



INSTITUTO NACIONAL DE
PESQUISAS DA AMAZÔNIA

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BOTÂNICA)

**TIPOS DE SOLO E A ORIENTAÇÃO PARA O MERCADO INFLUENCIAM NA
ESCOLHA DAS VARIEDADES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*
CRANTZ) NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DO BAIXO RIO TAPAJÓS,
PARÁ**

RAQUEL SOUSA CHAVES

Manaus, Amazonas

Maio, 2016

RAQUEL SOUSA CHAVES

Tipos de solo e a orientação para o mercado influenciam na escolha das variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) nos sistemas de produção do baixo rio Tapajós, Pará

Orientador: Dr. Charles Roland Clement

Coorientador: Dr. André Braga Junqueira

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Botânica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica.

Manaus, Amazonas

Maio, 2016

Banca julgadora:

Profa. Dra. Laure Emperaire (IRD - França) _____ aprovada

Prof. Dr. Valdely Ferreira Kinupp (IFAM) _____ aprovada

Profa. Dra. Sônia Sena Alfaia (INPA) _____ aprovada

Manaus, AM, 29 de março de 2016.

Ficha catalográfica

C512	Chaves, Raquel Sousa
	Tipos de solo e a orientação para o mercado influenciam na escolha das variedades de mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) nos sistemas de produção do Baixo Rio Tapajós, Pará / Raquel Sousa Chaves. --- Manaus: [s.n.], 2016.
	vii, 38 f.: il.
	Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2016.
	Orientador: Charles Roland Clement.
	Coorientador: André Braga Junqueira.
	Área de concentração: Botânica.
	1. Mandioca. 2. Agricultura familiar. 3. Terra preta de índio. I. Título.
	CDD 338.1

Sinopse:

Foram avaliadas roças em diferentes tipos de solo (em particular os solos antrópicos e solos adjacentes) e a orientação da produção familiar para o mercado quanto a composição das variedades de mandioca manejadas por agricultores tradicionais na Resex Tapajós-Arapuins, baixo rio Tapajós, Pará, Brasil. A composição de variedades de mandioca, bem como o manejo dos sistemas agrícolas familiares na região do baixo rio Tapajós, são influenciados pelo tipo de solo. A orientação da produção para o mercado influencia as características do sistema de cultivo, o tamanho da área manejada e a proporção de área nas roças ocupada por "variedades comerciais".

Palavras chave:

Etnobotânica, agricultura familiar, terra preta de índio, agricultura itinerante.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Charles Roland Clement, pela oportunidade, confiança depositada, paciência, apoio e orientação durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu coorientador, Dr. André Braga Junqueira, pela sua sábia contribuição na elaboração deste trabalho e pelos conhecimentos partilhados.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA pela oportunidade e contribuições em minha formação acadêmica em Ciências Biológicas com ênfase em Botânica.

Ao curso de Botânica – PPGBOT – pelo apoio durante o período de formação, em especial ao professor Mike Hopkins e as secretárias Neide e Léia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pela bolsa de estudos concedida.

Aos professores Ari de Freitas Hidalgo, Henrique dos Santos Pereira, Lin Chau Ming, e Sônia Sena Alfaia, Laure Empeaire e Valdely Kinupp pela participação na avaliação do projeto de dissertação, na aula de qualificação e defesa da dissertação.

As famílias de Naeti, Maria Elizabeth, Odenir, Elizangela, Edilberto, Nivaldo, Evanildo, Leudson, Maria Clotilde, Maria de Fátima, Guiomar, Suely, Odenis, Benedito, Raimundo, Celso, Clarice, Gerenilson, Carlos César, Clemerson, Armando, Rosindo, Rosineide, Alvaro, Maurelino, Zenóbio, Sebastião, Joaquina, Daniel e Luizangela pela disposição em compartilhar seus conhecimentos.

A equipe do Laboratório Temático de Solos e Plantas do INPA pelo apoio nas análises de solos.

Aos meus amigos que estiveram ao meu lado nesta caminhada Mariane Chaves, Emerson Pontes, Luciana Eugênio, Rubana Alves, Juliana Lins, Sebastien Pinel, que contribuíram direto ou indiretamente na construção dessa pesquisa. Yuri Feitosa pela ajuda na Análise de Componentes Principais, e Peterson pelo apoio na elaboração do mapa da área de estudo.

Aos meus amigos da Botânica com quem compartilhei momentos especiais: Lucélia, Dariene, Marcilia, Yuri, Maira, Lívia, Dirce, Laura, Maria Julia, Peterson, Cláudia Eugênio, Magno e aos demais...

Aos meus queridos pais, Maria do Rosário Sousa e Manuel Ferreira Chaves, pelo conhecimento partilhado, apoio, e ensinamentos de vida.

Aos meus irmãos Mariane, Cláudia, Angelo Ricardo e Italo por estarem presentes em mais uma página em minha vida.

Tipos de solo e a orientação para o mercado influenciam na escolha das variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) nos sistemas de produção do baixo rio Tapajós, Pará

Resumo. A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é o principal cultivo agrícola da Amazônia, com grande importância econômica e cultural, pois é à base da dieta da população rural e urbana, com destaque para as comunidades tradicionais e indígenas que manejam um grande número de variedades de mandioca. Considerando que fatores ecológicos, socioeconômicos e culturais influenciam as formas de manejo e a diversidade de variedades de mandioca cultivada por diversos grupos culturais, o presente trabalho objetivou determinar como diferentes tipos de solo (em particular os solos antrópicos e solos adjacentes) e a orientação para o mercado influenciam na escolha das variedades de mandioca manejadas por agricultores tradicionais na Resex Tapajós-Arapiuns, baixo rio Tapajós, Pará, Brasil. Foram estudadas 61 roças de 30 famílias em três comunidades ribeirinhas, em diferentes tipos de solo e diferentes graus de orientação da produção para o mercado. Foram encontradas 41 variedades de mandioca (36 mandiocas, 3 macaxeiras e 2 manicueiras). Seis variedades são cultivadas em todas as comunidades, 6 são exclusivas de Enseada do Amorim, 8 de Parauá e 10 de Surucua. Os diferentes tipos de solo amostrados foram agrupados em três categorias, definidas de acordo com a fertilidade, coloração e presença de artefatos cerâmicos: Terra Preta de Índio - TPI, com elevada fertilidade, coloração marrom escura ou preta e abundantes fragmentos cerâmicos; solos de transição com altos níveis de fósforo, matéria orgânica e alumínio, coloração marrom clara e ocorrência ocasional de cerâmica; solos adjacentes (Latossolo e Argissolo), com baixa fertilidade, coloração clara ou amarelada e sem artefatos cerâmicos. Vinte e cinco variedades são cultivadas em todos os solos, sendo sete comuns para os três tipos, 2 exclusivas de TPI, 11 de “solos de transição” e 3 de solos adjacentes. Os agricultores têm preferência por variedades de ciclo curto em solos mais férteis e variedades de ciclo longo em solos menos férteis. As TPI são manejadas mais intensivamente, como menor período de pousio ($4,0 \pm 1,2$ anos) e mais ciclos produtivos consecutivos ($3,6 \pm 0,5$) antes do pousio; solos de transição apresentam valores intermediários, tanto em relação ao tempo de pousio ($6,0 \pm 1,6$ anos) quanto ao número de ciclos produtivos ($2,9 \pm 0,4$); Latossolo e Argissolo apresentam um pousio longo ($10,0 \pm 1,2$ anos) e o número de ciclos produtivos consecutivos é menor ($2,0 \pm 0,0$). O direcionamento da produção de farinha de mandioca para o mercado está relacionado com o tamanho das roças e com a área ocupada com “variedades comerciais”. Famílias que destinam ao mercado entre 50 e 80% da produção manejam áreas de $1,65 \pm 0,49$ ha, cada uma com $0,66 \pm 0,20\%$ da área ocupada por variedades comerciais; famílias que destinam mais de 80% manejam áreas maiores, $2,61 \pm 1,07$ ha, e as variedades comerciais ocupam $0,73 \pm 0,17\%$ da área das roças. Em contraste, famílias que destinam menos que 50% da produção de farinha de mandioca para o mercado manejam áreas menores $0,58 \pm 0,12$ ha e as variedades comerciais ocupam proporcionalmente uma área menor $0,49 \pm 0,19\%$. Em conclusão, a composição de variedades de mandioca, bem como o manejo dos sistemas agrícolas familiares na região do baixo rio Tapajós são influenciados pelo tipo de solo. A orientação da produção para o mercado influencia as características do sistema de cultivo, bem o tamanho da área manejada e a proporção de área nas roças ocupada por “variedades comerciais”.

Soil types and market orientation influence manioc varietal choice (*Manihot esculenta* Crantz) in production systems along the lower Tapajós River, Pará

Abstract. Manioc (*Manihot esculenta* Crantz) is the main agricultural crop in Amazonia, with great economic and cultural importance, as it is the basis of the diet of rural and urban populations, especially traditional and indigenous communities that manage a large number of manioc varieties. Ecological, socioeconomic and cultural factors, such as soil type, soil fertility and market orientation, influence the forms of management and the diversity of cassava varieties cultivated by different cultural groups. This study investigates how different soil types (especially anthropogenic soils and adjacent soils) and market orientation influence the selection of manioc varieties managed by smallholder farmers in the Resex Tapajós-Arapiuns, lower Tapajós River, Pará, Brazil. Sixty-one fields of 30 family farms were studied in three riverside communities, with different soil types and different degrees of market orientation. A total of 41 manioc varieties were found (36 bitter manioc, 3 sweet manioc and 2 manicuera varieties). Six varieties are cultivated in all communities, 6 are unique to Enseada do Amorim, 8 to Parauá and 10 to Surucuá. The different soil types were grouped into three categories, defined according to soil fertility, color and presence of ceramic artifacts: *Terra preta*, with high fertility, dark brown or black color and abundant ceramic fragments; transitional soils, with high levels of phosphorous, organic matter and aluminum, light brown color and occasional occurrence of ceramics; adjacent soils, with low fertility, light color and without ceramic artifacts. Twenty five varieties are cultivated in all soils, with seven common to the three soil types, 2 exclusive to *Terra preta*, eleven to transitional and three to adjacent soils. Farmers prefer to grow short cycle varieties in the most fertile soils and long cycle varieties in less fertile soils. *Terra preta* are managed more intensively, with a shorter fallow period (4.0 ± 1.2 years) and more consecutive productive cycles (3.6 ± 0.5); transitional soils have intermediate fallow durations (6.0 ± 1.6 years) and number of consecutive production cycles (2.9 ± 0.4), while adjacent soils have longer fallows (10.0 ± 1.2 years) and fewer consecutive production cycles (2.0 ± 0.0). The market orientation of manioc flour production is related to the size of fields and the area occupied by "commercial varieties". Farmers that allocate between 50 and 80% of the market produce areas of 1.65 ± 0.49 ha, each with $0.66 \pm 0.20\%$ of the area occupied by commercial varieties; Families that destine more than 80% manage larger areas, 2.61 ± 1.07 ha, and commercial varieties occupy $0.73 \pm 0.17\%$ of the area of the plantations. In contrast, families that allocate less than 50% of cassava flour production to the market manage smaller areas, 0.58 ± 0.12 ha and commercial varieties proportionally occupy a smaller area $0.49 \pm 0.19\%$. In conclusion, the composition of manioc varieties, as well as the management of family farming systems in the Lower Tapajós River region are influenced by soil type. The orientation of production to the market influences the characteristics of the cropping system, as well as the size of the area managed and the proportion of area in the fields occupied by commercial.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. Área de estudo	7
3.2. Aspectos éticos da pesquisa	9
3.3. Coleta e análises dos dados.....	9
4. RESULTADOS	13
4.1. Diversidade, características e uso da mandioca.....	13
4.2. Variação na fertilidade dos solos manejados pelas comunidades.....	16
4.3. Influência do solo na escolha das variedades de mandioca	19
4.4. Efeito da inserção no mercado sobre as roças.....	22
5. DISCUSSÃO.....	24
6. CONCLUSÃO	29
7. REFERÊNCIAS	30
APÊNDICES.....	35
Apêndice 1 - Roteiro das entrevistas semi-estruturadas	35
Apêndice 2 – Ata da aula de qualificação	36
Apêndice 3 – Ata de defesa pública oral	37
Apêndice 4 - Devolutiva dos resultados.....	38

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é o principal cultivo da Amazônia, manejada no sistema de agricultura de corte-e-queima. Esse sistema de produção consiste em corte e queima da vegetação, uso e abandono da área (pousio). A mandioca tem grande importância econômica e cultural, principalmente para comunidades tradicionais e indígenas distantes de centros urbanos, as quais cultivam um grande número de variedades populares (etnovariedades) identificadas pelos próprios informantes (Emperaire e Eloy, 2008; Heckler e Zent, 2008; Fraser *et al.*, 2012; Lima *et al.*, 2012; Robert *et al.*, 2012; Lima *et al.*, 2013; Peña-Venegas *et al.*, 2014; Junqueira *et al.*, 2016a); nesse trabalho optou-se em usar o termo variedade [esse termo não se refere a uma variedade no sentido formal do termo (i.e., submetida a melhoramento genético formal), mas sim a uma definição local; Villa *et al.*, 2005]. Estudos mostram que as formas de manejo e a diversidade de variedades de mandioca cultivada por diversos grupos culturais, ameríndios, colonos e mestiços, são influenciadas por fatores ecológicos, socioeconômicos e culturais, como o tipo de solo (Fraser e Clement, 2008; Fraser, 2010a; 2010b; Fraser *et al.*, 2012), a fertilidade do solo (Junqueira *et al.*, 2016a), o direcionamento da produção para o mercado (Peroni e Hanazaki, 2002; Fraser e Clement, 2008) e preferências culinárias (Emperaire, 2002a; Peña-Venegas *et al.*, 2014). Martins (2005) argumenta que além de mantenedoras da diversidade genética, as populações humanas tradicionais também geram e amplificam a variabilidade em um processo contínuo.

