INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS

ETNOCONHECIMENTO SATERÉ MAWÉ E A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E ANTRÓPICOS NA DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE INTERESSE DA ETNIA

OLIVIA BEATRIZ MORAES DIAS DE AGUIAR

Manaus, Amazonas

Maio, 2018

OLIVIA BEATRIZ MORAES DIAS DE AGUIAR

ETNOCONHECIMENTO SATERÉ MAWÉ E A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E ANTRÓPICOS NA DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE INTERESSE DA ETNIA

Orientadora: Sônia Sena Alfaia

Coorientador: Charles Roland Clement

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências de Florestas Tropicais.

Manaus, Amazonas

Maio, 2018

INPA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

BRASIL GOVERNO FEDERAL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS

DEFESA PÚBLICA DISSERTAÇÃO / PPG-CFT - INPA

Ata da Defesa Pública da Dissertação de Mestrado de **OLIVIA BEATRIZ MORAES DIAS DE AGUIAR** aluno (a) do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS, realizada no dia 04 de maio de 2018.

Aos quatro dias do mês de maio de 2018, às 14h00, na Sala de Aula 2 do PPG-CFT, Campus III, INPA-V8, realizou-se a Defesa Pública da Dissertação de Mestrado intitulada: "**INFLUÊNCIA DE FATORES EDÁFICOS, AMBIENTAIS E ANTRÓPICOS NA DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS PRIORITÁRIAS PARA A ETNIA SATERÉ-MAWÉ**" em conformidade com o Artigo 68 do Regimento Interno do PPG-CFT e Artigo 52 do Regimento Geral da Pós-Graduação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (MCTI-INPA) como parte final de seu trabalho para a obtenção do título de **MESTRE EM CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS,** área de concentração em *Manejo Florestal*. **A Banca Examinadora foi constituída pelos seguintes professores doutores: HIROSHI NODA (INPA), ELISA VIEIRA WANDELLI (EMBRAPA) e FERNANDO OLIVEIRA GOUVEA DE FIGUEIREDO (INPA).** O (a) Presidente da Banca Examinadora, **Dr (a) Sonia Sena Alfaia (Orientador / INPA)**, deu início à sessão convidando os senhores membros e o (a) Mestrando (a) a tomarem seus lugares e informou sobre os procedimentos a serem observados para o prosseguimento do exame. A palavra foi, então, facultada ao (à) Mestrando (a) que apresentou uma síntese do seu estudo e respondeu às perguntas formuladas pelos membros da Banca Examinadora. Depois da apresentação e arguição, a referida Banca Examinadora se reuniu e decidiu por

aprovar a candidata.

A sessão foi encerrada às 16:20 e, para constar eu, Ana Serra Campos, Secretária do PPG-CFT lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada foi assinada pelo Presidente e membros da Banca Examinadora. Banca Examinadora:

Dr (a) HIROSHI NODA	[X] Aprovado (a)	[ ] Reprovado (a)	
Dr (a) ELISA VIEIRA WANDELLI	[X] Aprovado (a)	[ ] Reprovado (a)	
Dr (a) FERNANDO O. DE FIGUEIREDO	[X] Aprovado (a)	[ ] Reprovado (a)	

Dra. Sonia Sena Alfaia
Presidente da Banca/
Orientadora

Dr. Niro Higuchi
Coordenador do PPG-CFT

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS MESTRADO - DOUTORADO
Av. André Araújo, nº 2936 - Bairro: Petrópolis - Manaus/AM - CEP: 69057-375
Fone: (92) 3643-1838 Site: http://pg.inpa.gov.br - E-mails: cft@inpa.gov.br, ppgcft.secretaria@gmail.com

A 282 Aguiar, Olivia Beatriz Moraes Dias de

Etnoconhecimento Sateré Mawé e a influência de fatores ambientais e antrópicos na distribuição de espécies florestais de interesse da etnia / Olivia Beatriz Moraes Dias de Aguiar . --- Manaus: [s.n.], 2018.

x, 52 f.: il.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2018.

Orientadora: Sonia Sena Alfaia

Coorientador: Charles Roland Clement

Área de concentração: Ciências de Florestas Tropicais

1. Manejo florestal indígena . 2. Florestas Antrópicas . 3. Etnoedafologia . I. Título.

Sinopse:

Estudou-se a distribuição de 12 espécies florestais prioritárias para a etnia Sateré-Mawé no território indígena Andirá Marau. Foi analisado como a abundância e a área basal de populações domesticadas e não domesticadas variam em função de atributos edáficos, ambientais e antrópicos. Estudou-se o conhecimento indígena sobre usos e manejos destas espécies, bem como a visão e a etnoclassificação Sateré-Mawé dos solos.

Palavras chave: Florestas antrópicas, etnobotânica, etnoedafologia, etnopedologia, manejo florestal indígena.

Dedico este trabalho ao povo Sateré Mawé, e a todos os povos da floresta, resistentes na luta do Bem Viver.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Natureza, pois sem ela nada somos. Agradeço, pois, apesar de ser natureza, sou insignificante diante de sua imensidão e beleza. Agradeço a força da floresta, dos rios e dos astros por me fazerem curiosamente interessada em estudar suas complexidades. Agradeço aos povos da floresta e a todas as etnias (Kamayurá, Yawalapíti, Mebengokré e Sateré-Mawé) que me receberam de coração aberto em seus sagrados territórios. Cada visita, cada passo dado me fortaleceu, me construiu e me desconstruiu, e assim continuo aprendendo a viver.

Agradeço com todo amor a minha família, minha mãe Silvia, minhas avós, meu pai Jorge, meu avôs por abrirem caminhos tão belos e verdadeiros na minha vida. Agradeço a minhas irmãs e amigas, ao meu irmão e amigos por me florirem de alegrias e aprendizados. Agradeço em especial ao Marcos Simão e a Juliana Lins pelo incentivo e conversas nos momentos mais cruciais do mestrado. Agradeço a Luis Enrique Gonzalez pela parceria no campo, pelo amor, carinho e tantas tradagens para coletas de solos.

Agradeço a Sonia Sena Alfaia e Charles Roland Clement por toda orientação, apoio e confiança, sou eternamente grata. Ao grupo Selvagens da Domesticação pelas discussões, ideias e risadas. A Jonas Moraes pela ajuda, paciência e orientação nas análises de solos.

Agradeço especialmente ao povo Sateré-Mawé por terem me permitido entrar nas suas florestas, roças e rios. Agradeço a Ismael Ferreira da Silva, Alcimar Souza, Leôncio Batista, João Portuga e Bigode (Lorí Pereira) por me ajudarem em campo. Sou grata por tantos aprendizados e sorrisos compartilhados. Em nome do Tuxaua Donato, agradeço a todos Tuxauas e indígenas que me receberam em suas comunidades, em especial aos Saterés mais antigos em memória, à dona Irací Batista por toda sabedoria e paciência, e as crianças pela alegria, espontaneidade e muricis coletados. Em nome do Obadias Garcia, agradeço ao Conselho Geral da Tribo Sateré-Mawé e ao Consórcio dos Produtores Sateré-Mawé pela logística e apoio.

Agradeço as fontes financiadoras do mestrado: Rufford Fundation, por financiar a realização e a devolutiva da pesquisa; CAPES pela bolsa concedida; fundação Idea Wild pela doação de equipamentos de trabalho. Por fim agradeço ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e ao programa de pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais.

