouco otimizada em termos de coleta de material genético, tanto para fins taxonômicos quanto de conservação de germoplasma. Esse quadro atribui-se, entre outras razões que a esta pesquisa não coube explorar, à dificuldade de acesso à região e ao fato das coletas serem orientadas por demandas dos programas de melhoramento, predominantemente voltados ao agronegócio.

Ainda nesse aspecto, vale mencionar que o pesquisador e coletor do gênero *Manihot*, Antônio Costa Allem, responsável por grande parte das coletas do gênero na região amazônica, motivado por interesse prioritariamente taxonômico, liderou largas coletas do gênero *Manihot* na Amazônia e mesmo no estado do Amazonas, porém numa área distinta da focalizada pela pesquisa.

Abordando mais uma vez a relação entre herbários e BAGs, cabe mencionar a desejável complementariedade entre essas estratégias de conservação dos recursos genéticos vegetais, onde os herbários deveriam espelhar os BAGs e as coleções *ex situ*, guardando, para os acessos de germoplasma, correspondentes (ou testemunhos) em exsicatas. Esta seria uma medida adequada, em especial quando considerada a necessidade de identificação taxonômica

das espécies conservadas. Nesse sentido, Walter e Cavalcanti (2005) nos esclarecem sobre a importância de manter o registro permanente das populações originais, tendo em vista os processos de regeneração e/ou ciclos de multiplicação pelos quais passam os acessos, sob condições edafoclimáticas distintas, onde estão sujeitos a mudanças fenotípicas quando comparados às populações originais (WALTER; CAVALCANTI, 2005).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao revisitar o objetivo dessa pesquisa, verifica-se que o recorte escolhido, qual seja, inventariar os acessos da espécie *Manihot esculenta* conservadas na Embrapa, com ênfase sobre as amostras coletadas na região do Rio Negro (AM), pautou-se na demanda de povos tradicionais que cultivam a mandioca como uma variedade estruturante de seus sistemas agrícolas no Rio Negro. No registro de patrimonialização do SAT/RN foi inventariada, dentre outras espécies, uma grande variabilidade de *Manihot esculenta* (cerca de 640 tipos de manivas) (EMPERAIRE et al., 2010). A partir dessa demanda, havia a expectativa de que seria possível produzir um catálogo fotográfico com a indicação e caracterização dos acessos de *Manihot esculenta* conservadas *ex situ* na Embrapa, em um inventário que pudesse ser apreciado pelas comunidades e confrontado com o inventário de mandioca do SAT/RN.

Esta pesquisa demonstra que os bancos de dados da Embrapa, ou sistema de registro dos acessos de germoplasma, são estruturados por meio de dados de passaporte e descritores de cunho técnico, catalogando amostras vegetais através de um código identificador. Os descritores utilizados pelo Dossiê de registro do SAT/RN diferem daqueles utilizados pela Embrapa. Esta diferença de abordagem desfavorece a confrontação da variabilidade das coleções *ex situ* com a variabilidade do SAT/RN, cujos descritores são basicamente morfológicos e se utilizam de critérios descritivos baseados na origem social, geográfica ou individual em suas denominações, além da caracterização social do sistema (EMPERAIRE et al., 2010).

A pesquisa indica ainda alguns pontos que merecem ser retomados para fins de reflexão:

I) Embora a região do Rio Negro, focalizada pela pesquisa, seja rica em termos de variabilidade genética de mandioca, em função dos sistemas agrícolas tradicionais cultivados por povos indígenas e comunidades tradicionais, a Embrapa mantém conservado *ex situ* um número relativamente reduzido de amostras (germoplasma) de *Manihot esculenta* acessadas nessa região; II) Ainda que as coletas para os BAGs da Embrapa sejam orientadas pela demanda de programas de melhoramentos, e apesar do difícil acesso à região do Rio Negro, persiste o questionamento em relação a não otimização das coletas nesta área, considerando que, em se tratando de conservação de espécies, neste momento crítico de alto índice de erosão genética, se faz necessário que a responsabilidade sobre a salvaguarda dos parentes