As variedades podem ser agrupadas em duas grandes categorias: bravas, amargas ou simplesmente mandiocas, como está categoria é denominada pelas populações ribeirinhas da Amazônia brasileira; e mansas, doces ou macaxeiras. A diferença entre os dois grupos está na concentração de ácido cianídrico, que pode variar entre 20 a 30 partes por milhão (ppm) até 500 ppm da massa das raízes (McKey *et al.*, 2010). As bravas apresentam alta concentração de ácido cianídrico (acima de 100 ppm), sendo necessário um complexo processo de detoxificação antes do consumo, enquanto as mansas apresentam baixa concentração de ácido cianídrico (inferior a 100 ppm) e podem ser consumidas após cozimento (Emperaire, 2002b). Estudos como o

de Emperaire e Eloy (2008), que relatam 150 variedades de mandioca bravas e 10 mansas para agricultores do médio e alto rio Negro, Peña-Venegas *et al.* (2014), que levantaram 113 variedades amargas e 60 mansas entre cinco grupos étnicos (Tikuna, Andoke, Uitoto, Nonuya e Muinane) do médio rio Caquetá, e Junqueira *et al.* (2016a), que encontraram 64 variedades amargas e 9 doces em sete comunidades ribeirinhas do baixo e médio rio Madeira, indicam que certas populações humanas têm diferentes preferências por variedades bravas e mansas. Emperaire (2002a; 200b; 2006) mostra que há uma repartição geográfica diferenciada da diversidade das mandiocas bravas e mansas, o primeiro grupo se concentrando na Amazônia central, e o segundo na Amazônia periandina.

As variedades bravas manejadas no médio rio Madeira e no médio rio Solimões são categorizadas pelos agricultores como *fracas* ou *fortes*, de acordo com seu tempo de maturação e sua rentabilidade na produção da farinha de mandioca. Variedades *fracas* têm amadurecimento precoce e baixa concentração de amido nas raízes. Em contraste, as *fortes* apresentam amadurecimento longo e maior concentração de amido nas raízes (Fraser e Clement, 2008; Lima *et al.*, 2012). Ainda no médio Solimões, de acordo com o estudo de Pereira (2008), a cor da polpa das raízes da mandioca é um dos principais critérios que os agricultores locais utilizam para escolher as variedades manejadas em suas roças. Lima *et al.* (2013), que levantaram 52 variedades de mandioca em 14 comunidades ribeirinhas no rio Maró, Pará, também mencionam a coloração das raízes como um importante critério para a escolha das variedades pelos agricultores desta região, e relatam 25 variedades com polpa das raízes amarela e 15 com coloração branca. Peña-Venegas *et al.* (2014) relatam que os agricultores do médio rio Caquetá, Colômbia também usam a coloração das raízes na categorização das variedades manejadas.

Fraser e Clement, 2008; Fraser, 2010a; 2010b; Fraser *et al.*, 2012; Junqueira *et al.* (2016a) mostraram que o tipo e a fertilidade do solo influencia a composição do pool de variedades de mandioca e as práticas agrícolas adotadas pelos agricultores do baixo e médio rio Madeira. Solos mais férteis, como as terras pretas de índio (TPI), que apresentam um horizonte A antrópico, resultado do acúmulo de material orgânico devido a intensa atividade

humana por períodos prolongados em antigos assentamentos, o que é evidenciada pela ocorrência de cerâmica de origem pré-colombiana (Smith, 1980; Glaser e Birk, 2012), com elevados teores de carbono orgânico, cálcio, fósforo e magnésio e maior pH (Falcão et al., 2009). As TPI estão associadas a cultivo mais intensivo, períodos curtos de pousio e maior número de ciclos de uso (Fraser e Clement, 2008; Junqueira *et al.*, 2016a), além disso quintais e roças nestes solos apresentam uma agrobiodiversidade distinta dos solos do entorno (Junqueira *et al.*, 2016b).

Na região do médio rio Madeira as variedades de mandioca categorizadas como *fracas* são cultivadas principalmente em roças localizadas nos solos férteis, TPI e várzea, onde os sistemas de cultivos são intensivos, com pousio de 0-6 anos e ciclo de cultivo entre 5-12 meses (Fraser e Clement, 2008). Em contraste, as *fortes* são manejadas principalmente em solos menos férteis (Latosolos e Argissolos), onde os sistemas de cultivo são extensivos, pousio maior que 10 anos e ciclo de cultivo entre 1 e 3 anos. A produtividade é maior nos solos mais férteis se compararmos o mesmo período de tempo, devido ao número de ciclos e maior rentabilidade em produção de raiz por área (Fraser, 2010b). As variedades *fortes* são consideradas pelos agricultores como propícias para o cultivo em áreas abertas em floresta alta e/ou “capoeira madura” (áreas com sucessão secundária avançada devido ao longo período de pousio), enquanto que as *fracas* são propícias para serem cultivadas em áreas de capoeira *fracas* e/ou terra *fraca* (período de pousio curto) (Fraser, 2010a; Fraser, 2010b). Lima *et al* (2012) compararam sistemas agrícolas de várzea e terra firme no médio Solimões e relataram que os agricultores dessa região também classificam as variedades de mandioca manejadas em *manivas fracas* e *fortes*, seguindo as mesmas características descritas por Fraser e Clement (2008) na região do médio Rio Madeira.

Para Fraser e Clement (2008), divergências nas práticas em sistemas agrícolas do médio rio Madeira ocasionaram uma dinâmica coevolutiva entre humanos e variedades de mandioca em solos antrópicos diferente da dinâmica em solos não antrópicos. Os autores sugerem que as variedades *fracas* surgiram nas áreas de várzea e adaptaram-se a TPI devido à fertilidade do solo. No entanto, Alves-Pereira *et al.* (2011) e Fraser *et al.* (2012) mostraram que esta hipótese não procede, baseado em estudos de genética molecular.

Variedades cultivadas na TPI são geneticamente mais similares às manejadas em terra firme do que às de várzea, indicando que as variedades são selecionadas para os diferentes solos da região de acordo com suas características ecológicas específicas, embora nenhuma variedade seja especificamente selecionada para um único tipo de solo (Fraser *et al.*, 2012).

Na agricultura familiar, o direcionamento da produção para o mercado tem ocasionado uma mudança gradual de espécies e variedades utilizadas no autoconsumo para aquelas que atendem a demanda do mercado, levando a uma diminuição da diversidade, como mostrado por Peroni e Hanazaki (2002) entre populações caiçaras da Mata Atlântica, e em sistemas agrícolas familiares no mundo todo (Peyre *et al.* 2006; Kumar e Nair, 2004). Major *et al.* (2005) constataram, na região de Manaus, que a orientação para o mercado está relacionada não só à redução na diversidade de espécies, mas também a um aumento da área cultivada com espécies “comerciais”. Isso ocorre, entre outros motivos, pela busca de um aumento da renda, o que leva os agricultores a descartarem as espécies e variedades que não correspondem à demanda do mercado e voltarem sua atenção para as “comerciais”. Essa prática deixa em situação vulnerável aquelas variedades de uso restrito, ligadas a hábitos alimentares tradicionais (Empeaire, 2002).

No médio rio Solimões, os agricultores tendem a selecionar as variedades de mandioca em função da lógica de mercado, havendo preferência pelo manejo de variedades bravas devido à produção da farinha para a comercialização (Pereira, 2008). Nesta região o cultivo da mandioca é influenciado pela preferência dos consumidores pela farinha amarela. Isto leva os agricultores a cultivarem principalmente variedades de mandioca com a polpa das raízes de coloração amarela e variedades com alta concentração de amido, pois o amido facilita a produção da farinha Uarini ou ova, bastante produzida e comercializada na região (Lima *et al.*, 2012). Vale ressaltar que na Amazônia brasileira, a farinha amarela ou farinha d’água, como é conhecida na região, é o principal derivado da mandioca comercializado nos centros urbanos, por se tratar de um produto não perecível que faz parte da dieta da população rural e urbana. O direcionamento da produção de farinha de mandioca para o mercado está relacionado com a intensificação da agricultura de “corte-e-queima”. Fraser e Clement (2008) relatam essa situação para comunidades

ribeirinhas no médio rio Madeira e Jakovac *et al.* (2015) para comunidades do médio rio Solimões. Por outro lado, populações que manejam a mandioca apenas para a autoconsumo e/ou que comercializam uma pequena porcentagem da produção geralmente cultivam um maior número de variedades em sistemas mais diversificados (Emperaire, 2006). Peña-Venegas *et al.* (2014) mostram que a composição de variedades de mandioca manejadas na região do médio rio Caquetá está relacionada ao grupo étnico e às suas tradições culinárias. Indicando que nesta região os fatores socioculturais são mais importantes do que fatores ambientais para a manutenção da diversidade da mandioca (Peña-Venegas *et al.*, 2014). Considerando estes estudos é importante entender como estes fatores ambientais e socioculturais influenciam a tomada de decisão de agricultores familiares em outras regiões e quais são os efeitos sobre o manejo da diversidade de mandioca.

A região do baixo rio Tapajós foi habitada por sociedades indígenas complexas até o século XVII, antes da conquista europeia (Schaan e Lima, 2012), deixando como legado muitas manchas de terra preta de índio. Atualmente a região é habitada por sociedades caboclas que herdaram conhecimentos e práticas agrícolas de seus antepassados (Adams *et al.*, 2006; Fudemma, 2006). Vaz-Filho (1997) relata que a mandioca é o principal cultivo da região, com grande produção da farinha de mandioca orientada para o mercado. Vale ressaltar que esta região está passando por uma rápida mudança impulsionada pela expansão da fronteira do agronegócio de Mato Grosso com soja e milho, portos modernos para exportação de grãos para o mundo e a intensificação agrícola (Ioris 2015). Essas mudanças estão influenciando as populações locais, inclusive as comunidades tradicionais, como as que estão neste estudo. Portanto, é importante compreender como as relações culturais, socioeconômicas e ambientais influenciam as estratégias de manejo dos sistemas de agricultura familiar nesta região. O objetivo deste estudo foi determinar as influências dos tipos de solo e da fertilidade e orientação para o mercado no uso de variedades de mandioca ao longo do baixo rio Tapajós.

2. OBJETIVO

Determinar como os tipos de solo e a orientação para o mercado influenciam as escolhas das variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) manejadas por agricultores na Resex Tapajós-Arapiuns, baixo rio Tapajós, Pará, Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

Esse estudo foi realizado em três comunidades ribeirinhas localizadas na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, margem esquerda do baixo rio Tapajós, Pará, Brasil: Enseada do Amorim, Parauá e Surucúá (Figura 1). As comunidades são similares quanto à formação, aos costumes, às atividades econômicas predominantes e quanto às características da paisagem em que estão inseridas. A Resex Tapajós-Arapiuns foi criada por decreto presidencial em 06 de novembro de 1998, e dispõe de uma área de 647.610 ha. Sua população está estimada em 23.000 moradores (cerca de 4.000 famílias), distribuídos em 72 comunidades localizadas nas margens dos rios Tapajós e Arapiuns, e, em menor grau, ao longo de rios no interior da reserva (Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade - ICMBIO, 2014).

O clima da região é equatorial continental megatérmico úmido da Amazônia Central, com temperatura média anual de 26–27° C, umidade relativa do ar em torno de 86% e precipitação anual média 1.912 mm, sendo fortemente sazonal (ICMBIO, 2014). A estação chuvosa ocorre de dezembro a julho, com médias mensais variando entre 170 e 300 mm, e a estação seca ocorre de agosto a novembro, com médias mensais inferiores a 60 mm (Barlow e Peres, 2004). O solo predominante na região é o Latossolo amarelo, mas ocorrem também Argissolos vermelhos/amarelos e Neossolos Quartzarênicos (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1976; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2001).