RESUMO

Os povos indígenas manejam secularmente as florestas amazônicas, favorecendo a propagação e o crescimento de espécies úteis e domesticadas. A distribuição de espécies florestais está relacionada com o histórico de uso, ocupação e manejos pré-colombianos e atuais, bem como fatores ambientais e evolutivos. A etnia Sateré-Mawé tradicionalmente maneja florestas no interflúvio Amazonas-Madeira-Tapajós. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso, manejo e a distribuição de doze espécies florestais de interesse atual para a etnia no território Andirá-Marau. Levantamos com os coletores de sementes doze espécies prioritárias e estudamos como estas espécies estão distribuídas no baixo rio Andirá. Para isso analisamos a abundância e área basal de populações de espécies domesticadas e não domesticadas, levando em consideração atributos ambientais e antrópicos. Para uma melhor compreensão dos resultados e do histórico de uso do território estudamos o conhecimento indígena sobre os usos e manejos das espécies prioritárias e sobre os solos ao redor das comunidades. Vimos que os Sateré-Mawé estão ativamente manejando as florestas e estas práticas de manejo foram classificadas em nove categorias que levam a um processo de domesticação da floresta. Foram descritos seis etnosolos por meio de atributos de rápida percepção, como cor, textura e vegetação dominante. A assembleia das 12 espécies prioritárias é mais abundante nas regiões mais próximas das comunidades, em solos com maior teor de fósforo, maior quantidade de carvão e menor teor de ferro. A distribuição das espécies com populações domesticadas foi explicada por atributos mais sensíveis às modificações antrópicas, como maior quantidade de carvão no solo, maior pH e soma de bases. As espécies não domesticadas tiveram maior abundância em altitudes mais elevadas, em solos com maior teor de fósforo e ferro, e tiveram maior área basal em solos mais ácidos. Relacionar o estudo científico moderno com o conhecimento indígena possibilitou uma melhor compreensão e interpretação dos resultados, evidenciando a importância deste diálogo para aprofundarmos nos estudos sobre as florestas amazônicas e traçarmos estratégias para sistemas produtivos mais resilientes e condizentes com as realidades locais.

Palavras chave: florestas antrópicas, etnobotânica, etnoedafologia, etnopedologia, manejo florestal indígena.

ABSTRACT

Indigenous peoples have managed Amazonian forests for millennia, enhancing the propagation and growth of useful and domesticated species. The distribution of forest species is related to environmental and evolutionary factors, as well as pre-Columbian and recent histories of use, occupation and management. The Sateré-Mawé ethnic group traditionally manage forests in the Amazonas-Madeira-Tapajós interfluve. The main objective of this study was to evaluate the use, management and distribution of 12 important forest species in the Andirá-Marau territory. We worked with the seed collectors of the priority species and analysed how the abundance and basal area of domesticated and non domesticated species are distributed in the lower Andirá river, considering environmental and anthropogenic attributes. For a better understanding of the results, we studied the indigenous knowledge about the uses and management of the priority species and the soils around the communities. We found that the Sateré-Mawé are actively managing the forests; their management practices were classified into nine categories that lead to a process of forest domestication. Six ethnosoils were described by easily perceived attributes, such as colour, texture and vegetation. The assemblage of the 12 priority species is more abundant in regions closer to the communities, in soils with higher phosphorus content, higher amounts of charcoal and lower iron content. The distribution of the domesticated species was explained by attributes sensitive to anthropogenic modifications, such as increase of charcoal in the soil, higher pH and sum of bases. Non-domesticated populations had higher abundances at more elevated altitudes, in soils with higher phosphorus and iron content, and higher basal area in more acidic soils. Combining modern scientific study with indigenous knowledge enabled a better interpretation of the results, highlighting the importance of this dialogue to increase the understanding of Amazonian forests and design strategies for productive systems that are more resilient and suitable for local realities.

Key words: anthropogenic forests, ethnobotany, ethnoedapholgy, ethnopedology, Indigenous forest management

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS ..... **II**

RESUMO ..... **III**

ABSTRACT ..... **IV**

SUMÁRIO ..... **V**

LISTA DE TABELAS ..... **VII**

LISTA DE FIGURAS ..... **VIII**

APRESENTAÇÃO **1**

OBJETIVO **3**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

CAPÍTULO 1 ..... **4**

RESUMO **5**

ABSTRACT **6**

INTRODUÇÃO **7**

MÉTODO **10**

1. ÁREA DE ESTUDO 10
2. SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS VEGETAIS 13
3. OBTENÇÃO DE DADOS BIÓTICOS, ABIÓTICOS E ETNOECOLOGIA 14

3.1 INVENTÁRIO FLORÍSTICO 14

3.2 AMOSTRAS DE SOLO 14

3.3 OUTRAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS 15

3.4 ETNOBOTÂNICA E ETNOEDAFOLOGIA SATERÉ 15

4. ANÁLISE DOS DADOS 17

4.1 ENTREVISTAS 17

4.2 DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES NO TERRITÓRIO 18

RESULTADOS **19**

USOS E MANEJOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM ANDIRÁ-MARAU (PASSADO E PRESENTE) 19

ETNOCONHECIMENTO SATERÉ-MAWÉ SOBRE SOLOS E EROSÃO DO CONHECIMENTO 25

DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES NO ESPAÇO AO REDOR DAS COMUNIDADES 29

DISCUSSÃO **34**

USOS E MANEJOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM ANDIRÁ-MARAU (PASSADO E PRESENTE) 34

ETNOCONHECIMENTO SATERÉ-MAWÉ SOBRE SOLOS E EROSÃO DO CONHECIMENTO 36

DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES NO ESPAÇO AO REDOR DAS COMUNIDADES 36

CONCLUSÕES **39**

AGRADECIMENTOS **40**

CONSIDERAÇÕES FINAIS **40**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **41**

MATERIAL SUPLEMENTAR **47**

ANEXO1. ROTEIRO DE PESQUISA- ETNOBOTÂNICA SATERÉ MAWÉ 47

ANEXO2. ROTEIRO DE PESQUISA- ETNOPEDOLOGIA SATERÉ MAWÉ 48

TABELA S1. MODELOS SATURADOS PARA ABUNDÂNCIA DA ASSEMBLEIA, DAS POPULAÇÕES DOMESTICADAS E DAS POPULAÇÕES NÃO DOMESTICADAS 48

TABELA S2. MODELOS SELECIONADOS PARA ABUNDÂNCIA DE CADA ESPÉCIE ESTUDADA UTILIZANDO GAMLSS..... 49

TABELA S3: MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS DADOS 51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Categorias de uso e descrição dos usos relatados pelos(as) informantes Sateré-Mawé durante as entrevistas sobre as 12 espécies estudadas. 16
Tabela 2: Categorias de manejo..... 16
Tabela 3. Árvores importantes para os Sateré-Mawé no passado e no presente 20
Tabela 4. Usos e Manejo das Espécies promissoras para a etnia Sateré-Mawé 22
Tabela 5. Etnosolos Sateré-Mawé 25
Tabela 6. Resumo da variação encontrada nas variáveis edáficas, ambientais e antrópicas consideradas neste estudo na Terra Indígena Andirá-Marau, Amazonas. 26
Tabela 7. Abundância e dimensões médias das espécies prioritárias encontradas nas 30 parcelas de inventários florísticos na Terra Indígena Andirá-Marau, Amazonas 29
Tabela 8. Modelos de regressão múltipla selecionados para explicar a distribuição da assembleia; das populações domesticadas; e das populações não domesticadas 30

LISTA DE FIGURAS

Figure 1: Área de Estudo no baixo rio Andirá na Terra Indígena Andirá Marau, localizada na Amazônia Central, na divisa dos Estados do Amazonas e do Pará, Brasil 12
Figura 2: Gráficos parciais das regressões de abundância e área basal da assembleia 32
Figura3: Gráficos parciais das regressões de abundância e área basal da para populações de espécies domesticadas 32
Figure 4: Gráficos parciais das regressões de abundância e área basal da para espécies não domesticadas..... 33

APRESENTAÇÃO

Desde o Holoceno inicial, há cerca de 11 mil anos, os povos originários da Amazônia vem manejando as florestas e os ecossistemas amazônicos, tornando-os mais produtivos e seguros para os humanos (Clement 1999a). Populações indígenas possuem diversas técnicas de manejo florestal e desenvolveram sistemas efetivos de manipulação da abundância e da distribuição de recursos florestais úteis (Peters 1996). Apesar de populações pré-colombianas e atuais terem modificado significativamente as florestas amazônicas (Levis et al. 2017a), não é simples e nem nítido distinguir florestas primárias de florestas manejadas e florestas secundárias maduras (Denevan 1992; Peters 2000; Clement e Junqueira 2010; Barlow et al. 2012). No entanto, dependendo do grau de intervenção, estes sistemas podem ser detectados por meio de evidências edáficas, como fertilidade do solo e florísticas, como riqueza e abundância de espécies úteis (Posey 1985; Hecht e Posey 1989; Junqueira et al. 2010; Junqueira et al. 2016; Salim et al. 2017; Levis et al. 2017a).