silvestres e de toda a variabilidade deste patrimônio seja compartilhada pelos atores da conservação *ex situ*, posto que as comunidades tradicionais já dão conta da conservação *on farm* e *in situ*; III) A necessidade de aprimoramento do sistema de registro dos acessos de germoplasma conservados na Embrapa no que diz respeito à padronização dos dados – por exemplo, o estabelecimento de um único código identificador de maneira a evitar inúmeras denominações para um mesmo acesso; ao maior rigor no preenchimento dos dados de passaporte; à exigência na descrição do local de coleta e precisão das coordenadas geográficas; à comunicação entre os diferentes BAGs, entre outros aspectos; IV) Maior cuidado e atenção devem ser dedicados à caracterização dos acessos quando estes são introduzidos na unidade de pesquisa, pois essa é uma medida fundamental para se evitar a duplicação dos acessos, que aumenta em muito o custo de manutenção das coleções e ainda diminui a eficiência dos trabalhos de melhoramento.

A pesquisa demonstra também como a ausência de dados georreferenciados caracterizam-se como limitante para a identificação e o rastreamento dos acessos do germoplasma conservado. Assim, ressalta-se a importância de ter registrado para cada acesso conservado suas informações referentes ao local onde foi coletado, não somente o município, mas também as coordenadas geográficas, além da descrição do local de coleta, o que não só possibilitaria o mencionado rastreamento como favoreceria uma caracterização cultural e geográfica de determinado gênero ou espécie. A partir da identificação da origem mais precisa do germoplasma conservado, poder-se-ia conhecer o contexto do cultivo daquela espécie; se é cultivada em áreas etnicamente diferenciadas (Terras Indígenas e comunidades tradicionais) ou mesmo na agricultura familiar; os povos que a cultivam; se é cultivada em sistemas agrícolas tradicionais; que tipos de uso são praticados, dentre outros aspectos.

O processo de levantamento testemunha dificuldades funcionais no que tange ao acesso à informação referente aos materiais genéticos conservados na Embrapa, que merece atenção, especialmente no caso de uma empresa pública, credenciada pelo CGEN como fiel depositária. Nesse quesito, cabe ressaltar que uma das metas do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO) a ser cumprida até o presente ano de 2014 é: “Regulamentar um procedimento para acesso pelas agricultoras e agricultores organizados aos bancos de germoplasma de trabalho nas diversas unidades da Embrapa” (CÂMARA INTERMINISTERIAL DE AGROECOLOGIA E PRODUÇÃO ORGÂNICA, 2013, p. 62). Diante desse quadro, e tendo a Embrapa como responsável pelo cumprimento de tal meta, avalia-se o momento como propício à expressão e ao fortalecimento das demandas das

comunidades pela abertura dos BAGs e pelo acesso equitativo que favoreça a repatriação de amostras vegetais, assim como ao diálogo simétrico dos agricultores com os pesquisadores e curadores. Afinal, ambos protagonizam aspectos complementares na função de guardiões da agrobiodiversidade. Como mencionado anteriormente, a salvaguarda da agrobiodiversidade torna-se mais eficiente quando contempla as distintas estratégias de conservação *ex situ*, *in situ* e *on farm*.

Embora haja alguns casos de repatriação de germoplasma para as comunidades tradicionais e que, atualmente, exista uma demanda em nível governamental, pelo Planapo, para a abertura dos BAGs, a viabilidade e instrumentalização dessa abertura, na prática, ainda deve ser construída, no sentido de consolidar o acesso ao germoplasma conservado *ex situ* e às informações associadas, especialmente das comunidades de agricultores que são os guardiões da agrobiodiversidade.

Nesse sentido, e para facilitar o diálogo e o reconhecimento das variedades de *Manihor esculenta* conservadas nos BAGs da Embrapa, por parte dos agricultores, conviria considerar a possibilidade de compor um catálogo fotográfico, a partir dos acessos mantidos em campo pela empresa.

Além disso, recomenda-se a visita dos guardiões locais da agrobiodiversidade aos Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) em campo para o reconhecimento e possível comparação com as espécies e variedades dos sistemas agrícolas tradicionais, a exemplo de algumas visitas já realizadas por representantes Krahô às coleções da Embrapa.