Na região do baixo rio Tapajós já foram descritos pelo menos 65 sítios arqueológicos (Schaan e Lima, 2012), evidenciando o quão povoada foi essa região no passado, o que também está associado a grandes modificações no solo e na vegetação. Gomes (2008) descreveu 10 sítios arqueológicos em terra-firme na comunidade de Parauá (área do estudo), onde houve processo de ocupação por grupos semissedentários, com início 3800-3600 anos antes do presente (AP), intensificados em 1300-910 AP, sendo as últimas ocupações correlacionadas ao surgimento da terra preta antropogênica. A autora classificou os sítios em habitação, agricultura e pesca, considerando os

diferentes ecossistemas, compartimentos topográficos, tipos de solo, dimensões, morfologia, densidades cerâmicas e a distância da principal fonte de água.

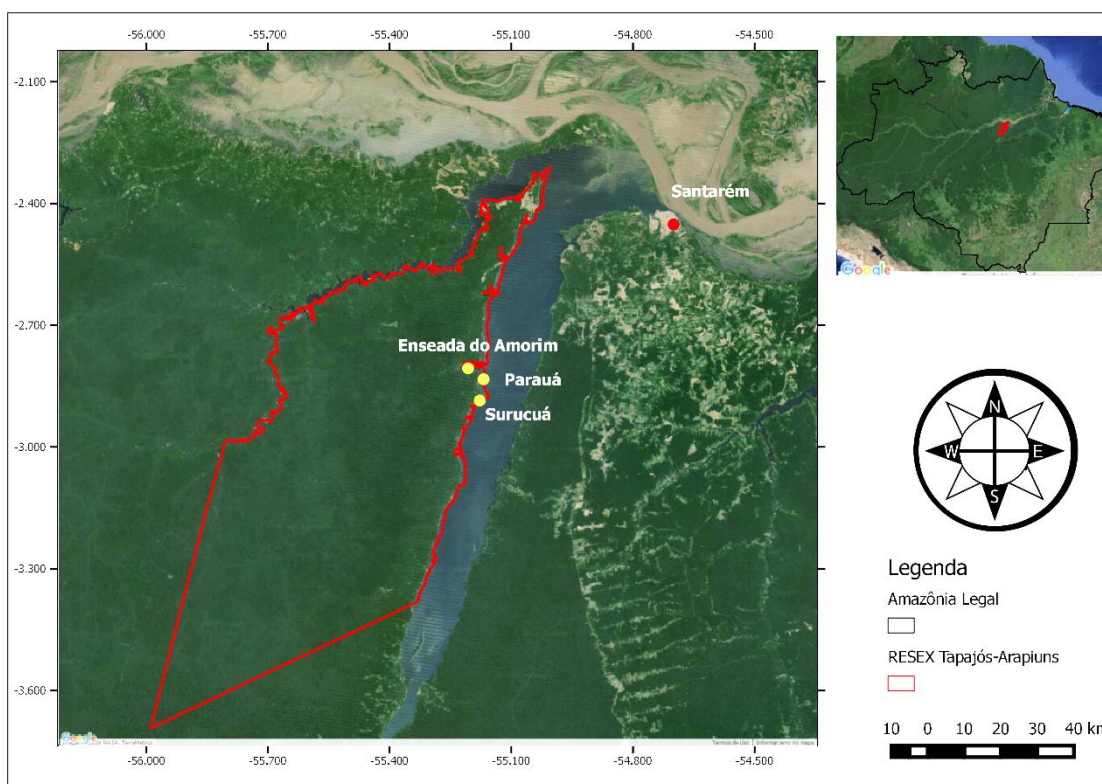


Figura 1 - Localização da área de estudo. Círculos amarelos representam as comunidades onde essa pesquisa foi realizada e o círculo vermelho indica a sede do município de Santarém, Resex Tapajós-Arapiuns, baixo rio Tapajós, Pará, Brasil.

As comunidades atuais formaram-se a partir de aldeias indígenas, antigas vilas missionárias, onde religiosos reuniam indígenas com a finalidade de catequizá-los, e agrupamentos formados no período da Cabanagem (1835-1840), guerra entre portugueses e índios (Vaz-Filho, 1997; Oliveira, 2006). Os moradores atuais estão organizados em vilas ou comunidades, nas quais o número de residências varia de cinco a 250 (média de 56 famílias por comunidade) e cada família tem em média cinco indivíduos. As residências estão localizadas as margens dos rios (habitações e quintais) e as roças estão mais distante dos rios principais. A principal fonte de renda das famílias participantes da pesquisa é a agricultura, sendo a mandioca a cultura mais importante e a farinha seu principal derivado de comercialização. Além da mandioca alguns agricultores também manejam em suas roças, milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), jerimum (*Cucurbita maxima* Duch.),

cará (*Dioscorea* spp.), batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.), pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.), maxixe (*Cucumis anguria* L.), melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai), banana (*Musa* spp.), cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) e mangarataia (*Zingiber officinale* Roscoe). As famílias também praticam a pesca, caça e coleta de frutos voltadas para o autoconsumo. Vale ressaltar que os programas de microcrédito e assistência técnica estão iniciando nessa região.

3.2. Aspectos éticos da pesquisa

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (CEP/INPA), sob o número 1.008.548. Também recebeu autorização junto ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO/SISBIO), sob o número 47987. A permissão junto às comunidades foi obtida em uma reunião com os moradores em cada uma das comunidades envolvidas. Os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), sendo que a liberdade de consentimento em participar da pesquisa foi garantida a todos, conforme as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde (CNS, 1997).

3.3. Coleta e análises dos dados

Participaram da pesquisa 30 famílias, sendo 8 de Enseada do Amorim, 14 de Parauá e 8 de Surucuí. Enseada do Amorim tem 68 moradias, Parauá 227 e Surucuí 95 (ICMBIO, 2014). A escolha das famílias levou em conta a indicação dos próprios comunitários (técnica “bola de neve”; Albuquerque *et al.*, 2008), considerando os seguintes critérios: cultivo da mandioca para fins de comercialização e/ou autoconsumo, variação do tipo de solo nas áreas de roça, além do conhecimento sobre o manejo da mandioca. Ao total foram estudadas 61 roças nas três comunidades, sendo pelo menos duas roças de cada família entrevistada. Na coleta de dados foi empregado o método etnográfico através das técnicas de entrevistas semiestruturadas, turnês guiadas e observação

participante (Albuquerque *et al.*, 2008). A maioria das entrevistas foi realizada com vários membros da família ao mesmo tempo, que permite acessar a “memória coletiva” (Halbwachs, 1990). Utilizou-se a observação participante no sentido de se obter uma melhor contribuição na compreensão do uso restrito de variedades e do direcionamento da produção para a venda. Combinou-se as entrevistas e a observação participante para obter informações referentes ao número de variedades de mandioca, a área ocupada por cada variedade (proporção em relação ao tamanho da roça, de acordo com a percepção do agricultor – grande ou pequena área na roça), o desempenho e a produtividade de cada variedade, a duração do ciclo de cada variedade (i.e., o tempo de maturação), o número de ciclos sucessivos (replantas) na mesma roça, o tempo de pousio, e o tamanho de cada roça, o uso restrito de alguma das variedades, os produtos derivados da mandioca e seus destinos (mercado ou autoconsumo), a quantidade de farinha de mandioca produzida mensalmente por cada família (sacos de 50 kg), e a quantidade de farinha que cada família destina ao mercado mensalmente. Para cada variedade mencionada foi solicitado aos entrevistados para classificá-la em escala ordinal partindo da mais *fraca* (nota=1) para a mais *forte* (seguindo a numeração do agricultor). Vale ressaltar que percebeu-se que os entrevistados também categorizam as variedades em *fracas* e/ou “aguadas” e *fortes* e/ou “secas”. A pontuação que cada variedade recebeu foi dividida pelo número total de variedades do agricultor. O valor médio citado para uma determinada variedade foi considerado seu “índice de força”, como proposto por Fraser e Clement (2008).

As roças foram percorridas juntamente com os informantes em turnês-guiadas durante as quais foram identificadas as variedades de mandioca manejadas, as características do solo (coloração, textura e presença ou ausência de fragmentos de cerâmica), as espécies manejadas nas roças além da mandioca, e confirmou também o tamanho das roças. Em cada roça foi obtida uma amostra composta de solo, composta por cinco subamostras (roça percorrida em ziguezague) coletadas de 0 a 20 cm de profundidade, descartando a camada de serapilheira; nas áreas de terra preta a amostragem sempre evitou artefatos arqueológicos. Após misturar as subamostras, retirou-se 0,50 kg para análise (EMBRAPA, 2009). Posteriormente realizaram-se análises químicas - pH (em água), pH (em cloreto de potássio), nitrogênio (N),

carbono (C), matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez trocável (H+Al), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), e análises físicas - porcentagem de areia, argila e silte. As análises foram realizadas no Laboratório Temático de Solos e Plantas do INPA, seguindo o protocolo de análises de solo da EMBRAPA (1999). Para observar a variação nas propriedades químicas e físicas do solo, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP), após a padronização das variáveis. A ACP foi realizada no programa R (R Core Team, 2015), usando a biblioteca Vegan (Oksanen *et al.*, 2015).

Utilizou-se também a análise participativa “quatro-células” conforme o método descrito por Sthapit e Rana (2007), que visa entender a extensão e distribuição da diversidade, área ocupada por cada variedade e o número de agricultores que a cultivam, além de identificar variedades de características únicas, as raras e as comuns. Nessa etapa discutiu-se com as famílias entrevistadas dados obtidos nas entrevistas, observação participante e turnês-guiadas, como: a riqueza de variedades e a área ocupada por cada uma nas roças – grandes áreas ou pequenas áreas, cultivada por muitas ou poucas famílias (consenso entre agricultores). Essa análise permitiu compreender que as variedades amargas mais frequentes e abundantes nas roças são usadas para a produção da farinha amarela de mandioca, voltadas principalmente para o mercado; essas variedades (as quais nomeamos “comerciais”) têm polpa da raiz amarelada e alto teor de amido nas raízes. Além disto também discutiu a percepção dos agricultores sobre a aptidão dos solos para a agricultura e a percepção sobre o surgimento dos solos antrópicos (TPI).

Foram realizadas análises descritivas com os dados de frequência das variedades para o cálculo do número de variedades comuns e exclusivas entre as comunidades e entre os tipos de solo. Valores da área ocupada por cada variedade de mandioca nos diferentes tipos de solo foram obtidos a partir da soma da área que a variedade ocupa na roça de cada família dividida pelo total de área manejada (roças) para cada tipo de solo. Comparou-se então a área ocupada pelas variedades mais frequentes nas roças, considerando os diferentes tipos de solo. Para comparar as formas de manejo das roças nos diferentes tipos de solo quanto ao tempo de pousio e ao número de replantas foram realizadas análises de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo

teste F ao nível de 5% de significância. A orientação da produção para o mercado foi calculada pela proporção de farinha de mandioca comercializada por família em relação à quantidade total de farinha produzida. A orientação para o mercado foi posteriormente correlacionada com o tamanho da área manejada (roças), com o número de variedades cultivadas e com a proporção de área cultivada com as variedades "comerciais". Análises de regressão linear foram realizadas após a transformação de dados [Asin (sqrt) de produção de farinha para o mercado e área ocupada por "variedades comerciais"; Log of cultivated area] utilizando o programa R (R Core Team 2015).

4. RESULTADOS

4.1. Diversidade, características e uso da mandioca

Um total de 41 variedades de mandioca foi encontrado nas 61 roças das 30 famílias nas três comunidades ribeirinhas no baixo rio Tapajós. Os agricultores familiares dessa região classificam as variedades em três grupos: mandioca, que são variedades com alta concentração de ácido cianídrico, descritas como bravas ou amargas pela literatura; macaxeira, que são variedades com baixa concentração de ácido cianídrico, conhecidas também como mansa ou doce; e manicuera, que são variedades com baixa toxidez e baixa concentração de amido (percepção dos agricultores). Apesar dos termos mandioca, macaxeira e manicuera estarem associados à mesma espécie botânica *M. esculenta*, os nomes se referem a categorias conceituais diferentes de acordo com a percepção dos agricultores. Das 41 variedades, 36 são mandiocas, 3 macaxeiras e 2 manicueras. Dezesete variedades são compartilhadas entre as comunidades (41% do total) sendo que 6 delas são cultivadas em todas as três comunidades e 24 variedades (59%) são cultivadas exclusivamente em uma comunidade, sendo 6 de Enseada do Amorim, 8 de Parauá e 10 de Surucuá (Figura 2).