Estudos à nível de bacia amazônica (Quesada et al. 2012; Figueiredo et al. 2018) e de paisagem local (Tuomisto et al. 2003; John et al. 2007; Higgins et al. 2011) evidenciam a relevância de fatores edáficos para explicar a distribuição de espécies e a estrutura de florestas tropicais. No entanto, alterações intencionais ou não de manejos indígenas resultam em alterações na estrutura florestal que podem ser detectadas até o presente, e a ocorrencia de populações domesticadas pode ser considerado um legado dos povos pré colombianos (Levis et al. 2017a). Desta forma, a composição florística atual de florestas está também relacionada com o histórico de uso, ocupação e manejos indígenas. Além dos manejos florestais, um dos sistemas mais tradicionais de uso da terra para produção de alimentos na Amazônia é o sistema de corte e queima, que também resulta em mudanças persistentes na composição florística de florestas (Peters 2000).

A etnia Sateré-Mawé habita a Terra Indígena Andirá-Marau, localizada entre os rios Tapajós, Madeira e Amazonas na Amazônia Central, e são reconhecidos por serem os domesticadores do guaraná, *Paullinia cupana* var. *sorbilis.* Além dos tradicionais guaranazais, a etnia pratica a agricultura de corte e queima e maneja secularmente as florestas do território. A etnia é da família linguística Mawé, do tronco Tupi. Os Saterés se referem ao local de origem como *Nusoken*, que é o lugar sagrado onde iniciou-se as práticas de cultivos e onde moram suas figuras mitológicas (Figueroa 2016). A etnia se reconhece como sendo índios do *centro*, pois

habitavam as regiões mais centrais da mata, próximas de nascentes, onde se encontram as mudas nativas do guaraná e onde, segundo eles, há mais abundância de caça e frutos (Lorenz 1992). Atualmente existe O Conselho Geral da Tribo Sateré-Mawé (CGTSM), que desenvolve o projeto integrado de etno-desenvolvimento Waraná, cujo o objetivo é desenvolver a gestão ambiental e territorial da TI. Neste cenário, os Saterés têm plantado e coletado sementes de árvores que tradicionalmente não eram plantadas. O presente estudo tem como objetivo entender como espécies florestais prioritárias para a etnia Sateré-Mawé estão distribuídas no território Andirá-Marau ao longo do baixo rio Andirá, levando em consideração fatores edáficos, ambientais e antrópicos. Para isso analisamos a distribuição (abundância e área basal) de populações de espécies domesticadas e de espécies não domesticadas, suas relações com os solos, e com a ecologia histórica do território. Estudamos o conhecimento indígena sobre os solos afim de entender a pedologia e a edafologia local, e buscamos entender os usos e manejos dessas espécies florestais, de forma a relacioná-los com os resultados obtidos, e com o histórico de uso e ocupação do território Andirá-Marau.

OBJETIVO

Avaliar o uso, manejo e distribuição de espécies florestais prioritárias para a etnia Sateré-Mawé no território Andirá-Marau ao longo do baixo rio Andirá.

Objetivos Específicos

Descrever usos e manejos no passado e no presente de espécies florestais prioritárias para a etnia Sateré-Mawé;

Descrever o etnoconhecimento Sateré-Mawé sobre solos ao redor de suas comunidades;

Determinar a influência de variáveis ambientais e antrópicas sobre a distribuição de espécies prioritárias ao redor de comunidades Sateré-Mawé no baixo rio Andirá.

CAPÍTULO 1

Dias de Aguiar, O.B.M., Clement, C.R., Alfaia, S.S. Etnoconhecimento Sateré Mawé E A Influência De Fatores Ambientais E Antrópicos Na Distribuição De Espécies Florestais De Interesse Da Etnia. Formatado para Acta Amazonica

RESUMO

Os povos indígenas manejam secularmente as florestas amazônicas, favorecendo a propagação e o crescimento de espécies úteis e domesticadas. A distribuição de espécies florestais está relacionada com o histórico de uso, ocupação e manejos pré-colombianos e atuais, bem como fatores ambientais e evolutivos. A etnia Sateré-Mawé tradicionalmente maneja florestas no interflúvio Amazonas-Madeira-Tapajós. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso, manejo e a distribuição de doze espécies florestais de interesse atual para a etnia no território Andirá-Marau. Levantamos com os coletores de sementes doze espécies prioritárias e estudamos como estas espécies estão distribuídas no baixo rio Andirá. Para isso analisamos a abundância e área basal de populações de espécies domesticadas e não domesticadas, levando em consideração atributos ambientais e antrópicos. Para uma melhor compreensão dos resultados e do histórico de uso do território estudamos o conhecimento indígena sobre os usos e manejos das espécies prioritárias e sobre os solos ao redor das comunidades. Vimos que os Sateré-Mawé estão ativamente manejando as florestas e estas práticas de manejo foram classificadas em nove categorias que levam a um processo de domesticação da floresta. Foram descritos seis etnosolos por meio de atributos de rápida percepção, como cor, textura e vegetação dominante. A assembleia das 12 espécies prioritárias é mais abundante nas regiões mais próximas das comunidades, em solos com maior teor de fósforo, maior quantidade de carvão e menor teor de ferro. A distribuição das espécies com populações domesticadas foi explicada por atributos mais sensíveis às modificações antrópicas, como maior quantidade de carvão no solo, maior pH e soma de bases. As espécies não domesticadas tiveram maior abundância em altitudes mais elevadas, em solos com maior teor de fósforo e ferro, e tiveram maior área basal em solos mais ácidos. Relacionar o estudo científico moderno com o conhecimento indígena possibilitou uma melhor compreensão e interpretação dos resultados, evidenciando a importância deste diálogo para aprofundarmos nos estudos sobre as florestas amazônicas e traçarmos estratégias para sistemas produtivos mais resilientes e condizentes com as realidades locais.

Palavras chave: florestas antrópicas, etnobotânica, etnoedafologia, etnopedologia, manejo florestal indígena.

ABSTRACT

Indigenous peoples have managed Amazonian forests for millennia, enhancing the propagation and growth of useful and domesticated species. The distribution of forest species is related to environmental and evolutionary factors, as well as pre-Columbian and recent histories of use, occupation and management. The Sateré-Mawé ethnic group traditionally manage forests in the Amazonas-Madeira-Tapajós interfluve. The main objective of this study was to evaluate the use, management and distribution of 12 important forest species in the Andirá-Marau territory. We worked with the seed collectors of the priority species and analysed how the abundance and basal area of domesticated and non domesticated species are distributed in the lower Andirá river, considering environmental and anthropogenic attributes. For a better understanding of the results, we studied the indigenous knowledge about the uses and management of the priority species and the soils around the communities. We found that the Sateré-Mawé are actively managing the forests; their management practices were classified into nine categories that lead to a process of forest domestication. Six ethnosoils were described by easily perceived attributes, such as colour, texture and vegetation. The assemblage of the 12 priority species is more abundant in regions closer to the communities, in soils with higher phosphorus content, higher amounts of charcoal and lower iron content. The distribution of the domesticated species was explained by attributes sensitive to anthropogenic modifications, such as increase of charcoal in the soil, higher pH and sum of bases. Non-domesticated populations had higher abundances at more elevated altitudes, in soils with higher phosphorus and iron content, and higher basal area in more acidic soils. Combining modern scientific study with indigenous knowledge enabled a better interpretation of the results, highlighting the importance of this dialogue to increase the understanding of Amazonian forests and design strategies for productive systems that are more resilient and suitable for local realities.

Key words: anthropogenic forests, ethnobotany, ethnoedapholgy, ethnopedology, Indigenous forest management

INTRODUÇÃO

Os povos originários do Brasil podem ser reconhecidos como verdadeiros protetores das florestas brasileiras. As áreas indígenas correspondem à 23 % da Amazônia Legal (Instituto Socioambiental 2014), tendo uma importância estratégica para a manutenção da biodiversidade e da agrobiodiversidade, uma vez que atuam como uma das principais barreiras para o avanço do desmatamento (Fearnside e Ferraz 1995; Schwartzman e Zimmerman 2005; Heckenberger et al. 2007). Embora a conservação ambiental desses territórios se deva aos saberes e fazeres dessas populações, a conservação a longo prazo dessas terras depende não apenas dos indígenas e de políticas nacionais, mas também do entendimento dos seus recursos naturais e de alternativas econômicas que sejam condizentes às realidades indígenas (Schwartzman e Zimmerman 2005). Torna-se então, cada vez mais necessário refletir sobre as formas de organização dos espaços e das atividades produtivas e cotidianas das aldeias (Bavaresco e Menezes 2014).