Reunindo as reflexões que perpassam esta pesquisa, e, no sentido de sintetizar seus resultados em uma proposição mais abrangente, ressalta-se o reconhecimento de que a efetiva conservação da agrobiodiversidade deve contemplar as distintas estratégias de conservação – *ex situ*, *in situ* e sob cultivo (*on farm*) – e depende de uma gestão compartilhada.

REFERÊNCIAS

ALLEM, A. C. **Evolutionary relationships in the Brazilian Manihot species**. Trabalho apresentado no Workshop “Manihot Taxonomy and Conservation”. In: INTERNATIONAL CENTER FOR TROPICAL AGRICULTURE (CIAT), Cali, Colombia, 7-11 November, 1995.

ALLEM, A. C. **The Origins and Taxonomy of Cassava**. CAB International 2002. Cassava: Biology, Production and Utilization (eds R. J. Hillocks, J. M. Thresh and A. C. Bellotti).

ALLEM, A. C. et al. Coleta, conservação, caracterização e uso de germoplasma de mandioca e espécies silvestres de *Manihot*. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Eds). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005.

ANDRADES, T. O. de; GANIMI, R. N. Revolução Verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, Juiz de Fora, v. 21, p. 43-56, 2007. Disponível em: <http://www.cesjf.br/revistas/cesrevista/edicoes/2007/revolucao_verde.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2014.

BALICK, M. J. Collecting tropical plant germoplasma. In: CAMPBELL, D. G.; HAMMOND, H. D. (Ed.). **Floristic inventory of tropical countries**. New York: The New York Botanical Garden: Word Wildlife Fund, 1989. p. 476-481.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade. **A Convenção da Diversidade Biológica – CDB**. Coord. geral Braulio F. S. Dias. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2000. (Série Biodiversidade n. 1).

_____. **Decreto nº 7.794**, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm>. Acesso em: 16 abr. 2014.

_____. **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. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2186-16.htm>. Acesso em: 16 abr. 2014.

BUSTAMANTE, P. G.; FERREIRA, F. R. Accessibility and exchange of plant germoplasma by Embrapa. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* S1: 95-98, 2011. Brazilian Society of Plant Breeding. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-70332011000500016>. Acesso em: 15 jun. 2014.

BROWN, A. H. D. The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them in situ on farms. In: BRUSH, S. B. (Ed.). **Genes in the field: On-farm conservation of crop diversity**. Boca Raton, FL: Lewis Publ., International Development Research Centre, International Plant Genetic Resources Institute, 2000. p. 29-48. Disponível em: <https://hdl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/27208/1/114610_p29-48.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2014.

BRUSH, S. B. Farmer's rights and genetic conservation in traditional farming systems. *World Development*, v. 20, n. 11, p. 1617-1630, 1992.

CÂMARA INTERMINISTERIAL DE AGROECOLOGIA E PRODUÇÃO ORGÂNICA. **Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PLANAPO**. Brasília, DF: MDS; CIAPO, 2013. Disponível em: <http://portal.mda.gov.br/portal/arquivos/view/BrasilAgroecologico_Baixar.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2014.

CAPOBIANCO, J. P. R. Apresentação. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Parentes Silvestres das Espécies de Plantas Cultivadas**. Brasília, DF: MMA, 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/_publicacao/89_publicacao17032009031729.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2014.

CARVALHO, L. J. C. B. Biodiversidade e biotecnologia em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, XI., 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Governo do Estado de Mato Grosso do Sul; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.

CLEMENT, R. C. et al. Conservação on farm. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. Disponível em: <https://www.inpa.gov.br/cpca/charles/pdf/Clement_onfarm.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2014.

CORADIM, L. Parentes Silvestres e Variedades Crioulas das Espécies de Plantas Cultivadas no País. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Parentes Silvestres das Espécies de Plantas Cultivadas**. Brasília, DF: MMA, 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/_publicacao/89_publicacao17032009031729.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2014.