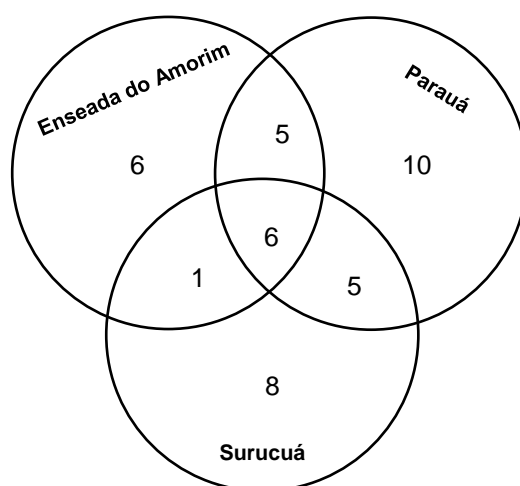


Figura 2 – Número de variedades de mandioca comuns e exclusivas manejadas nas 61 roças em três comunidades ribeirinhas no baixo rio Tapajós, Resex Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil. (Comunidades: Enseada do Amorim – 18 variedades, com 8 famílias entrevistadas; Parauá – 26 variedades, com 14 famílias; Surucuá – 20 variedades, com 8 famílias).

As variedades chamadas mandioca (variedades tóxicas) são usadas principalmente na produção da farinha de mandioca, conhecida regionalmente como farinha d'água ou farinha amarela, mas também no preparo de outros derivados, como beijus, carimã (massa usada no preparo de biscoitos), tarubá (bebida à base de mandioca), entre outros. Dentre as 36 variedades amargas, 27 apresentam coloração da polpa da raiz amarelada, 5 creme e 4 branca (Tabela 1). As macaxeiras são consumidas após cozimento, usadas no preparo de bolos, beijus, massas e mingaus. As manicueras são usadas no preparo de uma bebida típica que recebe o mesmo nome; usa-se o líquido extraído das raízes (tucupi com alto teor de açúcar), acrescentado de pedaços de raízes da macaxeira e cará-roxo (*Dioscorea trifida* L.f.). A polpa (massa) que sobra durante o preparo da manicuera pode ser seca e posteriormente usada no preparo de biscoitos e mingaus.

Dentre as variedades amostradas, oito são mais frequentes, manejadas entre 8 a 23 famílias, dentre as 30 entrevistadas, cinco destas variedades são “mandiocas” (variedades tóxicas), ocupam proporcionalmente áreas maiores nas roças e estão associadas a produção da farinha (“variedades comerciais”), e três das mais frequentes são macaxeiras, ocupam pequenas áreas nas roças, e algumas famílias também as cultivam em seus quintais. As outras 33 variedades são cultivadas por poucas famílias, sendo que 11 destas ocupam áreas grandes nas roças e 22 ocupam áreas pequenas (Tabela 1). Vale ressaltar que dentre as 22 estão variedades de uso restrito, como as manicueras (02), variedades com melhor desempenho no preparo do tarubá (03 - Cobra, Macaco e Preguiça), e variedades usadas no preparo do beiju branco (03 – Bonita, Branquinha e Castanha).

Tabela 1 – Características ecológicas, morfológicas, frequência e abundância de 41 variedades de mandioca manejadas em três comunidades ribeirinhas no baixo Tapajós, Resex Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil. Análise participativa de quatro-células, com 30 famílias.

	Variedade	Classificação local	Cor da raiz (polpa)	Maturação (meses)*	Índice de força**	Frequência (famílias)
Grandes áreas / Muitas famílias	Acarizinha	Mandioca	Amarela	8	0,3	13
	Achadinha	Mandioca	Creme	12	0,7	20
	Curuá-una	Mandioca	Amarelada	10	0,6	23
	Mulata	Mandioca	Amarela	6	0,2	15
	Pretinha-amarela	Mandioca	Amarela	8	0,4	11
Grandes áreas/ Poucas famílias	Boi	Mandioca	Amarela	12	0,5	3
	Braço-trançado	Mandioca	Amarela	8	0,3	2
	Enche-paneiro	Mandioca	Amarelada	12	0,3	2
	Inajazinha	Mandioca	Amarela	8	0,3	3
	Maracanã	Mandioca	Amarelada	12	0,5	2
	Marrequinha	Mandioca	Amarela	8	0,2	5
	Pinajé	Mandioca	Creme	8	0,3	4
	Pretinha-branca	Mandioca	Creme	12	0,7	3
	Seis-meses	Mandioca	Amarela	6	0,2	2
	Viada	Mandioca	Amarelada	12	0,3	4
Xingú	Mandioca	Amarela	8	0,3	3	
Pequenas áreas/ Muitas famílias	Macaxeira-branca	Macaxeira	Branca	6	-	11
	Macaxeira-boliviana	Macaxeira	Branca	6	-	8
	Macaxeira-manteiga	Macaxeira	Amarela	6	-	14
Pequenas áreas/ Poucas famílias	Apacê	Mandioca	Amarela	12	0,4	1
	Arranha-céu	Mandioca	Amarelada	12	0,7	2
	Bonita	Mandioca	Branca	10	0,5	3
	Branquinha	Mandioca	Branca	12	0,8	1
	Brebeí	Mandioca	Amarelada	12	0,3	1
	Caetana	Mandioca	Creme	12	0,4	1
	Castanha	Mandioca	Branca	12	0,5	2
	Cobra	Mandioca	Amarelada	12	0,8	1
	Flecha	Mandioca	Amarela	8	0,3	4
	Jamundá	Mandioca	Branca	12	0,4	1
	Ladrona	Mandioca	Amarelada	12	0,6	1
	Macaco	Mandioca	Amarela	8	0,3	2
	Manicuera-branca	Manicuera	Amarelada	6	-	1
	Manicuera-preta	Manicuera	Amarelada	6	-	1
	Meciana	Mandioca	Amarela	10	0,4	1
	Mete-medo	Mandioca	Amarela	10	0,3	1
	Milagrosa	Mandioca	Amarela	8	0,4	1
	Paraiso	Mandioca	Amarelada	12	0,2	1
	Peito-de-moça	Mandioca	Amarelada	12	0,5	1
	Preguiça	Mandioca	Amarela	6	0,2	1
	Pretona	Mandioca	Creme	12	1,0	1
	Tartaruquinha	Mandioca	Amarela	8	0,2	1

*Início do período de maturação para cada variedade (consenso entre os agricultores)

**Média das notas atribuídas pelos agricultores para cada variedade (item 3.3)

4.2. Variação na fertilidade dos solos manejados pelas comunidades

Os agricultores classificam os solos principalmente quanto à sua coloração e aptidão para a agricultura. Os solos chamados *terras pretas* são consideradas de boa aptidão para o cultivo (“melhor terra para se plantar”), apresentam coloração escura, vegetação densa (vegetação rasteira: arbustos e trepadeiras), espécies indicadoras, como mucajá (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.), taperebá (*Spondias mombin* L.), paricá (*Schizolobium amazonicum* Ducke), Samaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), com elevada abundância de formiga-de-fogo (*Solenopsis* sp.), e associação com fragmentos de cerâmica. A maioria das famílias acredita que esse solo é de origem natural, e que foi preferido para ocupação por populações indígenas no passado. Isto explicaria a ocorrência de cerâmica nestas áreas. Os solos chamados *barro curuba*, *barro preto*, *barro solto* e *areia preta* são considerados de aptidão intermediária, apresentam coloração parcialmente escura, porém mais claros que as terras pretas, e possuem formigas em menor abundância do que nas terras pretas (daqui por diante esses solos serão chamados “solos de transição”). Finalmente os solos chamados localmente *barro amarelo*, *areião* e *areia* são considerados de baixa aptidão agrícola, Latossolos e Argissolos. Segundo a classificação local os solos argilosos (‘barro’) são mais férteis que os arenosos, mas há variação quanto a fertilidade tanto nos argilosos como nos arenosos (Tabela 2), sendo que a coloração escura é considerada um indicador de fertilidade.

Além das TPI típicas, encontramos solos com elevados teores de matéria orgânica (MO), fósforo (P) e alumínio (Al) próximos de pequenos igarapés. Essas áreas foram ocupadas no passado (atualmente são ocupadas por algumas famílias), uma vez que ocasionalmente são encontrados fragmentos de cerâmica. Quimicamente estes solos são muito heterogêneos e se assemelham a solos antrópicos devido aos altos teores de MO e P, mas são mais ácidos, têm mais Al e menos cálcio e magnésio. Devido a estas diferenças, utilizou-se o termo “menos antrópico” para se referir a estes solos (Figura 3 e Tabela 2). Devido à sua abundância na paisagem e à proximidade com as comunidades, esses solos concentram a maioria das roças e algumas

casas de farinha (devido à sua proximidade com fontes de água). Além destes, estão presentes solos mais pobres em nutrientes (Argissolos e Latossolos), que chamamos de “menos férteis”. As características físicas e químicas dos solos estão relacionadas com as características descritas pelos agricultores, como, por exemplo, a maior fertilidade dos solos antrópicos e a baixa fertilidade dos solos adjacentes.

Os solos das áreas de roças das comunidades Enseada do Amorim, Parauá e Surucuá são bastante heterogêneos (entre roças) quanto às suas características físicas e químicas (Figura 2), considerando a sua descrição pedológica (Argissolos vermelho/amarelo – Embrapa, 2001). Os dois primeiros eixos da ACP explicam 77% da variação dos dados (Figura 2). As variáveis Ca, pH, Mg, Mn, Zn, K e P foram correlacionadas negativamente com o eixo ACP1, enquanto que Fe foi correlacionado positivamente com o eixo ACP1. Este eixo pode ser interpretado como um eixo de fertilidade, representando a variação entre os solos antrópicos mais férteis (localizados a esquerda da Figura 2) e os solos adjacentes de baixa fertilidade (localizados a direita da figura 2). O eixo ACP2 está correlacionado negativamente com argila, matéria orgânica e Al, e positivamente com a porcentagem de areia. Este eixo representa principalmente a variação de textura dos solos, ainda que Al também seja correlacionado a este eixo.

As roças localizadas em TPI apresentam teores mais elevados de Ca, K, Mg, P, Zn, Mn e matéria orgânica, maior pH e menores teores de Fe e Al (Tabela 2). Em contraste, as roças em “solos de transição” apresentam teores elevados de P, Al, Fe e matéria orgânica, menores teores de Ca, Mg, Mn, Zn e menor pH, embora essa seja uma categoria bastante heterogênea quanto as características químicas e físicas do solo. Os Argissolos e Latossolos apresentam menores teores de Ca, K, Mg, P, Zn, Mn e de matéria orgânica, maiores teores de Fe e Al, menor pH e alta concentração de areia.

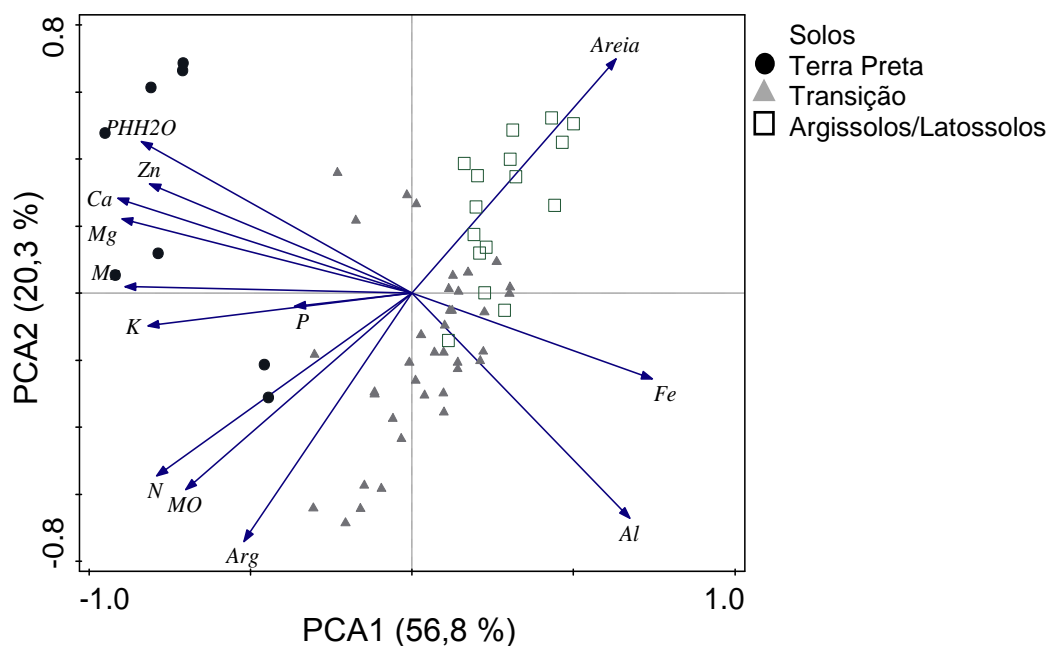


Figura 3 - Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis químicas e físicas de solo coletado em 61 roças na região do baixo rio Tapajós, Resex Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil. Números entre parênteses mostram a porcentagem da variação das propriedades do solo explicada por cada eixo.