Para entender as paisagens atuais e passadas, a ecologia histórica, por meio de abordagens interdisciplinares, estuda as interações entre sociedades e o ambiente e as consequências desta interação (Balée 2006). Desde pelo menos o início do Holoceno, há cerca de 11 mil anos, com a chegada dos povos originários das terras baixas da Amazônia, esses povos vêm manejando de diversas formas essas paisagens, tornando-as mais produtivas e seguras para os humanos, num processo de domesticação da paisagem (Clement 1999a; Levis et al. 2017a). Populações indígenas possuem diversas técnicas de manejo florestal, como remoção de plantas não úteis e seleção de fenótipos desejáveis, e desenvolveram sistemas efetivos de manipulação da abundância e da distribuição de recursos florestais uteis (Peters 1996; Levis et al. 2018). A ocorrencia de populações domesticadas teve início há cerca de 8.000 anos AP (Purugganan e Fuller 2009), essas populações podem ser consideradas um legado dos manejos pré colombianos (Levis et al. 2017). Os locais de maior expansão das populações pré-colombianas são verdadeiros centros de diversidade genética e de espécies úteis (Clement 1999b). Estima-se que cerca de 138 espécies vegetais tenham algum grau de domesticação por povos nativos da Amazônia, sendo que 68 % são árvores ou espécies lenhosas perenes (Clement 1999a).

Comparar a distribuição de populações domesticadas com populações não domesticadas pode revelar pistas importantes para entendermos a estrutura de florestas tropicais e a ecologia histórica da Amazônia. Apesar de populações pré-colombianas e atuais terem modificado significativamente as florestas amazônicas (Levis et al. 2017a) não é simples e nem nítido distinguir florestas primárias de florestas manejadas e florestas secundárias maduras (Denevan 1992; Peters 2000; Clement e Junqueira 2010; Barlow et al. 2012; Levis et al. 2017a; Levis et al. 2018). No entanto, dependendo do grau de intervenção, estes sistemas podem ser detectados por meio de evidências edáficas, como fertilidade do solo e florísticas, como riqueza e abundância de espécies úteis (Posey 1985; Hecht e Posey 1989; Junqueira et al. 2010; Junqueira et al. 2016; Salim et al. 2017; Levis et al. 2017).

A distribuição e a abundância de plantas é influenciada pelo ambiente, como geologia, solo e clima, e por processos evolucionários, como dispersão e predação (Levis et al. 2017a). Estudos à nível de bacia amazônica (Quesada et al. 2012; Figueiredo et al. 2018) e de paisagem local (Tuomisto et al. 2003; John et al. 2007; Higgins et al. 2011) evidenciam a relevância de fatores edáficos para explicar a distribuição de espécies e a estrutura de florestas tropicais. Variações nas propriedades químicas e físicas dos solos estão correlacionadas com processos geomorfológicos e com o material de origem dos solos (Quesada et al. 2010; Quesada et al. 2011). Estudos de pequena, média e macro escala mostram a importância da altitude para explicar a distribuição de espécies florestais (Kahn 1987; Tuomisto et al. 2003; Miyamoto et al. 2003; Costa et al. 2005; Higgins et al. 2011). No entanto, o componente humano também é importante para explicar alterações químicas nos solos da Amazônia. Solos antrópicos, como a terra preta de índio, quando comparados com solos não antrópicos adjacentes, possuem maiores valores de pH, fósforo, matéria orgânica, soma de bases, zinco e manganês, e geralmente valores inferiores de ferro e alumínio (Falcão et al. 2009; Glaser e Birk 2012; Junqueira et al. 2016). Ao mesmo tempo que estas alterações são oriundas dos manejos indígenas, que estavam intencionalmente ou não modificando as florestas e os solos, elas resultam em alterações na estrutura florestal que podem ser detectadas até o presente. Levis et al. (2017) encontraram que fatores antrópicos explicaram aproximadamente 30 % da variação na abundância e na riqueza de espécies domesticadas em florestas no sudoeste e no leste da Amazônia. Desta forma, a composição florística atual de florestas está também relacionada com o histórico de uso, ocupação e manejo dos povos pré-colombianos e atuais.

Além dos manejos florestais, outro sistema de uso da terra para produção de alimentos é o sistema de corte e queima, em que parte da floresta é derrubada e queimada para plantar principalmente espécies agrícolas em policultivos. Durante e após as colheitas, no período de pousio em que há a regeneração natural da capoeira, outras espécies úteis podem ser introduzidas no sistema. Após o período de pousio, a capoeira poderá ser cortada e queimada novamente para iniciar um novo plantio, ou continuar sendo manejada, de forma que com o tempo se tornará uma floresta secundária manejada (Peters 2000). Estes sistemas também resultam em mudanças persistentes na composição florística de florestas, uma vez que há seleção de espécies realizada pelo ser humano. Além da composição florística, outra evidência dos antigos sistemas de corte e queima é a alta frequência de carvão macroscópico encontrado nos solos florestais da Amazônia (Sanford e Horn 2000; McMichael et al. 2012). A origem de carvão pirogênico pode ser natural ou antrópica, mas em geral nos trópicos a presença de fogo é associada a atividades humanas (Cochrane 2003). Recentes estudos mostraram que o acúmulo de carvão no solos era maior nos tempos pré-colombianos e que após a conquista houve um declínio na população indígena e consequentemente na acumulação de carvão (Nevle e Bird 2008).

A etnia Sateré-Mawé, do tronco linguístico Tupi, habita a Terra Indígena Andirá-Marau, que está localizada entre os rios Tapajós e Madeira, na divisa entre os estados do Amazonas e Pará. O povo Sateré-Mawé é conhecido como os filhos do guaraná e são reconhecidos por serem os domesticadores da planta *Paullinia cupana* var. *sorbilis.* A cultura Sateré por essência é permeada de histórias e mitos que evidenciam suas tradicionais práticas agrícolas (Figueroa 2016). Além dos tradicionais guaranazais, a etnia pratica a agricultura de corte e queima e maneja secularmente as florestas do território. A terra indígena Sateré possui abundância de espécies arbóreas úteis, tais como Castanheira (*Bertholletia excelsa*), Piquiá (*Caryocar villosum*), Andiroba (*Carapa guianensis*), Copaíba (*Copaifera multijuga*), Massaranduba (*Manilkara huberi*), Açai (*Euterpe* spp), Bacaba (*Oenocarpus bacaba*), Cumaru (*Dipteryx odorata)* e Pau Rosa (*Aniba rosaeodora*). Após o contato com povos não indígenas, algumas destas espécies foram muito exploradas na região, tais como o Pau Rosa, Cumaru e Castanha. Desde 1993, o Conselho Geral da Tribo Sateré-Mawé (CGTSM) desenvolve o projeto integrado de etno-desenvolvimento Waraná, que possui o objetivo de desenvolver a gestão ambiental e territorial da TI, tendo como finalidade garantir a sustentabilidade da produção do guaraná em consorcio com outras espécies úteis de interesse da etnia e do mercado. Desta forma, os Saterés têm plantado e coletado sementes de árvores

que tradicionalmente não eram plantadas. Uma das demandas dos produtores é entender melhor a ecologia e a distribuição dessas espécies no território.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar como espécies florestais consideradas prioritárias para a etnia Sateré-Mawé estão distribuídas no território Andirá-Marau ao longo do baixo rio Andirá. Para isso, iremos descrever os usos e manejos das espécies prioritárias de forma a relacioná-los com a ecologia histórica do território; descrever o etnoconhecimento sobre os solos afim de entender a pedologia e a edafologia local; e determinar como a distribuição (abundância e área basal) de populações de espécies domesticadas e de espécies não domesticadas é influenciada por fatores edáficos, ambientais e antrópicos.