CORDEIRO, C. M. T. et al. **A Coleção nuclear de mandioca no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. (Boletim de Pesquisa, 12).

CORREA, C.; WEID, J. M.; **Variedades crioulas na ei de Sementes: avanços e impasses**. *Agriculturas* – v. 3, n. 1, p. 12-14, abril 2006. Disponível em: <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/brazil/1-das-praticas-as-politicas-publicas/variedades-crioulas-da-lei-de-sementes-avancos-e/at_download/article_pdf>. Acesso em: 15 jun. 2014.

CREPALDI, I. C. A origem, evolução e geografia da mandioca: uma revisão. *Sitientibus*, Feira de Santana, n. 10, p. 89-94, jul./dez. 1992. Disponível em: <http://www2.uefs.br/sitientibus/pdf/10/origem_evolucao_e_geografia_da_mandioca.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2014.

CUNHA, M. C. Excertos relativos à agrobiodiversidade provenientes da encomenda feita pelo MCTI a Manuela Carneiro da Cunha de um estudo intitulado **Bases para um programa brasileiro de pesquisa intercultural e de fortalecimento da produção local de conhecimentos**. Encomenda do MCTI 2013-2016. Brasil, 20--.

DIAS, T. A. B. et al. Sementes Tradicionais Krahô: historia, estrela, dinâmicas e conservação. **Agriculturas**, v. 11, n. 1, p. 9-14, abr. 2014. Disponível em: <<http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2014/05/Artigo-1.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

EMPERAIRE, L. et al. **Dossiê de registro do Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro**. Brasília: ACIMRN / IPHAN / IRD / Unicamp-CNPq, 2010.

EMPERAIRE, L.; VELTHEM; L. van; OLIVEIRA, A. G. de. Patrimônio cultural imaterial e sistema agrícola: o manejo da diversidade agrícola no médio Rio Negro Amazonas. In: REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANTROPOLOGIA, 26., 2008, Porto Seguro, Bahia. **Anais...** Bahia: UFBA, 2008. Disponível em: <http://www.abant.org.br/conteudo/ANAIS/CD_Virtual_26_RBA/grupos_de_trabalho/trabalhos/GT%2013/GT13_Emperaire_van_Velthem_Oliveira.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema de Curadorias**. Apresentação. Brasília, 20 junho 2014. Disponível em: <<http://www.cenagen.embrapa.br/curadorias/>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

_____. Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Agrobiodiversidade a serviço do agricultor**. Brasília, DF: 2014.

_____. **Embrapa amplia o maior banco genético da América Latina**. 17/04/14. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1645255/embrapa-amplia-o-maior-banco-genetico-da-america-latina>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

ENGELS, J. M. M.; ARORA, R. K.; GUARINO, L. An introduction to plant germoplasma exploration and collecting: planning, methods and procedures follow-up. In: GUARINO, L.; RAO, V. R. (Ed.). **Collecting plant genetic diversity: technical guidelines**. Wallingford, Oxon, UK: Cab International, 1995. p. 31-63.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ - ESALQ. **Glossário Agrícola**. Casa do produtor rural – ESALQ/USP, s/d. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/glossario.php?busca=maniva>>. Acesso em: 12 jun. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATION. **Twenty-fifth Session**. Rome, 11-29 november 1989.

_____. **Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture and the Leipzig Declaration**. Leipzig: FAO, 1996.

_____. **Tratado Internacional sobre os Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura (TIRFAA)**. Roma, 3 novembro 2001.

_____. **Agricultural Biotechnology** - Meeting the needs of the poor?. Roma: FAO, 2004.

_____. **The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture**. Rome, 2010.

FREITAS, F. O. **Sementes Crioulas, uma abordagem em comunidades indígenas**. Comunicado técnico 127 ; ISSN 9192-0099, Brasília, DF ; Agosto, 2005.

FUKUDA, W. M. G. et al. Variedades. In: SOUZA, L. S. et al. (Eds). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 433-454.

FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. **Descritores morfológicos e agronômicos para caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF, (Documento, 78). 1998. p.38.