Tabela 2 - Resultados de análises químicas e físicas de amostras de solo coletadas em 61 roças de mandioca de agricultores familiares no baixo rio Tapajós, Santarém, Pará, Brasil. Os números correspondem a médias (\pm desvio padrão) e valores mínimos e máximos obtidos para cada tipo de solo. Entre parênteses estão o número de roças por tipo de solo.

Variáveis* Unid.	Terra Preta (8)		Solos de transição (37)		Argissolos/Latossolos (16)	
	Média \pm D.P	Mín - máx	Média \pm D.P	Mín - máx	Média \pm D.P	Mín - máx
pH (H ₂ O)	6,1 \pm 0,7	5,1 - 7,7	4,1 \pm 0,3	3,8 - 5,3	4,1 \pm 0,2	3,9 - 4,6
pH (KCl)	5,2 \pm 0,8	4,3 - 7,0	3,7 \pm 0,2	3,5 - 4,3	3,7 \pm 0,2	3,5 - 4,0
N g/kg-1	2,3 \pm 0,5	1,6 - 3,2	1,5 \pm 0,5	0,8 - 3,1	0,8 \pm 0,2	0,5 - 1,1
C g/kg-1	32,4 \pm 8,4	24,4 - 52,6	23,4 \pm 9,3	12,5 - 55,1	10,7 \pm 2,9	5,6 - 16,9
M.O g/kg-1	55,8 \pm 14,5	30,2 - 90,6	40,4 \pm 16,0	21,6 - 94,9	18,5 \pm 5,0	9,7 - 29,1
P mg/kg-1	153,6 \pm 151,4	14,6 - 410,9	100,4 \pm 73,4	10,6 - 321,2	20,1 \pm 10,0	4,3 - 37,5
K mg/kg-1	35,7 \pm 15,1	12,9 - 52,5	16,0 \pm 7,1	7,7 - 46,8	10,3 \pm 4,2	3,7 - 20,1
Ca cmolc/kg-1	8,4 \pm 3,1	3,3 - 14,4	0,3 \pm 0,2	0,1 - 1,1	0,2 \pm 0,1	0,1 - 0,4
Mg cmolc/kg-1	1,6 \pm 0,4	0,9 - 2,1	0,2 \pm 0,2	0,1 - 0,8	0,1 \pm 0,0	0,1 - 0,2
Al cmolc/kg-1	0,1 \pm 0,2	0,0 - 0,6	1,7 \pm 0,5	0,5 - 3,1	1,0 \pm 0,3	0,7 - 1,8
H+Al cmolc/kg-1	2,8 \pm 1,9	0,1 - 5,6	5,3 \pm 1,6	3,0 - 11,1	2,8 \pm 0,7	1,7 - 4,2
Fe mg/kg-1	32,4 \pm 16,1	15,4 - 67,4	207,9 \pm 78,2	51,4 - 337,4	171,7 \pm 65,2	78,4 - 277,4
Zn mg/kg-1	5,1 \pm 3,9	0,5 - 9,8	0,7 \pm 0,7	0,2 - 3,6	0,4 \pm 0,2	0,2 - 1,1
Mn mg/kg-1	16,2 \pm 9,5	4,4 - 29,4	2,4 \pm 1,9	0,4 - 9,0	1,1 \pm 0,9	0,1 - 3,8
Areia g/kg-1	336,5 \pm 259,7	83,2 - 683,2	530,4 \pm 197,5	53,2 - 813,9	789,7 \pm 107,4	472,9 - 890,8
Argila g/kg-1	348,4 \pm 163,3	127,7 - 560,0	266,9 \pm 123,8	101,2 - 595,9	135,5 \pm 82,7	68,3 - 386,3
Silte g/kg-1	315,2 \pm 111,4	153,2 - 440,8	202,7 \pm 90,3	83,1 - 412,2	74,8 \pm 26,6	40,9 - 140,8

* pH (em água), pH (em cloreto de potássio), nitrogênio (N), carbono (C), matéria orgânica (M.O), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), Magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez trocável (H+Al), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e porcentagens de areia, argila e silte. Os valores de pH (KCl), C, H+Al e a porcentagem de silte não foram usados na análise de Componentes Principais.

4.3. Influência do solo na escolha das variedades de mandioca

As variedades de mandioca manejadas nas roças dos agricultores familiares do baixo rio Tapajós têm relação com o tipo e a fertilidade do solo (Figura 4). A variedade “Mulata”, manejada por 50% das famílias (15), é cultivada nas roças das cinco famílias que trabalham sobre Terra Preta (TPI), ocupando quase 50% da área cultivada nesses solos (Figura 5). O tempo de maturação dessa variedade é de seis meses e após 12 meses se inicia o processo de putrefação das raízes, e portanto esta é categorizada como *fraca* ou “aguada”. Em contraste, as variedades “Achadinha” [cultivada por 67% (20) das famílias], e “Curuá-una” [cultivada por 77% (23) das famílias, ocupam áreas maiores em roças sobre Argissolo e Latossolo. Ambas estas variedades possuem longo tempo de maturação (12 meses para Achadinha e 10 meses para Curuá-una), iniciam o apodrecimento somente após 24 meses, e são categorizadas pelos agricultores como *fortes* e/ou “secas” (maior concentração de amido e maior rendimento na produção de farinha). Juntas, essas variedades ocupam mais que 60% da área cultivada nos solos “menos férteis” (Figura 5). Além destas, as variedades “Pretinha-amarela” [cultivada por 37% (11) das famílias e “Acarizinha” [manejada por 43% (13) das famílias, introduzida recentemente na região, oriunda de uma comunidade da Floresta Nacional do Tapajós], e são consideradas intermediárias na classificação de “força”, possuindo tempos intermediários de maturação (8 meses) e de início do apodrecimento (18 meses). Estas cinco variedades mais frequentes ocupam áreas similares nos “solos de transição” (Figura 5). As macaxeiras, variedades de ciclo curto usadas principalmente para o consumo doméstico das famílias, são manejadas nos três tipos de solo, mas ocupam áreas maiores em Terra preta (Figura 5). Isto indica que em TPI os agricultores preferem manejar variedades de ciclo rápido, com menos amido nas raízes, denominadas *fracas*. Em contraste em solos “menos férteis” a preferência é por variedades de ciclo longo, maior teor de amido, denominadas *fortes*. Em solos “menos antrópicos” os agricultores manejam variedades com diferentes tempos de maturação (rápida, intermediária e longa) em proporções similares. Em solos “menos antrópicos” os agricultores manejam os três grupos (maturação rápida, intermediária e longa) de variedades em proporções similares.

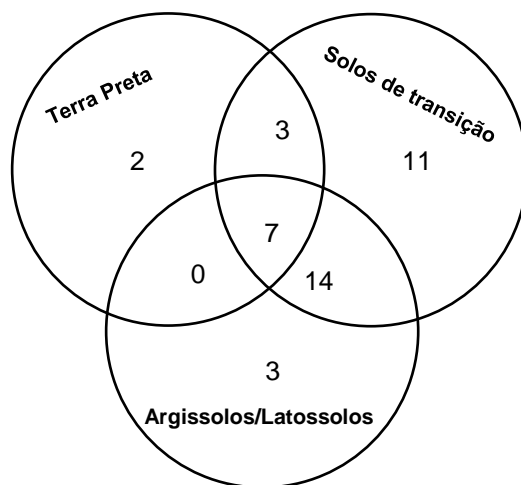


Figura 4 – Variedades de mandioca comuns e exclusivas cultivadas em três tipos de solo em três comunidades ribeirinhas no baixo rio Tapajós, Resex Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil. Roças estudadas: Terra preta 08; solo de transição 37; Argissolos/Latossolos 16.

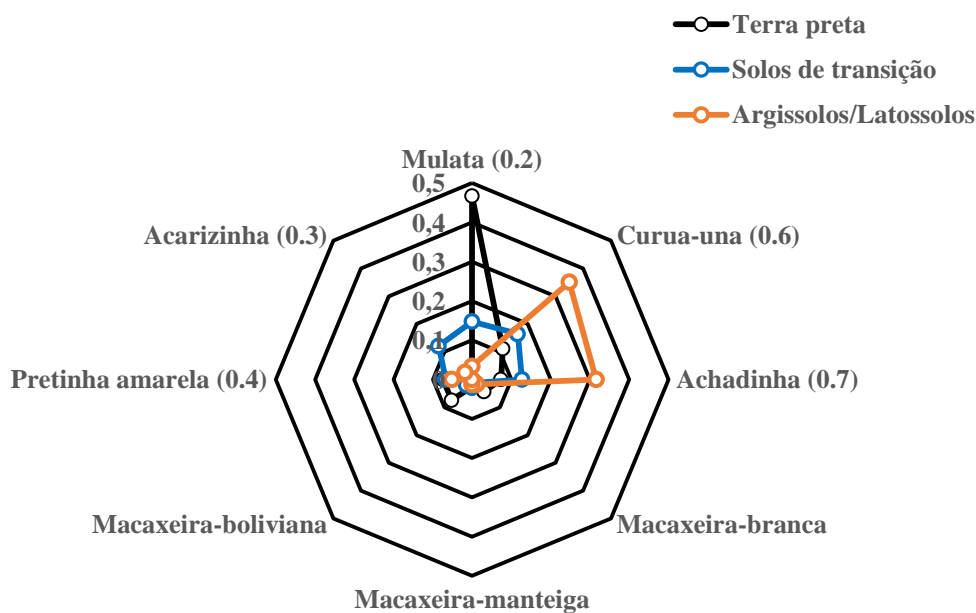


Figura 5 – Variedades de mandioca *fracas* e *fortes* mais comuns cultivadas por agricultores de três comunidades do baixo rio Tapajós (30 famílias e 61 roças) ocupam proporções diferentes das roças, em diferentes tipos de solo. Número ao longo do eixo vertical e pontos indicam a proporção de área ocupada por cada variedade nos diferentes solos. Valores foram obtidos a partir da soma da área que a variedade ocupa na roça de cada família dividida pelo total de área manejada (roças) cada solo. Números após o nome das variedades indicam o “Índice de Força” (para o cálculo do Índice de Força veja seção 3.3).

O tipo de solo influencia também a maneira como as roças são manejadas. Em Terra preta o tempo de repouso da terra (pousio) é mais curto

e o número de ciclos sucessivos (replantas) é maior (até quatro ciclos antes do pousio; Figura 6). Em Argissolos e Latossolos o pousio é mais longo e as roças têm no máximo dois ciclos sucessivos. Nos “solos de transição” o tempo de pousio e o número de ciclos sucessivos são intermediários (Figura 6). Para os agricultores, a preferência pelo cultivo de variedades de ciclo curto (*fracas*) em TPI se explica pela rápida produção dessas variedades, o que permite até quatro ciclos consecutivos (“replantas”) em um curto período, ao mesmo tempo em que diminui a necessidade de capinas (retirada do “mato”).

De acordo com os agricultores, o número de replantas também está associado ao estágio sucessional da vegetação que foi aberta para o estabelecimento da roça. Áreas em pousio em estágios iniciais de sucessão são chamadas de “capoeira baixa” e/ou “capoeira *fraca*”, e de acordo com os agricultores a mandioca desenvolve-se mais rápida do que em áreas de capoeira alta (“mata”), mas a produção diminui consideravelmente após a primeira colheita, exceto nas áreas de terra preta, onde mesmo quando as roças são abertas em capoeira, elas permitem um número maior de replantas sem redução da produção. Em contraste, em roças abertas em áreas com estágio sucessional mais avançado, chamadas de “capoeira alta” e/ou “capoeira forte” (10 a 12 anos de pousio) e na “mata” (se desconhece o uso para roças anteriormente), são realizadas um maior número de replantas antes do primeiro abandono. As variedades *fortes* são consideradas propícias para o cultivo nestas áreas. Os agricultores têm ciência de que o uso intensivo do solo diminui sua fertilidade (deixando a terra *fraca*) e que pousios longos podem recuperar a fertilidade (terra *forte*).