MÉTODO

1. Área de Estudo

A pesquisa foi realizada no baixo rio Andirá na Terra Indígena Andirá Marau, no Estado do Amazonas, limite com o Estado do Pará, no interflúvio dos rios Madeira e Tapajós. O clima da região é caracterizado como tropical chuvoso (Am), segundo o sistema de Köppen, com estação seca de 3 meses, temperatura média de 26 ºC, precipitações anuais acima de 2000 mm (RADAMBRASIL, 1978) e umidade relativa variando de 76 a 89 % (INMET 2018). Os solos da região são principalmente Latossolo amarelo distrófico típico e Argissolo (Podzólico) vermelho amarelo (RADAMBRASIL 1978) com baixa fertilidade e ácidos. A vegetação dominante é floresta ombrófila densa de terras baixas (IBGE 2004).

A terra indígena Andirá-Marau foi homologada em 1986, possui 788.528 hectares, e em torno de 100 comunidades. A etnia Sateré-Mawé é da família linguística Mawé, do tronco Tupi, e tradicionalmente ocupava o vasto território entre os rios Madeira e Tapajós (Instituto Socioambiental 2015). Os Saterés se referem ao local de origem como *Nusoken*, que é o lugar sagrado onde iniciou-se as práticas de cultivos e onde moram suas figuras mitológicas (Figueroa 2016). A etnia se reconhece como sendo índios do *centro*, pois habitavam as regiões mais centrais da mata, próximas de nascentes, onde se encontram as mudas nativas do guaraná e onde, segundo eles, há mais abundância de caça e frutos (Lorenz 1992). Atualmente

a população vive principalmente nas margens dos rios Marau, Miriti, Urupadi, Manjuru e Andirá, com uma população aproximada de 14.268 pessoas (SESAI 2013).

Em 2014, por meio do projeto Waraná Agroecológico, iniciou-se o projeto de coleta de sementes florestais em comunidades dos rios Andirá, Marau e Uaicurapá. O projeto, patrocinado pelo Programa Petrobras Socioambiental, é executado pelo Centro de Sementes Nativas do Amazonas, da Universidade Federal do Amazonas, em parceria com o Consórcio dos Produtores Sateré-Mawé, com a Secretaria de Estado da Produção Rural e com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Este estudo foi conduzido em três comunidades nas margens do rio Andirá que possuem Área de Coleta de Sementes (ACS) – Guaranatuba, Praia Dourada e Vinte Quilos. As ACS são destinadas à prática extrativista de obtenção de frutos e sementes. Entrevistas sobre etnobotânica e etnoedafologia foram realizadas nas comunidades: Nova União, Guaranatuba, Simão, Nova Sateré e Vinte Quilos (Figura 1).

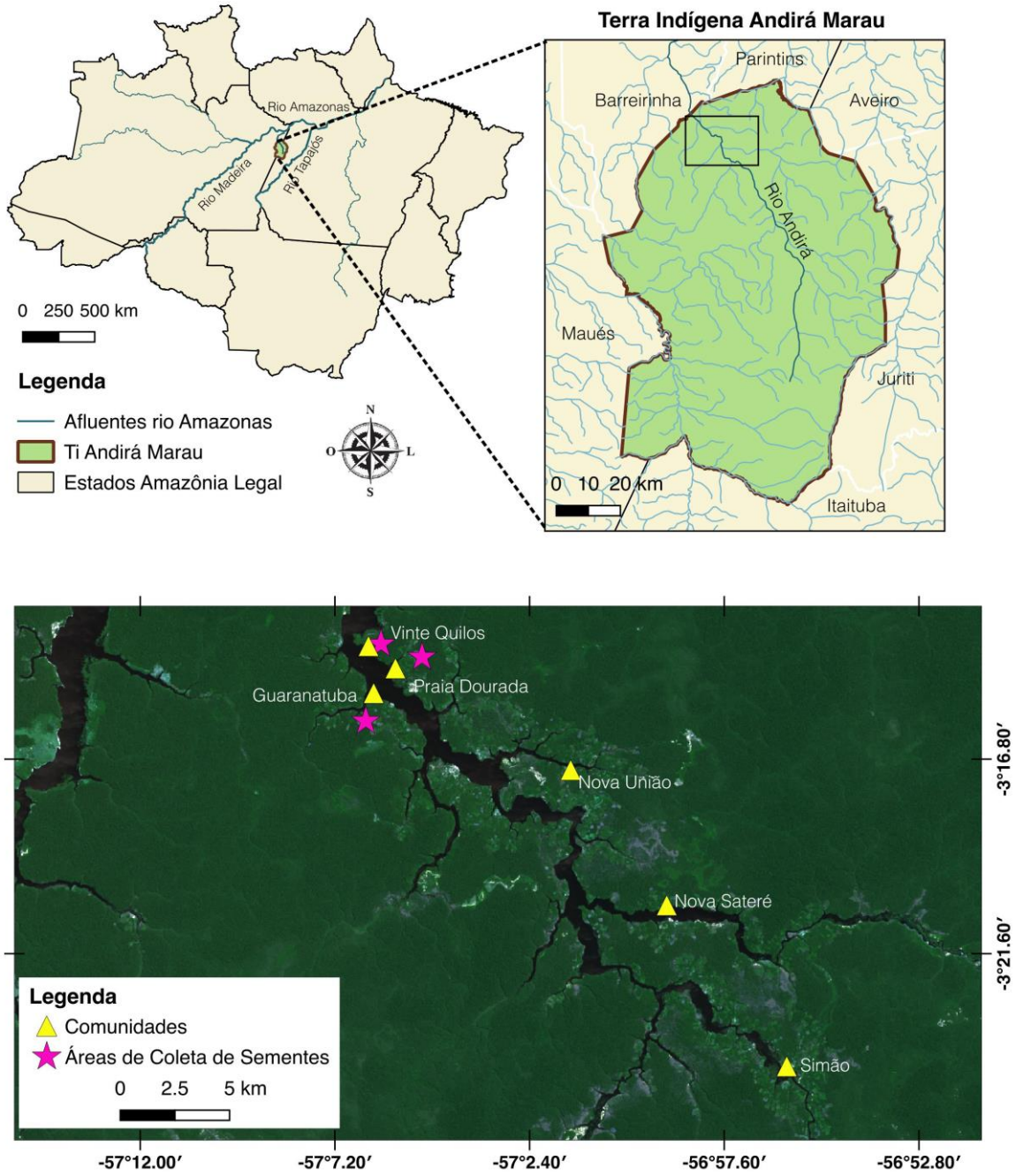

Figure 1: Área de Estudo no baixo rio Andirá na Terra Indígena Andirá Marau, localizada na Amazônia Central, na divisa dos Estados do Amazonas e do Pará, Brasil. Triângulos representam as comunidades onde foram conduzidas as entrevistas. Inventários foram realizados nas comunidades que possuem áreas de coleta de sementes representadas pelas estrelas. Imagem de satélite LANDSAT de 2016 obtida do U.S Geological Survey.

2. Seleção e classificação de espécies florestais vegetais

Primeiro analisamos quais espécies eram consideradas prioritárias para as áreas de coleta de sementes Sateré-Mawé, segundo o relatório elaborado pelo Centro de Sementes Nativas do Amazonas (Aleixo, 2015). Em campo, junto com os coletores de sementes responsáveis pelas três ACS de Andirá, foram levantadas quais dessas espécies eles consideravam mais importantes, levando em consideração dois fatores: importância da espécie para os Sateré-Mawé e importância da espécie para as atividades de coleta de sementes. Espécies que não estavam na lista de prioritárias para as ACS, mas que os Saterés consideravam importantes, puderam ser incluídas como prioritárias para este trabalho. No total foram selecionadas 12 espécies: Andiroba *(Carapa guianensis),* Angelim Pedra *(Dinizia excelsa),* Bacaba (*Oenocarpus bacaba),* Castanheira *(Bertholletia excelsa),* Copaíba *(Copaifera multijuga),* Cumaru *(Dipteryx odorata),* Massaranduba *(Manilkara huberi),* Murici *(Byrsonima crispa),* Pau-rosa (*Aniba rosaeodora),* Parauacaxi (*Parkia multijuga),* Piquiá *(Caryocar villosum) e* Tachi-vermelho *(Tachigali melanocarpa).* Dentre estas *B. excelsa, O. bacaba, B. crispa e C. Villosum* não foram consideradas prioritárias no relatório de coleta de sementes (Aleixo, 2015).