FUKUDA, W. M. G. et al. **Banco de germoplasma de Mandioca: Manejo, conservação e caracterização**. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMF, 1996. (Documento, 68).

FRANKEL, O. H.; BROWN, A. H. D.; BURDON, J. J. **The conservation of plant biodiversity**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIMENES, M. A.; BARBIERI, R. L. **Manual de curadores de germoplasma vegetal: conservação em BAGs**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010.

GUEDES, A. C.; GOEDERT, C. O.; BUSTAMANTE, P. G. **Artigo “9” da Convenção sobre Diversidade Biológica (Conservação *Ex Situ*)**. Grupo de Trabalho Temático 3 (GTT3). Estratégia Nacional da Biodiversidade. Brasília, Out. 1998. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/arquivos/Conservacao%20ex%20situ.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2014.

GURGEL, F. L. et al. Localização geográfica de acessos do banco ativo de germoplasma de camucamuzeiro (*Mirciaria dubia* H.B.K. McVaugh) da Embrapa Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), XVI., Foz do Iguaçu. **Anais...**, Paraná: Inpe, 2013. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0080.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

INSTITUTO DO PATRIMONIO HISTORICO E ARTISTICO E NACIONAL. **Registro**. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/montarPaginaSecao.do?id=17741&sigla=Institucional&retorno=paginaInstitucional>>. Acesso em: 20 Maio 2014.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Santa Isabel do Rio Negro (AM) será protagonista da conservação e valorização da agrobiodiversidade**. 13 de maio de 2013. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/pt-br/tags/sistema-tradicional-agricola>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

LONDRES, F. **Seminário Nacional sobre Políticas Públicas e Experiências de Conservação de Sementes Crioulas**. Relatório. Rio de Janeiro: Articulação Nacional de Agroecologia, 2013. Disponível em: [Disponível em: <http://www.agroecologia.org.br/index.php/publicacoes/Temas%20priorit%C3%A1rios/Biodiversidade/Relatorio%20GT-Bio%20semin%20sementes%20RJ%2019nov13.pdf/download>](http://www.agroecologia.org.br/index.php/publicacoes/Temas%20priorit%C3%A1rios/Biodiversidade/Relatorio%20GT-Bio%20semin%20sementes%20RJ%2019nov13.pdf/download). Acesso em: 18 abr. 2014.

_____. Sementes da diversidade: a identidade e o futuro da agricultura familiar. **Agriculturas**, v. 11, n. 1, P. abril de 2014. Disponível em: [Disponível em: <http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2014/05/Editora-Convidada.pdf>](http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2014/05/Editora-Convidada.pdf). Acesso em: 18 abr. 2014.

LONDRES, F.; ALMEIDA, P. (Ed.). **Uso e Conservação da Biodiversidade**. Caderno do II Encontro Nacional de Agroecologia (ENA). Articulação Nacional de Agroecologia (ANA). Rio de Janeiro: Secretaria Executiva do ANA, 2007. Disponível em: [Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/Home/Extensao/GrupoTimbo/cadernobiodiversidadeANA.pdf>](http://www.fca.unesp.br/Home/Extensao/GrupoTimbo/cadernobiodiversidadeANA.pdf). Acesso em: 18 abr. 2014.

MACHADO, A. T.; SANTILLI, J.; MAGALHÃES, R. **A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. (Textos para Discussão, 34). Disponível em: [Disponível em: <http://portaledit.sct.embrapa.br/publicacoes/tecnico/folderTextoDiscussao/arquivos-pdf/Texto-34_16-01-09.pdf>](http://portaledit.sct.embrapa.br/publicacoes/tecnico/folderTextoDiscussao/arquivos-pdf/Texto-34_16-01-09.pdf). Acesso em: 18 abr. 2014.

MARIANTE, A.S.; SAMPAIO, M. J. A.; INGLIS, M. C. V. (Eds.) **Informe Nacional sobre a Situação dos Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura do Brasil**. Embrapa / Mapa. Brasília, 2008.

MATSUMOTO, K.; CARDOSO, L. D.; SANTOS, I. R. I. **Manual de curadores de germoplasma - vegetal: caracterização in vitro**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 318).