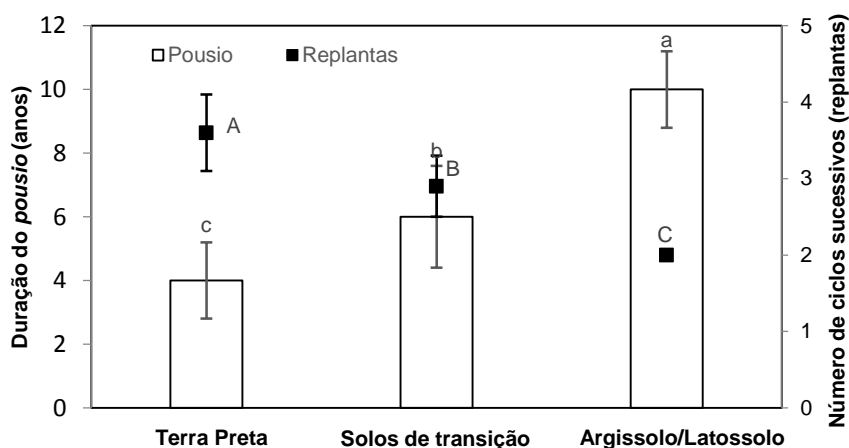


Figura 6 – Variação no manejo das roças em diferentes tipos de solo no baixo rio Tapajós, Resex Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil. Coluna e linha = média (Terra preta - 5 famílias e 8 roças; Solos de transição - 20 famílias e 37 roças; e Argissolos/Latossolos - 8 famílias e 16 roças), barras = desvio padrão. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste *F* ao nível de 5% de probabilidade.

4.4. Efeito do mercado sobre o manejo das roças

A farinha de mandioca, produto de comercialização pelas famílias participantes da pesquisa, tem média de produção mensal de $406,0 \pm 220,7$ kg (8 sacos de 50 kg) por família, porém existe grande variação na produção entre as famílias (100-900 kg ou 2-18 sacos). Vale ressaltar que a produção também é variável durante os 12 meses do ano, sendo menor entre os meses de outubro a março (meses de preparo das roças) e maior entre abril a setembro. A porcentagem da produção que cada família destina para o mercado variou de 30 a 88,9%. A venda da farinha de mandioca se faz tanto nos centros urbanos próximos como nas próprias comunidades. Farinha de coloração amarelo intenso, sem adição de corantes, de pequenos grãos e homogênea é o produto com maior valor de mercado. Para tanto, variedades que apresentam a polpa da raiz amarela ou amarelada são preferidas para atender às exigências do mercado. Vinte sete das 36 variedades usadas para a produção da farinha apresentam coloração da polpa amarelada.

Para os agricultores, as variedades amarelas apresentam menos amido, são “aguadas” em comparação com as variedades que apresentam a polpa da raiz entre creme e branca, as quais apresentam maior rendimento na produção de farinha. Para equilibrar produtividade e exigência de mercado, os

agricultores mesclam as mandiocas de polpa amarelada com as mais claras (em menor proporção). Alguns agricultores plantam seeam na mesma cova os dois grupos de mandioca a fim de facilitar a mistura na colheita. A proporção da farinha de mandioca direcionada para a comercialização está positivamente relacionada com o tamanho das roças e com a proporção da área das roças ocupada por variedades comerciais (Tabela 3).

Tabela 3 – Relação entre a proporção da produção de farinha de mandioca direcionada para o mercado, o tamanho da área cultivada, o número de variedades manejadas e a proporção de área ocupada por variedades comerciais nas roças de 30 famílias no baixo Tapajós, Pará, Brasil. Valores correspondem as médias, seguidas de desvio padrão.

Produção mercado (%)*	Área cultivada (ha)	Variedades	Área var. comerciais (%)**
< 50 (n = 6)	0,58 ± 0,12	6,33 ± 1,80	0,49 ± 0,19
< 80 (n = 13)	1,65 ± 0,49	5,77 ± 1,37	0,66 ± 0,20
≥ 80 (n = 11)	2,61 ± 1,07	5,55 ± 1,30	0,73 ± 0,17

* Proporção da produção de farinha de mandioca que é comercializada (item 3.3).

** Proporção da área total das roças de cada família ocupada pelas "variedades comerciais" (item 3.3).

O número de variedades por família variou de três a nove, com média de seis variedades. O número de variedades de mandioca cultivadas por famílias com maior percentual de farinha de mandioca destinada ao mercado não difere quando comparado com aquelas cuja produção se destina mais ao consumo domiciliar ($F = 0,22$; $p = 0,64$); No entanto, as variedades comerciais tendem a ocupar maiores áreas nas roças das famílias que destinam maior produção de farinha ao mercado ($F = 5,04$; $p = 0,03$, Figura 7B). A proporção de farinha de mandioca destinada ao mercado está positivamente relacionada ao tamanho da área manejada ($F = 103,5$, $p < 0,001$, Fig. 7C).

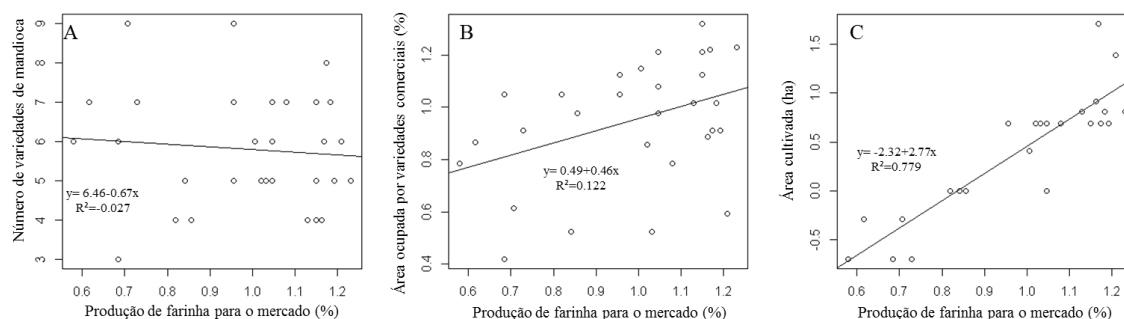


Figura 7 – Relação entre a orientação da produção para o mercado (proporção da produção de farinha direcionada para comercialização) e (A) o número total de variedades de mandioca cultivadas, (B) a área ocupada por variedades comerciais (média da proporção da área cultivada com variedades comerciais) e (C) área cultivada por 30 famílias no baixo rio Tapajós, Resex Tapajós-Arapiuns, Santarém, Pará, Brasil.

5. DISCUSSÃO

O número de variedades de mandioca encontradas nesse estudo (41 variedades de mandioca manejadas por 30 famílias em três comunidades) é similar à diversidade relatada em estudos recentes envolvendo comunidades ribeirinhas do interior da Amazônia brasileira. Fraser *et al.* (2012) relatam 50 variedades para 249 famílias em seis comunidades no médio rio Madeira; Junqueira *et al.* (2016a) encontrou 96 variedades manejadas por 90 famílias em sete comunidades no médio e baixo rio Madeira; Lima *et al.* (2012) encontraram 54 variedades cultivadas por 55 famílias em 13 comunidades no médio rio Solimões; Lima *et al.* (2013) descrevem 52 variedades cultivadas por 46 agricultores em oito comunidades ao longo do rio Maró, Gleba Nova Olinda I, municípios de Santarém e Juruti, Pará; Couly (2009) levantou 26 variedades de mandioca amarga para uma comunidade ribeirinha da Floresta Nacional do Tapajós do baixo rio Tapajós. Isto demonstra que, apesar da crescente orientação para o mercado, as comunidades estudadas ainda mantêm um número considerável de variedades de mandioca em comparação com outros estudos. No entanto o mercado aumenta a probabilidade de perda das variedades de uso restrito, principalmente aquelas ligadas aos hábitos alimentares tradicionais (Emperaire, 2002; Peña-Venegas *et al.*, 2014). Nestas três comunidades, algumas variedades são usadas principalmente para fins culinários (Tabela 1, tarubá e beijú), mas são geridas por algumas famílias e ocupam pequenas áreas nos campos.

O alto número de variedades amargas que apresentam a coloração amarelada da polpa das raízes, bem como a elevada frequência de variedades comerciais manejadas pelas famílias, está relacionado com a grande produção de farinha de mandioca para o mercado, como ocorre em outras regiões da Amazônia (Pereira, 2008; Lima *et al.*, 2012; Lima *et al.*, 2013). Vale ressaltar a preferência dos consumidores (tanto nas áreas rurais quanto urbanas) da Amazônia brasileira pela farinha de coloração amarela (Nogueira, 2006; Fraser e Clement, 2008; Lima *et al.* 2012), exceto os estados do Acre e Rondônia (Emperaire *et al.*, 2012). O resultado encontrado para a diversidade de variedades bravas e mansas corroboram estudo de Emperaire (2002; 2006) que sugere maior diversidade de variedades tóxicas na Amazônia central.

Carvalho *et al.* (2004) relatam a categoria “manicuera” exclusivas de comunidades tradicionais da Amazônia, variedades com alta concentração de açúcar e baixo teor de amido nas raízes, com o mesmo uso levantado neste estudo (preparo de comida típica). Moura *et al.* (2016) que estudaram a variabilidade genética de acessos de “manicuera” na Amazônia brasileira verificaram maior diversidade de marcadores moleculares nos acessos oriundos região Oeste do Pará e estado do Amazonas. Isso mostra que fatores socioculturais são importantes para manter a diversidade da mandioca mesmo quando não há demanda de mercado, como mostra Peña-Venegas *et al.* (2014).

O número de variedades compartilhadas pelas comunidades pode ser explicado pela proximidade destas, evidenciada pelo maior número de variedades comuns entre comunidades mais próximas (Enseada do Amorim/Parauá e Parauá/Surucuá), e menor entre as duas comunidades mais distantes (Enseada do Amorim/Surucuá). O número de variedades exclusivas para cada comunidade indica que apesar da proximidade destas (laços de parentesco e relação de vizinhança na distribuição do material propagativo; Chernela, 1986; Emperaire e Eloy, 2008), os agricultores mantêm a prática de experimentação ativa e a incorporação de variedades oriundas de outras regiões (comunidades mais distantes) como forma de incremento de sua coleção familiar de variedades de mandioca. O total de variedades manejadas por cada uma das comunidades (18, 20 e 26) é similar ao encontrado por Couly (2009) para comunidades da FLONA do Tapajós. Vale ressaltar que além de manter a diversidade, as famílias geram ou ajustam variedades para solos específicos (Fraser e Clement 2008).

O reconhecimento das áreas de TPI pelos agricultores do baixo rio Tapajós é baseado em características físicas (coloração e textura do solo), aptidão agrícola e vegetação densa com espécies indicadoras, corroborando estudos na região do rio Madeira (Fraser e Clement, 2008; Fraser *et al.*, 2011; Junqueira *et al.*, 2016a). A classificação local dos solos quanto à sua aptidão para a agricultura, onde as TPI são consideradas de boa aptidão, seguida pelos solos argilosos (barro), enquanto que os solos arenosos (areião) apresentam aptidão regular, foi relatada por Woods e McCann (1999) entre agricultores de comunidades próximas ao local do estudo, na região de

Santarém, baixo rio Tapajós e rio Arapiuns. Fraser *et al.* (2011) descreve que os ribeirinhos da região do Madeira também classificam o solo local com base na presença e quantidade de areia e argila. A percepção que o agricultor tem dos solos disponíveis influencia sua tomada de decisão quanto à sua forma de manejo da área (Junqueira *et al.*, 2016a).

A variação das características químicas e físicas dos solos encontrados neste estudo pode ser explicada pelo contínuo de antropização nas áreas anteriormente ocupadas por assentamentos indígenas no período pré-colombiano, sendo as áreas centrais com solos mais férteis e o entorno com fertilidade intermediária (Fraser *et al.*, 2011). Nossos dados sobre TPI correspondem com a literatura, onde em geral esses solos apresentam maiores teores de carbono orgânico, cálcio, fósforo e magnésio, maior pH e menor teor de alumínio (Madari *et al.*, 2009). Com relação ao baixo teor de K trocável, diversos trabalhos de caracterização química das Terras Pretas têm mostrado que o potássio não está presente em altas concentrações nos solos antrópicos, geralmente com valores encontrados próximo ao limite inferior da faixa considerada adequada (Falcão *et al.*, 2009). Isso provavelmente se deve ao fato de que, dentre os cátions presentes no solo, o K é um dos mais propícios à lixiviação. É possível que os solos categorizados como “solos de transição”, com altos teores de P, matéria orgânica e alumínio, tenham sido áreas intensamente manejadas no passado; Gomes (2008) descreveu acampamentos de pesca e antigas áreas agrícolas no torno dessas comunidades. O elevado teor de Al pode ser resultado da alta concentração desse elemento no subsolo (em áreas próximas, entre os municípios de Santarém e Juruti, existem minas de bauxita; IBGE, 1976). Já os solos adjacentes tem relação com a composição dos solos descritos para a região, especialmente Argissolos vermelho amarelo distrófico, com textura média argilosa e Latossolos (EMBRAPA, 2001). A análise de componentes principais das variáveis químicas e físicas evidenciou características diferentes de estudos desenvolvidos em sistemas agrícolas ao longo do rio Madeira (Junqueira *et al.* 2016a; Junqueira *et al.* 2016c) e rio Solimões (Barcelos, 2015) que também verificaram a variação química de solos antrópicos e solos adjacentes.