O conjunto das 12 espécies selecionadas como prioritárias constituíram a nossa assembleia estudada. Estas espécies foram categorizadas entre populações domesticadas e não domesticadas, de acordo com o conhecimento dos participantes e a literatura. Dentro da categoria domesticada, as espécies puderam ser divididas em 3 subcategorias: domesticada, semi-domesticada ou incipientemente domesticada (Clement 1999). Espécies que não possuíam literatura sobre domesticação, mas que os indígenas tradicionalmente plantavam ou que manejavam de forma a favorecer a reprodução de indivíduos com características desejáveis, foram consideradas incipientemente domesticadas. Apenas o ato de favorecer indivíduos arbóreos com características desejáveis pode ser considerado um processo de "domesticação incidental" (Rindos 1984), e a seleção e plantio dos indivíduos com características morfológicas superiores inicia um processo de domesticação (Darwin 1859). Foram consideradas não domesticadas as espécies que não eram plantadas pelos Sateré e que não possuem estudos sobre sua domesticação.

Levando em consideração o critério estabelecido categorizamos seis espécies como domesticadas por apresentarem algum nível de domesticação; destas todas foram

consideradas incipientemente domesticadas (*B. excelsa, B. crispa, C. villosum, D. odorata, M. huberi* e *O. bacaba*). As outras seis espécies, apesar de úteis, foram categorizadas como não domesticadas (*A. rosaeodora, C. guianensis, C. multijuga, D. excelsa, P. multijuga e T. melanocarpa*).

Após as entrevistas, para obter mais informações sobre as espécies selecionadas, realizamos uma revisão bibliográfica em busca de informações sobre o grupo ecológico (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax) e dispersão da espécie.

3. Obtenção de dados bióticos, abióticos e etnoecologia

A partir da seleção das espécies prioritárias, realizamos os inventários florísticos e pedológicos nas três comunidades de Andirá que possuem área de coleta de sementes em florestas maduras. Em cada comunidade, à partir do início da ACS, foram alocadas de forma aleatória 10 parcelas de 0,1 ha (50 x 20 m), com uma distância mínima de 250 m entre parcelas e com diferentes distâncias da comunidade. No total, inventariamos 30 parcelas, que representam 3 ha.

3.1 Inventário florístico

Todos os indivíduos vivos das espécies prioritárias que tiveram altura do tronco/caule superior à 130 cm do solo foram georeferenciados e medida sua circunferência à altura do peito (CAP). Este critério de inclusão foi estabelecido para que pudéssemos inventariar indivíduos juvenis regenerantes. O inventário foi feito com o acompanhamento de especialistas Sateré em reconhecer as espécies e foi coletado material botânico para identificação no herbário do INPA (Manaus, Amazonas, Brasil).

3.2 Amostras de solo

Nas mesmas parcelas estabelecidas para o inventário florístico, coletamos amostras de solo (compostas de cinco sub-amostras) coletadas entre 0 e 20 cm de profundidade, após retirar a serapilheira do solo (Santos et al. 2005). Estas cinco amostras foram misturadas para formar uma única amostra representativa (amostra composta) da parcela. Todas as raízes e materiais

em decomposição foram removidas. As amostras de solos foram secas ao ar, destorroadas e passadas na peneira de 2 mm, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA). O carvão macroscópico encontrado na amostra foi retirado e pesado, calculando-se a razão entre o peso do carvão (g) e o peso da amostra (g). Análises das propriedades físicas (porcentagem de areia, silte e argila) e químicas (pH, Ca, Mg, Al, K, P, N, Na, Fe, Zn, Mn e matéria orgânica) foram conduzidas no Laboratório Temático de Solos e Plantas (LTSP) do INPA, de acordo com os métodos descritos pela EMBRAPA (2011). Os solos de cada parcela também foram classificados de acordo com o grupamento textural (EMBRAPA 2006) e as propriedades químicas foram interpretadas por meio de classes propostas por Cochrane et al. (1985) Moreira e Fageria (2009).

3.3 Outras variáveis ambientais

Além das variáveis edáficas, mensuramos outras variáveis que potencialmente poderiam explicar a distribuição das espécies, como distância da comunidade mais próxima, distância horizontal do igarapé mais próximo e altitude. As distâncias em linha reta entre as parcelas e as comunidades mais próximas, e entre as parcelas e os igarapés mais próximos foram calculadas utilizando uma imagem Landsat no software Qgis 2.18.2. Os valores de distância obtidos foram logaritimizados, uma vez que o efeito da distância sobre a composição de espécies úteis diminui com o aumento da distância do rio (Levis et al. 2012), que em nosso caso está correlacionado com a comunidade. O efeito do igarapé, como uma medida indireta da umidade no solo, também reduz com o aumento da distância entre a parcela e o igarapé (Figueiredo et al. 2014). A altitude do centro da parcela foi obtida no software Qgis 2.18.2, por meio do shapefile Shuttle Radar Topography Mission (SRTM;https://lta.cr.usgs.gov/SRTM) com resolução de 30 m.

3.4 Etnobotânica e etnoedafologia Sateré

Foram conduzidas entrevistas semiestruturadas (Anexo 1 e 2) com a finalidade de compreender melhor: usos, manejos e distribuição das espécies estudadas; uso do solo no baixo rio Andirá; e como os e as Sateré classificam os diferentes tipos de solo. Informantes foram selecionados por meio do método bola de neve (Goodman, 1961), em que um informante chave, especialista no assunto, é entrevistado e este informa outro ou outros

informantes especialistas, e assim sucessivamente até que não seja mais possível identificar especialistas no universo amostral. No total foram entrevistados 12 informantes (10 homens e 2 mulheres).

Classificação de categorias de usos

Os usos das espécies foram baseados na classificação de Prance et al. (1987), com adaptações às informações obtidas nas entrevistas etnobotânicas (Tabela 1).

Tabela 1: Categorias de uso e descrição dos usos relatados pelos(as) informantes Sateré-Mawé durante as entrevistas sobre as 12 espécies estudadas.

Categoria de Uso	Descrição
Alimentação	Fruto in natura; cozido ou assado; suco; mingau; farinha; óleo; paçoca; biscoito; leite; vinho; semente assada e ralada para tomar que nem guaraná; fruta de curumim
Medicinal	Banhos; remédio para tomar; ingestão do óleo; uso externo do óleo; chás de uso interno e externo; passar guia (folhas novas) no corpo; matar piolho
Cosmética:	passar no cabelo; bom para a pele
Manufatureiro	Artesanato; pintar cuia; gamela; canoa; linha de barco; paneiro; maracá; móveis; calafetar canoa; fogo de lamparina; cola de madeira
Comercial	castanha in natura; óleo; borracha; árvore (tronco galhos, raiz); semente
Construção	Assoalho; construção de casa e maloca; taboa, esteio
Lenha	para cozinhar; assar e defumar guaraná; fazer brasa
Atrativo de caça	Indicadora de área de caça; Espera de caça
Adubação	Cinza para adubação roça
Melipolicultura	Florada para produção de mel

Categorias de manejo

Os manejos descritos para cada espécie foram classificados de acordo com o proposto por Levis et al. (2018), com adaptações (Tabela 2).

Tabela 2: Categorias de manejo: Práticas de manejos categorizadas e descritas de acordo com Levis et al. (2018), com adaptações e exemplificadas com manejos descritos pelos(as) informantes Sateré-Mawé.

Práticas de Manejos	Descrição	Exemplo de manejo praticado pelos Sateré-Mawé
1. Remoção de plantas não úteis	Reduzir a competição com outras plantas para beneficiar indivíduos com características desejáveis.	limpeza e capina ao redor da árvore; corte de cipós; retirada de árvores senescentes

2. Seleção fenotípica	Seleção de indivíduos com características desejáveis, promovendo uma seleção morfológica e genética baseada em critérios humanos.	Seleção de características como tamanho; sabor e cor do fruto
3. Plantio	Plantio intencional de sementes ou plântulas.	Cultivo; plantio de sementes e plântulas; transplante de plântulas
4. Dispersão humana	Dispersão intencional ou não de sementes e propágulos	Transporte de frutos e sementes; abertura de trilhas até indivíduos matrizes
5. Proteção de plantas úteis	Atividades que protegem indivíduos adultos, jovens, plântulas e frutos	Limpeza ao redor da árvore para proteger de animais predadores; cuidado com os indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento; deixar alguns frutos para nascerem; cuidado em atividades de extrativismo para não danificar a árvore; fazer cobertura de sombreamento para mudas
6. Atração de dispersores	Atração de outros dispersores naturais da planta	Deixar frutos para os animais
7. Manejo do solo	Práticas que aumentam a qualidade física ou química do solo, criando condições que favorecem plantas de interesse.	Colocar fogo na árvore caída para adubar o solo; manter a cobertura do solo
8. Diretrizes e acordos de manejo	acordos formais ou informais para adequar o manejo de espécies comerciais	Inventário para coleta de sementes; marcação de indivíduos matrizes
9. Eliminação da árvore	Manejo que leva a morte imediata ou não do indivíduo	Corte raso da árvore de interesse; extração do óleo ou do látex por métodos destrutivos

Aspectos éticos da pesquisa

Foi efetuada a obtenção do consentimento da comunidade por meio da assinatura do Termo de Anuência Prévia para obtenção da autorização da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) Protocólogo: 08620161585/2015-32 e do acesso ao Conhecimento Tradicional Associado (CTA) junto ao Comitê de Ética do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) (CAAE: 61974016.2.0000.0006).