MAZZOTTI, A. J. A.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2012.

MENDES, R. A. et al. Mapeamento da Distribuição Geográfica das Espécies Silvestres Brasileiras de Manihot, com vistas à Conservação dos Parentes Silvestres e das Variedades Crioulas da Mandioca (*M. esculenta* Crantz). In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Parentes Silvestres das Espécies de Plantas Cultivadas**. Brasília, DF: MMA, 2006. Disponível em: [Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/_publicacao/89_publicacao17032009031729.pdf>](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/_publicacao/89_publicacao17032009031729.pdf). Acesso em: 16 abr. 2014.

MENDES, R. A.; ANDRADE, A. P. A. de A. Levantamento da ocorrência de espécies de Manihot no Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande, MS. Ciência e tecnologia para a raiz do Brasil. **Anais...** Campo Grande: Governo do Estado de Mato Grosso do Sul; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.

MENDES, R. A.; ALLEM, A. C.; SECOND, G. **Estabelecimento de uma coleção dinâmica de Manihot (Euphorbiaceae)**. Brasília: Embrapa. 1998. (Pesquisa em andamento).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Conservação *ex situ*, *in situ* e *on farm***. 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservação-e-promoção-do-uso-da-diversidade-genética/agrobiodiversidade/conservação-in-situ,-ex-situ-e-on-farm>>. Acesso em: 16 abr. 2014.

_____. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). **Cartilha sobre acesso ao patrimônio genético e remessa de amostra do patrimônio genético**. Brasília: MMA/Ibama, 2004. Disponível em: <http://www5.ifpi.edu.br/attachments/article/559/cartilha_acesso.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2014.

_____. **MMA Cria centro para resgatar variedades crioulas**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2004/05/30/14796-mma-cria-centro-para-resgatar-variedades-crioulas.html>>. Acesso em: 15 jun. 2014.

_____. **Espécies Exóticas Invasoras**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras>>. Acesso em: 15 jun. 2014.

NASSAR, N. M. A. Conservation of the genetic resources of cassava (*Manihot esculenta*): determination of wild species localities with emphasis on probable origin. **Economic Botany**, v. 32, n. 4, p. 311-320, 1978.

_____. Keeping options alive and threat of extinction: a survey of wild cassava survival in its natural habitat. **Gene Conserve**, v. 1, n. 1, p. 5-8, june 2002. Disponível em: <<http://www.geneconserve.pro.br/artigo002.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

NASSAR, N. M. A.; HASHIMOTO, D. Y. C. Wild cassava, *Manihot* spp.: A survey of useful species with reference to economic value. **Geneconserve**, v. 5, n. 19, p. 284-295, 2006. Disponível em: <<http://www.geneconserve.pro.br/siteantigo/artigo033.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

NEVES, R. de J. et al. Sinopse taxonômica das espécies *Manihot* Müll (Euphorbiaceae) do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia. In: REUNIÃO ANUAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E CULTURA NO RECÔNCAVO DA BAHIA - RECITEC RECÔNCAVO. 1., 2011, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Fifth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. **Decision V/5** (Agricultural biological diversity: review of phase I of the programme of work and adoption of a multi-year work programme). Nairobi, Kenya, 15 - 26 may 2000. Disponível em: <<http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7147>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

PISTORIUS, R. **Scientists, plants and politics: a history of the plant genetic resources movement**. Roma: International Plant Genetic Resources Institute, 1997. Disponível em:

<http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Scientists_plants_and_politics_24_0_01.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2014.

PRESCOTT-ALLEN, R.; PRESCOTT-ALLEN, C. How Many Plants Feed the World? **Conservation Biology**, v. 4, n. 4, p. 365-374, dec. 1990.

PRESIDENCIA DA REPÚBLICA – Casa Civil. **DECRETO Nº 7.794, DE 20 DE AGOSTO DE 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm>. Acesso em: 15 jun. 2014.

_____. **LEI Nº 10.831, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2003**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm>. Acesso em: 15 jun. 2014.

PROJETO Orchidstudium. Glossário. Disponível em: <<http://www.orchidstudium.com/glossario.html>>. Acesso em: 18 jun. 2014.