O número de variedades comuns para os três tipos de solo, bem como as variedades exclusivas para cada um, pode estar relacionado ao número diferente de roças visitadas em cada um dos tipos de solo (Terra preta: 8 roças, 12 variedades; solos de transição: 37 roças, 35 variedades; Argissolos e Latossolos: 16 roças, 24 variedades). O grande número de variedades compartilhadas entre os “solos de transição” com as outras duas categorias de solo pode ser explicado pela heterogeneidade das características químicas e físicas deste grupo de solos. Ainda assim, as variedades exclusivas indicam a preferência dos agricultores por certas variedades para cada tipo de solo, como observado por Fraser *et al.* (2012) e Junqueira *et al.* (2016a).

Nesse estudo também foi mostrado que variedades *fracas* são cultivadas em áreas maiores em solos mais férteis (TPI), onde o sistema de cultivo é intensivo, e variedades *fortes* ocupam áreas maiores em solos menos férteis, onde os sistemas de cultivo são extensivos, corroborando estudos anteriores em comunidades ribeirinhas do rio Madeira e rio Solimões (Fraser e Clement, 2008; Fraser, 2010a; Fraser, 2010b; Fraser *et al.*, 2012; Lima *et al.*, 2012). Segundo Fraser *et al.* (2012) a elevada fertilidade da TPI e a forma em que esses solos são cultivados pelos agricultores na região do rio Madeira gerou nessas áreas uma agrobiodiversidade distinta dos solos adjacentes. Já em outras regiões e contextos socioambientais, como no médio rio Caquetá, na Amazônia Colombiana, a escolha de variedades cultivadas está mais relacionada a fatores étnicos e culturais do que às condições do solo (Peña-Venegas *et al.* 2014). Junqueira *et al.* (2016a; 2016b) observaram que no médio rio Madeira a preferência por períodos curtos de cultivo na TPI está relacionado ao controle do “mato”. Os resultados indicam que o processo de seleção de determinadas características ecológicas relacionadas às condições de cada tipo solo está acontecendo também nos sistemas agrícolas familiares do baixo Tapajós, corroborando que o tipo de solo e a fertilidade são fatores influentes na geração e manutenção da agrobiodiversidade na Amazônia.

Embora a produção orientada para o mercado não tenha influenciado o número de variedades de mandioca cultivadas pelos agricultores ao longo do baixo rio Tapajós, os agricultores com maior orientação para o mercado preferem cultivar variedades de mandioca com características desejadas para a produção de farinha. Pereira (2008) e Lima *et al.* (2012) relatam a diminuição

da diversidade de variedades no médio Solimões à medida que se aumenta a comercialização de farinha de mandioca. Jakovac *et al.* (2015) que estudaram a resiliência das paisagens nessa região, relatam que a crescente demanda de mercado por farinha de mandioca está associada um processo de intensificação agrícola, caracterizado pelo aumento no número de ciclos sucessivos e diminuição no período de pousio, além do foco em um número reduzido de variedades de mandioca nas roças (variando entre uma a quatro variedades por roça). Isto ainda não foi observado para os agricultores das três comunidades ao longo do baixo Tapajós.

Com relação a maior proporção de área ocupada por variedades “comerciais” nas roças das famílias com maior orientação da produção para o mercado, os resultados corroboram o estudo de Major *et al.* (2005) na região de Manaus, que também observaram que a orientação para o mercado está relacionada a um aumento da área cultivada com espécies comerciais. Esse processo de mudança gradual das culturas de subsistência para culturas comerciais ocasionadas pelo direcionamento da produção para a comercialização foi registrado em outras regiões, como entre populações caiçaras da Mata Atlântica (Peroni e Hanazaki 2002), e em sistemas agrícolas familiares no mundo todo (Peyre *et al.* 2006; Kumar e Nair, 2004). Os estudos tem mostrado que em si o direcionamento da produção para o mercado na agricultura familiar é uma ameaça à perda da diversidade genética e ao conhecimento associado. Para Emperaire (2002b; 2006), o mercado pode interferir de duas maneiras sobre a diversidade. Por um lado, impõe uma padronização dos produtos vendidos, ocasionando a redução da diversidade genética. No entanto, em função da diversidade dos produtos comercializados, o mercado também pode contribuir para manter a diversidade em um certo patamar. Por exemplo, Emperaire e Eloy (2008) mostraram um aumento na diversidade de espécies e variedades de mandioca em quintais e roças próximos a centros urbanos. Se os agricultores familiares da Resex Tapajós-Arapiuns chegaram a esse possível nível de equilíbrio de diversidade, serão necessárias pesquisas futuras.

6. CONCLUSÃO

Esse trabalho mostrou que a composição das variedades de mandioca e as características dos sistemas em que elas são cultivadas na região do baixo rio Tapajós são relacionadas ao tipo de solo e ao grau de orientação para o mercado. Variedades de ciclo curto e baixo teor de amido ocupam áreas maiores em solos mais férteis, enquanto variedades de ciclo longo estão mais associadas a solos menos férteis. A fertilidade do solo também está correlacionada com a intensidade de uso: nos solos mais férteis (terra preta) o número de ciclos consecutivos de plantio é maior e a duração do pousio é mais curta, enquanto que em solos menos férteis o tempo de pousio é mais longo e o número de ciclos consecutivos é menor. A orientação da produção para o mercado influencia as características do sistema de cultivo: famílias com maior parte da produção direcionada para o mercado manejam áreas maiores, ocupadas principalmente por variedades “comerciais”. Ainda há uma considerável diversidade de mandioca manejada pelas comunidades ribeirinhas do baixo rio Tapajós, indicando o conhecimento das famílias quanto à gestão de suas coleções em conformidade com seus solos e a orientação da produção para o mercado.

7. REFERÊNCIAS

- Adams, C.; Murrieta, R.S.S.; Siqueira, A.D.; Neves, W.A.; Sanches, R.A. 2006. O pão da terra: da invisibilidade da mandioca na Amazônia. Pp. 295-321. In: Adams, C.; Murrieta, R.; Neves, W. (Orgs). *Sociedades Caboclas Amazônicas: Modernidade e Invisibilidade*. São Paulo, Annablume.
- Albuquerque, U.P.; Lucena, R.F.P.; Cunha, L.V.F.C. (Ed.). 2008. *Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica*, v.2. Recife – COMUNIGRAF, p. 41-72. 2. ed. Recife: Comunigraf/NUPEEA.
- Alves-Pereira, A.; Peroni, P.; Abreu, A.G.; Gribel, R.; Clement, C.R. 2011. Genetic structure of traditional varieties of bitter manioc in three soils in Central Amazonia. *Genetica*, 139:1259-1271.
- Barcelos, L.E. 2015. A diversidade florística nos quintais em terra preta de índio e solos menos antrópicos em ambientes de paleovárzea e terra firme, Médio Solimões, Amazonas, Brasil. *Dissertação de mestrado apresentada ao curso de pós-graduação em Botânica, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus – AM, 64pp.*
- Barlow, J.; Peres, C.A. 2004. Avifaunal responses to single and recurrent wildfires in Amazonian forests. *Ecological Applications*, 14: 1358-1373.
- Carvalho, L.J.C.B.; Souza, C.R.B.; Cascardo, J.C.M.; Bloch-Junior, C.; Campos, L. 2004. Identification and characterization of novel cassava (*Manihot esculenta* Crantz) clone with high free-sugar content and novel starch. *Plant Molecular Biology*, 56:643–659.
- Chernela, J.M. 1986. Os cultivares de mandioca na área do Uaupês (Tukâno). In: RIBEIRO, B. G. (Ed.). *Suma Etnológica Brasileira - Etnobiologia*. Petrópolis: Ed. Vozes/FINEP, 1: 151-158.
- Couly, C. 2009. La biodiversité agricole et forestière des Ribeirinhos de la Forêt Nationale du Tapajós (Pará, Brésil): usages, gestion et savoirs. *Tese de doutorado apresentada ao Du centre de developpement durable de l' Université de Brasília – UNB. 400pp.*
- CNS – Conselho nacional de saúde. 1997. *Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos*. Brasília, Conselho Nacional de Saúde, 20 pp.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. *Manual de métodos de análise de solos*. CNPS/ Embrapa, Rio de Janeiro.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2001. Mapa de solos da Reserva Florestal Tapajós-Arapiuns. Embrapa Amazônia Oriental, Belém. www.infoteca.cnptia.embrapa.br.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2009. *Sistemas de produção*. In: *Fertilidade de solos*. Versão eletrônica, 5 ed., URL:

http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/feramostra.htm, acesso em: 16 de janeiro de 2015.

Emperaire, L. 2002a. O manejo da agrobiodiversidade: o exemplo da mandioca da Amazônia. In: Bensusan, N. *Seria melhor ladrilhar? Biodiversidade: como, para quem e por que?* Brasília, UNB; ISA, 2002.p. 189-202.

Emperaire, L. 2002b. Agrobiodiversidade em risco, o exemplo das mandiocas da Amazônia. *Ciência Hoje*, 187: 28-33.

Emperaire, L. 2006. Agrobiodiversidade e agricultura tradicional: O caso da mandioca. In: Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Agrobiodiversidade ediversidade cultural*. Brasília: MMA-SBF, p. 36-38.

Emperaire, L.; Eloy, L. 2008. A cidade um foco de diversidade agrícola no Rio Negro (Amazonas, Brasil)? *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, 3: 195-211.

Emperaire, L.; Eloy, L.; Cunha, M.C.; Almeida, M.W.B.; Velthem, L.H; Santilli, J.; Katz, E.; Rizzi, R.; Silveira, J.S. 2012. D'une production localisée à une indication géographique en Amazonie: les enjeux écologiques de la production de farinha de Cruzeiro do Sul. *Cah Agric*, 21: 25-33.

Falcão, N.; Moreira, A.; Comenford, N.B. 2009. A fertilidade dos solos de Terra Preta de Índio da Amazônia central, pp. 189-200. In: Teixeira, W.G.; Kern, D.C.; Madari, B.E.; Lima, H.N.; Woods, W. *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Embrapa Amazônia Ocidental, 420pp.

Fraser, J.A.; Clement, C.R. 2008. Dark earths and manioc cultivation in central Amazonia: a window on pre-columbian agricultural systems? *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, 3: 175-194.

Fraser, J.A. 2010a. Caboclo horticulture and Amazonian Dark Earths along the Middle Madeira River, Brazil. *Human Ecology*, 38: 651-662.

Fraser, J.A. 2010b. The diversity of bitter manioc (*Manihot Esculenta* Crantz) cultivation in a whitewater Amazonian landscape. *Diversity*, 2: 586-609.

Fraser, J.A.; Junqueira, A.B.; Kawa, N.C.; Moraes, C.P.; Clement, C.R. 2011. Crop diversity on anthropogenic dark earths in central Amazonia. *Human Ecology*, 39: 395-406.

Fraser, J.A.; Alves-Pereira, A.; Junqueira, A.B.; Peroni, N.; Clement, C.R. 2012. Convergent adaptations: bitter manioc cultivation systems in fertile anthropogenic dark earths and floodplain soils in central Amazonia. *PLoS ONE*, 7: e43636.

Futuemma, C. *Uso e acesso aos recursos florestais: os caboclos do baixo Amazonas e seus atributos sócio-culturais*. Pp. 237-260. In: Adams, C.;

Murrieta, R.; Neves, W. (Orgs). *Sociedades Caboclas Amazônicas: Modernidade e Invisibilidade*. São Paulo, Annablume.

Glaser, B.; Birk, J.J. 2012. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de Índio). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 82:39–51.

Gomes, D.M.C. 2008. O uso social da cerâmica de Parauá, Santarém, baixo Amazonas: uma análise funcional. *Arqueologia Sulamericana*, 4: 4-33.

Halbwachs, M. 1990. *A memória coletiva*. São Paulo. Vértice, 189pp.

Heckler, S.; Zent, S. 2008. Pirola manioc varietals: hyperdiversity or social currency? *Human Ecology*, 36:679-697.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1976. *Levantamento de Recursos Naturais - Folha SA.21 – Santarém*. Rio de Janeiro, 507pp.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de conservação da biodiversidade. 2014. *Plano de Manejo da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns*. Santarém, PA.

Jakovac, C.C.; Peña-Claros, M.; Kuyper, T.W.; Bongers, F. 2015. Loss of secondary-forest resilience by land-use intensification in the Amazon. *Journal of Ecology*, 103: 67-77.

loris, A.A.R. 2015. The production of poverty and the poverty of production in the Amazon: Reflections from those at the sharp end of development. *Capitalism Nature Socialism*, 26: 176–192.

Junqueira, A.B.; Stomph, T.J.; Clement, C.R.; Struik, P.C. 2016a. Variation in soil fertility influences cycle dynamics and crop diversity in shifting cultivation systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 215: 122–132.

Junqueira, A.B.; Almekinders, C.J.M.; Stomph, T.J.; Clement, C.R.; Struik, P.C. 2016b. The role of Amazonian anthropogenic soils in shifting cultivation: learning from farmers' rationales. *Ecology and Society*, 21:12.