4. Análise dos dados

4.1 Entrevistas

As respostas obtidas nos formulários das entrevistas semiestruturadas foram sistematizadas de forma a obter dados qualitativos. Um dos grandes desafios apontados para pesquisas etnobotânicas é que a pesquisadora reconheça e minimize os caminhos que inconscientemente

tende a reinterpretar e reformular as experiências dos outros baseadas nas de si mesmo (Alexiades 1996). Desta forma, as informações qualitativas obtidas nas entrevistas semiestruturadas foram majoritariamente sistematizadas de forma descritiva, de modo a manter preferencialmente as frases originais dos informantes, evitando assim distorções tendenciosas. Quando possível procuramos relacionar as informações obtidas em campo com os resultados das análises estatísticas.

4.2 Distribuição das espécies no território

Para entender a distribuição das espécies no território foram feitos modelos de regressão múltipla em que as variáveis respostas foram abundância e área basal da assembleia, das espécies domesticadas, das espécies não domesticadas, e abundancia de cada espécie separadamente. As variáveis preditoras foram os atributos edáficos, ambientais e antrópicos. As variáveis respostas foram calculados como sugerido por (Durigan 2009; Moro e Martins 2011): Diâmetro a Altura do Peito (DAP) = $\frac{CAP}{\pi}$, em que, CAP é a circunferência do tronco medido a 130 cm do solo; Área Basal (AB) = $\frac{\pi DAP^2}{4}$; Abundância (n) é o número absoluto de indivíduos de uma espécie por unidade de área.

Para seleção das variáveis edáficas verificamos quais variáveis estavam correlacionadas (≥ 0,7) e fizemos uma Análise dos Componentes Principais (PCA) para verificar a influência de todas as variáveis edáficas na distribuição dos dados. Para compor o modelo saturado das regressões múltiplas selecionamos apenas variáveis que não estavam correlacionadas e que tinham forte influência (valor de loading ≥ 0,5) para explicar o eixo 1 ou o eixo 2 da PCA, ou que tinham uma razão ecológica importante para explicar a distribuição das espécies e variações edáficas. Por exemplo, pH teve um baixo valor de loading, mas consideramos ser um atributo importante, uma vez que estamos em solos muito ácidos e que há uma forte correlação entre pH e a disponibilização de nutrientes no solo e em processos ecofisiológicos das plantas (Sollins 1998). Adicionalmente o pH é um atributo indicador de alterações antrópicas no solo (Glaser e Birk 2012; Salim et al. 2017).

O modelo saturado foi composto com variáveis antrópicas (distância da comunidade e carvão no solo), variáveis topográficas (altitude e distância do igarapé), e as variáveis edáficas selecionadas (argila, pH, P, M.O., SB, Zn e Fe). Fósforo e soma de bases foram transformados com o logaritmo natural uma vez que plantas adaptadas a solos pouco férteis

respondem fortemente a um pequeno aumento na quantidade destas variáveis, e a transformação da concentração desses nutrientes faz com que as reações químicas tenham respostas mais lineares (Figueiredo et al. 2014). A variável carvão também foi transformada pelo logaritmo natural, pois tem distribuição estatística positivamente assimétrica.

Com o modelo saturado, para encontrar os melhores modelos para nossas variáveis respostas executamos o modelo generalizado de termos aditivos (GAMLSS) (Rigby e Stasinopoulos 2005). A vantagem de usar GAMLSS é que é permitido o teste de uma série de distribuições de probabilidades (famílias) para a variável resposta, em que a família com melhor ajuste aos dados é selecionada. Testamos as combinações das variáveis preditoras por meio do *stepwise* método gradativo (backward-forward) com distribuições lineares e não lineares e com o uso de diferentes famílias. Os modelos não lineares foram ajustados utilizando o termo aditivo de função cúbica cs(x) para variáveis preditoras contínuas (Rigby e Stasinopoulos 2005). Todos os modelos nulos foram testados e a seleção de modelos final foi feita utilizando o critério de informação de Akaike (AIC), em que o melhor modelo é aquele com menor valor de AIC. Valores de ΔAIC inferiores a 2 indicam modelos igualmente prováveis e com bom desempenho (Zuur et al. 2009). Todas as análises foram conduzidas no programa R-Studio v. 1.1.383 com o uso do pacote gamlss R-package (Rigby e Stasinopoulos 2005). Valores de R^2 foram calculados utilizando a função *Rsq* do pacote gamlss.

RESULTADOS

Usos e manejos de espécies florestais em Andirá-Marau (passado e presente)

Atualmente, devido a demanda de mercado e da própria etnia, os Saterés-Mawés do baixo Andirá estão plantando intencionalmente mais de 18 espécies arbóreas nativas da Amazônia (Tabela 3). Andiroba (*Carapa* spp), Açaí (*Euterpe* spp.) e Pau-rosa (Aniba spp.) foram as espécies mais citadas como plantadas nos sistemas agroflorestais e guaranazais. *Aniba rosaeodora* foi a espécie mais citada como almejada para enriquecimento dos plantios. Isto se deve ao potencial uso da espécie para extração do óleo, e pela dificuldade de obter sementes e conseguir propaga-las. Itaúba (*Mezilaurus duckei* e *Mezilaurus itauba)* foram consideradas as principais espécies de importância para os povos antigos e que atualmente são raras de encontrar no território; ambas eram utilizadas com finalidades madeireiras.

Existe em Sateré uma denominação para árvores que são plantadas (*mikoi*) e árvores que são naturais da floresta (*ga'apy*). Embora alguns informantes afirmem que os antepassados plantavam árvores como *B. excelsa, Byrsonima* spp*, O. bacaba* e *D. odorata* (Tabela 3), outros informantes acreditam que estas espécies não eram intencionalmente plantadas. *"Os antigos plantavam e eu continuo plantando, meu avô plantava muito"*, *"antigamente ninguém tinha o pensamento de plantar, mas comiam e jogavam a semente, ai nascia", "Eles não plantavam, eles jogavam por aí".* Vimos que, de maneira geral, os Saterés estão ativamente manejando as florestas e as espécies estudadas, mas as espécies com populações domesticadas recebem manejos mais ativos (manejos 1, 2 e 3), que promovem a seleção, reprodução e o crescimento dos indivíduos com características desejáveis (Tabela 4). Como exemplo destes manejos podemos destacar algumas falas*: "A mulherada saía de paneiro e ia coletando. No primeiro dia limpava e ajuntava e no segundo dia voltava para pegar"* (senhora de 83 anos se referindo ao manejo da castanheira). *"Do mesmo tipo tem alguns que são mais doces e maiores, ai tem aquelas árvores que a gente roça embaixo, tem árvore que da fruta mais gostosa e que agente prefere pegar dela"* (produtora de 73 anos se referindo ao manejo do Murici).