ROGERS, D. J.; APPAN, S. G. *Manihot Manihotoides* (Euphorbiaceae). New York: Hafner, 1973.

SACANDÉ, M.; BUITINK, J.; HOEKSTRA, F. A. A study of water relations in neem (*Azadirachta indica*) seed that is characterized by complex storage behaviour. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 344, p. 635-643, march 2000. Disponível em: <<http://jxb.oxfordjournals.org/content/51/344/635.full.pdf+html>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

SALOMÃO, A. N. **Manual de curadores de germoplasma – vegetal**: Glossário. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 326). Disponível em: <<http://www.cenargen.embrapa.br/curadorias/docs/manuais/doc326.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

SANTILLI, J. **A agrobiodiversidade e o acesso aos recursos fitogenéticos**: regime jurídico internacional e nacional. s/d. Disponível em: <http://uc.socioambiental.org/sites/uc.socioambiental.org/files/agrobiodiversidade%20e%20a%20cesso%20a%20recursos%20fitogeneticos-2_0.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2014.

_____. **Agrobiodiversidade e Direito dos Agricultores**. Curitiba, 2009. 404p. Tese (Doutorado em Direito) - Programa de Pós-Graduação em Direito da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://www.farmersrights.org/pdf/juliana%20santilli-phd-thesis.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

_____. **A Lei de Sementes brasileira e os seus impactos sobre a agrobiodiversidade e os sistemas agrícolas locais e tradicionais**. Belém, 2012. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum., Belém, v. 7, n. 2, p. 457-475. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-81222012000200009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jun. 2014.

SANTOS, I. R. I. Criopreservação: potencial e perspectivas para a conservação de germoplasma vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Edição Especial, Brasília, v.12, p. 70-84, 2000. Disponível em: <<http://www.cnpdia.embrapa.br/rbfv/pdfs/v12Especialp70.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

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.

SILVA, D. B. et al. Conservação de Germoplasma Semente em Longo Prazo. In: NASS L. L. (Ed.) **Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 858.

STELLA, A.; KAGEYAMA, P. Y.; NODARI, R. Políticas públicas para a agrobiodiversidade. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Agrobiodiversidade e diversidade cultural**. Brasília, DF: MMA / SBF, 2006. p. 43-58. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/_publicacao/89_publicacao21092009104952.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2014.

STUSHNOFF, C.; SEUFFERHELD, M. Cryopreservation of apple (*Malus* species) genetic resources. In: BAJAJ, Y. P. S. (Ed.). **Biotechnology in Agriculture and Forestry**, vol. 32, Cryopreservation of Plant Germplasm I. Berlin, Heidelberg / New York: Springer-Verlag, 1995. p. 87-101.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Instituto de Ciências Biológicas. **Conservação de Germoplasma no Brasil**. Verbete de aula. 2002. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/labs/lbem/aulas/grad/tge/biodiv/2002/recgenveg/congerbr.htm>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL –UFRGS. **Conceitos e definições**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/patrimoniogenetico/conceitos-e-definicoes>>. Acesso em: 12 jun. 2014.

VIEIRA, L. J. **Conservação *in vitro* e Criopreservação de Espécies de *Manihot***. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, da Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, 2013. Disponível em: <http://www2.uefs.br/ppgbiotec/portugues/arquivos/corpo%20discente/doutorado/2010/livia_jesus_vieira-tese.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2014.

WALTER, B. M. T. **Manual de curadores de germoplasma – vegetal**: coleta de germoplasma. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genético e Biotecnologia, 2010. Disponível em: <<http://www.cenagen.embrapa.br/curadorias/docs/manuais/doc309.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

WALTER, B. M. T. et al. Coleta de germoplasma vegetal: relevância e conceitos básicos. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005a.

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. A prática da coleta de germoplasma. In: WALTER, B, M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005b.

ZEIDEMANN, V. K. O Rio das Águas Negras. In: OLIVEIRA, A. A.; DALY, D. C.; VARELLA, D. (Org.). **Florestas do Rio Negro**. 1 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2001, p. 1-33.