Junqueira, A.B.; Souza, N.B.; Stomph, T.J.; Almekinders, C.J.M.; Clement, C.R. Struik, P.C. 2016c. Soil fertility gradients shape the agrobiodiversity of Amazonian homegardens. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 221: 270–281.

Kumar, B.M., Nair P.K.R. 2004. The enigma of tropical homegardens. *Agroforestry Systems*, 61: 135-152.

Lima, D.; Steward, A.; Richers, B.T. 2012. Trocas, experimentações e preferências: um estudo sobre a dinâmica da diversidade da mandioca no médio Solimões, Amazonas. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, 7: 371-396.

Lima, P.G.C.; Silva, R.O.; Coelho-Ferreira, M.R.; Pereira, J.L.G. 2013. Agrobiodiversidade e etnoconhecimento na Gleba Nova Olinda I, Pará: interações sociais e compartilhamento de germoplasma da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae). *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, 8: 419-433.

Madari, B.E.; Cunha, T.J.F.; Novotny, E.H.; Milori, D.M.B.P.; Neto, L.M.; Benites, V.M.; Coelho, M.R.; Santos, G.A. 2009. Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo, pp. 172-188. *In: Teixeira, W.G.; Kern, D.C.; Madari, B.E.; Lima, H.N.; Woods, W. As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas.* Embrapa Amazônia Ocidental, 420pp.

Major, J.; Clement, C.R.; Ditommaso, A. 2005. Influence of market orientation on food plant diversity of farms located on Amazonian dark earth in the region of Manaus, Amazonas, Brazil. *Economic Botany*, 59: 77-86.

Martins, P.S. 2005. Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. *Estudos Avançados*, 19: 209-220.

McKey, D.; Cavagnaro, T.R.; Cliff, J.; Gleadow, R. 2010. Chemical ecology in coupled human and natural systems: people, manioc, multitrophic interactions and global change. *Chemoecology*, 20: 109-133.

Moura, E.F.; Sousa, N.R.; Moura, M.F.; Dias, M.C.; Souza, E.D.; Neto, J.T.F.; Sampaio, J.E. 2016. Molecular characterization of accessions of a rare genetic resource: sugary cassava (*Manihot esculenta* Crantz) from Brazilian Amazon. *Genetic Resources and Crop Evolution*, DOI 10.1007/s10722-016-0378-z

Oliveira, N.F.B. 2006. The political significance of non-tribal indigenous youth's talk on identity, land, and the forest environment: an Amazonian case study from the Arapiuns River, Brasil. *A thesis submitted for the degree of doctor of philosophy of the Australian National University*. 390pp.

Oksanen, J.; Guillaume Blanchet, F.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R.; O'Hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Henry, M.; Stevens, H.; Wagner, H. 2015. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.3-1. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

Peña-Venegas, C.P.; Stomph, T.J.; Verschoor, G.; Lopez-Lavalle, L.A.B.; Struik, P.C. 2014. Differences in Manioc Diversity Among Five Ethnic Groups of the Colombian Amazon. *Diversity*, 6: 792-826.

Pereira, K.J.C. 2008. Agricultura tradicional e manejo da agrobiodiversidade na Amazônia Central: um estudo de caso nos roçados de mandioca das Reservas de Desenvolvimento Sustentável Amanã e Mamirauá, Amazonas. *Tese de doutorado apresentada ao curso de pós-graduação em Ecologia Aplicada da Universidade de São Paulo – ESALQ*. Piracicaba, SP, 222pp.

Peroni, N.; Hanazaki, N. 2002. Current and lost diversity of cultivated varieties, especially cassava, under swidden cultivations systems in the Brazilian Atlantic Forest. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 92: 171-183.

Peyre, A.; Guidal, A.; Wiersum, K.F.; Bongers, F. 2006. Dynamics of homegarden structure and function in Kerala, India. *Agroforestry Systems*, 66: 101-115.

Robert, P.; Garcés, C.L.; Laques, A.E.; Coelho-Ferreira, M. 2012. A beleza das roças: agrobiodiversidade Mebêngôkre-Kayapó em tempos de globalização. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 7: 339-369.

R Core Team. 2015. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Schaan, D.P.; Lima, A.M.A. 2012. A grande expansão geográfica dos Tapajó. Pp. 19-38. In: Schaan, D.P. *Arqueologia, Patrimônio e Multiculturalismo na Beira da Estrada: Pesquisando ao longo das Rodovias Transamazônica e Santarém-Cuiabá, Pará*. Belém-PA, NKNoronha.

Smith, N.J.H. 1980. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. *Annals of the American Association of Geographers*, 70: 553-566.

Sthapit, B.; Rana, R.B. 2007. Análise participativa de agrobiodiversidade quatro-células. Pp. 193-201. In: Boef, S.W.; Thijssen, M.H.; Ogliari, J.B.; Sthapit, B.R. (Eds). *Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário*. Porto Alegre, L&PM.

Vaz-Filho, F.A. 1997. Indicadores da sustentabilidade de comunidades ribeirinhas da Amazônia oriental. *Dissertação de Mestrado Apresentada no Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade – CPDA/UFRRJ*, Rio de Janeiro, 288 pp.

Villa, T.C.C.; Maxted, N.; Scholten, M.; Ford-Lloyd, B. 2005. Defining and identifying crop landraces. *Plant Genetic Resources*, 3: 373–384.

Woods, W.I.; McCann, J.M. 1999. The anthropogenic origin and persistence of Amazonian dark earths. *Conference of Latin Americanist Geographers*, 25:7-14.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Roteiro das entrevistas semi-estruturadas

Nome: _____ Sexo: ____ Ano de
nascimento: _____ Apellido: _____
Data: _____ Comunidade: _____
Histórico da pessoa (sua origem, tempo de residência na região, experiência com agricultura)

_____ (O Sr. ou Sra. nasceu aqui? Mora aqui na região há quanto tempo? quando começou a trabalhar com a mandioca?) Localização (pontos georreferenciados das roças).

1. Manejo da roça/variedades de mandioca

- 1.1) Quantas variedades de mandioca são cultivadas (mandioca *versus* macaxeira)?
- 1.2) Como cada variedade foi obtida?
- 1.3) Quais as características de cada variedade? (Caracteres qualitativos e quantitativos).
- 1.4) Qual o ciclo de cada variedade?
- 1.5) Por que cada variedade é cultivada? (Tipo de solo, produtividade, demanda de mercado, produtos de subsistência).
- 1.6) Qual o tempo de maturação de cada variedade (colheita, após o plantio)? Qual a resistência de cada variedade ao solo?
- 1.7) Como é seu amolecimento na água?
- 1.8) Como é o rendimento de cada variedade?
- 1.9) Existem variedades consideradas *fortes* ou *fracas* em relação ao tempo de maturação e a produtividade?

2. Mercado e subsistência

- 2.1) Quais produtos são gerados do manejo da mandioca (farinha, goma, tucupi, beijus, bebidas, etc.)?
- 2.2) Existe variedade específica para produção de cada produto? Por quê?
- 2.3) Qual o destino da produção? Comercialização ou subsistência?
- 2.4) Qual a quantidade da produção?
- 2.5) A produção é a principal fonte de renda da família? Quais outras atividades geram renda para a família e em que proporção?
- 2.6) Existe um tipo de farinha preferida pelos consumidores? Quais as suas características? Existem variedades de mandioca mais indicadas para a produção? Por quê?
- 2.7) Existem produtos de consumo derivados da mandioca (consumo) que deixaram de ser produzidos? Por quê?
- 2.8) Por que certas variedades são abandonadas, enquanto que outras são cultivadas?

3. Manejo das roças/solo

- 3.1) Quantas roças existem no momento? Qual a idade das roças? Qual a área de cada roça?
- 3.2) A área das roças anteriormente era mata alta ou capoeira? Que idade tinha a capoeira?
- 3.3) Existe solo e/ou capoeira forte ou fraca? Por quê?
- 3.4) Qual o tempo de repouso do solo? É diferente dependendo do tipo de solo? O tempo de pousio faz diferença na produção? Por quê?
- 3.5) Qual a forma de plantio (solteiro, consórcio, contínuo)?

4. Histórico da área

- 4.1) Há quanto tempo trabalham na área?
- 4.2) O manejo da mandioca é produtivo na área? Por quê?
- 4.3) Sabem se a área foi ocupada antes? Por quem? Índios moravam aqui antes?
- 4.4) Qual o tamanho total de sua área?
- 4.5) Ainda existe floresta primária na sua área ou lote?

Apêndice 2 – Ata da aula de qualificação



DIVISÃO DOS
CURSOS DE
PÓS-GRADUAÇÃO

AULA DE QUALIFICAÇÃO

PARECER



Aluna: **RAQUEL SOUSA CHAVES**
Curso: **BOTÂNICA**
Nível: **Mestrado**
Orientador: **Charles Roland Clement (INPA)**

Título:

"Tipos de Solo, Demandas de Mercado e a Subsistência Familiar Influenciam as Variedades de Mandioca (Manihot Esculenta Crantz) nos Sistemas de Produção do Baixo Tapajós, Pará"

BANCA JULGADORA

TITULARES:

ARI DE FREITAS HIDALGO (UFAM)
HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS (UFAM)
SONIA ALFAIA (INPA)

SUPLENTES:

MICHAEL JOHN GILBERT HOPKINS (INPA)
THEREZINHA DE JESUS PINTO FRAXE (UFAM)

EXAMINADORES	PARECER	ASSINATURA
ARI DE FREITAS HIDALGO	(X) Aprovado () Reprovado	
HENRIQUE DOS SANTOS PEREIRA	(X) Aprovado () Reprovado	
SONIA SENA ALFAIA	(X) Aprovado () Reprovado	
MICHAEL JOHN GILBERT HOPKINS	() Aprovado () Reprovado	
THEREZINHA DE JESUS PINTO FRAXE	() Aprovado () Reprovado	

Manaus (AM), 30 de Março de 2015.

OBS:

A estudante cumpriu todas as recomendações dos revisores do plano.

Dr. Michael John Gilbert Hopkins
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Botânica

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA
Av. André Araújo, 2936 – Bairro: Aleixo – Caixa Postal: 2223 – CEP: 69080-971- Manaus/AM.
Fone/Fax: (+55) 92 3643-3119

site: <http://pg.inpa.gov.br> e-mail: pgbotanica@inpa.gov.br

Apêndice 3 – Ata de defesa pública oral



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

Aos vinte e nove dias do mês de março de 2016 às 14:30h, na sala de seminários da biblioteca do INPA-Campus I, reuniu-se a comissão examinadora da defesa pública, composta pelos seguintes membros: Dra. Laure Empeaire do Institut de Recherche pour le Développement-IRD, Dr. Valdely Ferreira Kinupp, do Instituto Federal do Amazonas -IFAM e Dra. Sônia Sena Alfaia, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, tendo como suplentes: Dr. Ari de Freitas Hidalgo, da Universidade Federal da Amazônia – UFAM e Dra. Therezinha de Jesus Pinto Fraxe, da Universidade Federal da Amazônia – UFAM. A defesa será presidida por um membro da banca indicado pelo CP, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, intitulada: “Tipos de solo e a orientação para o mercado influenciam na escolha das variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) nos sistemas de produção do baixo rio tapajós, Pará”, da discente: **Raquel Sousa Chaves**, sob orientação: Dr. Charles Roland Clement e coorientação: Dr. André Braga Junqueira. Após a exposição, dentro do tempo regulamentar, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final:

EXAMINADORES	PARECER	ASSINATURA
LAURE EMPERAIRE	<input checked="" type="checkbox"/> APROVADO () REPROVADO	<i>L. Empeaire</i>
VALDELY FERREIRA KINUPP	<input checked="" type="checkbox"/> APROVADO () REPROVADO	<i>Valdely Ferreira Kinupp</i>
SONIA SENA ALFAIA	<input checked="" type="checkbox"/> APROVADO () REPROVADO	
ARI DE FREITAS HIDALGO	() APROVADO () REPROVADO	
THEREZINHA DE JUSUS PINTO FRAXE	() APROVADO () REPROVADO	

Manaus (AM), 29 de março de 2016.

OBS: *A Banca sugere o trabalho seja revisito conforme as sugestões verbais e orais. e informalmente revisar a versão final (revisar pl a Banca)*

Nada mais havendo, foi lavrado a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

[Signature]
 Dr. Michael John Gilbert Hopkins
 Coordenador do Programa de
 Pós Graduação em Botânica
 PO. 258/2011

Apêndice 4 – Devolutiva dos resultados



Devolutiva dos resultados da pesquisa aos comunitários. **A** – Comunidade Parauá-Managal; **B** – Comunidade Parauá-Retiro; **C** – Comunidade Enseada do Amorim; **D** – Comunidade Surucuá.