Tabela 3. Árvores importantes para os Sateré-Mawé no passado e no presente, informações obtidas durante as entrevistas etnobotânicas

Árvores plantadas no presente	**Árvores plantadas no passado**	**Árvores importantes no passado e raras de encontrar no presente**	**Árvores almejadas para enriquecimento de agroflorestas e guaranazais**
Anacardium occidental *Aniba spp.* *Annona mucosa* *Astrocaryum aculeatum* *Bactris gasipaes* *Bertholletia excelsa* *Bixa orellana* *Byrsonima* spp. *Carapa* spp. *Copaifera* spp. *Dipteryx* spp.	*Bertholletia excelsa* *Byrsonima crispa* *Byrsonima* sp. *Dipteryx odorata* *Oenocarpus bacaba*	*Aniba rosaeodora* *Caryocar villosum* *Cedrela* sp. *Hymenaea intermedia* *Mezilaurus duckei* *Mezilaurus itauba* *Minquartia guianens* Pau-ferro (si) *Pouteria sp.* (Caramuri)	*Aniba rosaeodora* *Caryocar villosum* *Oenocarpus bacaba* *Mezilaurus duckei* *Carapa guianensis* *Mezilaurus itauba* *Minquartia guianensis* *Minquartia* sp. (Cariuba branca) *Schefflera morototonnii* *Bertholletia excelsa* *Zygia racemosa,*

Euterpe spp. *Inga edulis* *Mauritia flexuosa* *Oenocarpus bacaba* *Oenocarpus bataua* *Swietenia sp.* *Theobroma grandiflorum*			

si - sem informação do nome científico da espécie

Tabela 4. Usos e Manejo das Espécies promissoras para a etnia Sateré-Mawé, informações obtidas durante as entrevistas etnobotânicas e durante os inventários florísticos

Nome popular/ Nome Sateré	Família/ nome científico	Usos	Partes utilizadas	Manejo/ conhecimento Sateré	Ocorrência	Domesticação[1]	Grupo Ecologico[2,3,4] (GE.) Dispersão[4] (Disp.)
Castanheira We'eja yp (árvore da castanha)	Lecythidaceae *Bertholletia excelsa* Bonpl.	Ali Com Med Man Len Cons Caç	Castanha Madeira Fruto (pixídio) Casca	1, 3, 4, 5, 6, 8	Mata alta Floresta de Terra firme Capoeira Terreiro Solo argiloso	Incipiente	G.E.: si Disp.: si "Cotia que planta Animais comem sementes reduzindo a brotação
Murici-da-capoeira; Muruci Mambiukurri Mompiuku	Malpighiaceae *Byrsonima crispa* A.Juss.	Len Ali Med Caç Mel	Madeira Casca Fruta Flor	1, 2, 3, 4, 6 , 8	Campina Capoeira Mata secundária Solo Arenoso	Incipiente	G.E.: si Disp.: si
Massaranduba Massará	Sapotaceae *Manilkara huberi* (Ducke) Standi	Man Com Ali Cons	Látex Fruto Madeira Semente	1, 5, 8, 9*	Mata alta Floresta de terra firme Próximo de castanhal Solo Argiloso	Incipiente	G.E.: Climax[3] ; oportunista/climax[4] Disp.: Zoocoria (aves, morcego, macaco) *"Animais comem o fruto e a semente (Anta, Queixada, Jabuti)"*
Cumaru Kumaaru	Fabaceae Faboideae *Dipteryx odorata*	Med Cos Com Man	Semente Guia (folha nova) madeira	3, 4, 8	Mata alta Terra Firme Campina Terreiro. *"O verdadeiro (amarelo) é mais*	Incipiente	G.E.: Climax[2] ; Oportunista/climax[3] Disp.: Zoocoria (roedor, morcego)

	(Aubl.) Willd.				*difícil de achar, costuma dar mais na terra firme e em lugar mais úmido"*		
Bacaba Hawu hu'i	Arecaceae *Oenocarpus bacaba* Mart.	Ali Cons Manu Caç	Fruto Estipe Talo	1, 2, 3, 4, 9*	Campina Solo arenoso Terra preta com samambaia	Incipiente	G.E.:si Disp.: si
Piquiá Piki'a	Caryocaraceae *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.	Ali Man Caç Const	Fruto Semente Casca Madeira	1, 2, 4, 8	Mata alta/ Terra firme Cabeceiras Terreiro/castanhal Solo argiloso e úmido *"Em todo canto é da natureza."*	Incipiente	G.E.: Atípica[4] Disp.: Barocoria, Zoocoria
Andiroba Mosóp Wosõp Significa fruta de óleo	Meliaceae *Carapa guianensis* Aubl.	Med Cons Com Manu	Semente Casca Madeira	4, 8	Floresta de Terra firme Perto de igarapé Região de baixada Solo argiloso e úmido	Não	G.E.: si Disp.: si *"Animais que comem o filhote e a sementes (cotia, paca, catitu e queixada)"*
Copaiba Kupa'iba'yp Kupa yp	Fabaceae Caesapinoideae *Copaifera multijuga* Hayne	Med Com	Óleo do tronco	5, 8, 9* *"Essa árvore tem mistério, tem que tirar calado, se gritar, falar ou olhar para cima o óleo para."*	Beira de campina Campestre Mata alta beira do Igarapé Solo arenoso e úmido	Não	G.E.: oportunista/ Climax[4] Disp: Zoocoria (aves)

Parauacaxi Tanéi	Fabaceae Mimosoideae *Parkia multijuga* Benth.	Ali Med Cons Man	Semente Madeira	8 *"A semente pode ficar até 10 anos de baixo da terra e não more."*	Mata Alta	Não	G.E.: Secundaria inicial[2] ; Atípica[4] Disp: Zoocoria (macaco, roedor)
Pau Rosa Ariayt kan h'i'se	Lauraceae *Aniba Rosaeodora* Ducke	Com	Tronco Galho Raiz	5, 8, 9*	Terra firme Mata alta Solo argiloso	Não	G.E.: Climax[3] ; Oportunista/climax[4] Disp.: Zoocoria (aves)
Angelim pedra Wasseraut	Fabaceae Mimosoideae *Dinizia excelsa* Ducke	Cons Man Len Adu	Madeira Casca semente	8, 9	Terra firme No meio das castanheiras Solo arenoso	Não	G.E.: Atípica[4] Disp: Anemocoria
Tachi vermelho Sariut	Fabaceae Caesalpinoideae *Tachigali melanocarpa* (Ducke) Van der Weff	Cons	Madeira	8	Solo argiloso	Não	G.E.: si Dispersão: si

Usos: alimentação (Ali), medicinal (Med), construção (Const), comercial (Com), Manufatureiro (Man), lenha (Len), adubação (Adu), cosmético (Cos), melipolicultura (Mel), Atrativo de caça (Caç) ; Manejos: Remoção de plantas não úteis (1), Seleção fenotípica (2), Plantio (3), Dispersão humana (4), Proteção de plantas úteis (5), Atração de dispersores (6), Manejo do solo (7), diretrizes e acordos de manejo (8), eliminação da árvore (9) * manejos realizados somente no passado; Ocorrência: de acordo com informações obtidas nas entrevistas; **1** Informações sobre domesticação: Levis et al. (2017b); **2,3,4** informações sobre grupo ecológico (G.E.): 2- Carvalho (2006) 3- Lorenzi (1998) 4- Ferraz et al. (2004); **4** informações sobre dispersão (Disp): Ferraz et al. (2004); informações em aspas são dos informantes Sateré-Mawé

Etnoconhecimento Sateré-Mawé sobre solos e erosão do conhecimento

Em relação ao conhecimento Sateré sobre pedologia e edafologia foram citados seis etnosolos (Tabela 5), que foram classificados de acordo com três principais atributos: cor, textura e vegetação. O atributo cor abrange tanto a coloração do estrato superior do solo, equivalente ao horizonte A da classificação brasileira, quanto o estrato um pouco mais profundo, equivalente ao horizonte B. O atributo textura é caracterizado pela dureza do solo, pela "pegajosidade" e pelo tamanho da partícula, que é sentida pelo tato. O atributo vegetação se refere aos tipos de plantas dominantes sobre o solo, envolvendo principalmente o porte da vegetação e as espécies indicadoras. Apenas 6 espécies prioritárias foram citadas como indicadoras dos etnosolos. Algumas vezes o tipo de solo era nomeado com um nome referente ao tipo de ambiente característico daquele tipo de solo. *Uy kut*, por exemplo, significa terra branca (Uy: terra ; kut: branca); já *Ya him* é o nome dado ao ambiente conhecido como campina, que tem como solo *uy kut* (Tabela 5). Outros dois atributos foram citados como complementares para classificar a qualidade dos solos: vigor das plantas, e cheiro do solo. Um solo cheiroso remete a boas propriedades para que as plantas fiquem fortes.

Tabela 5. Etnosolos Sateré-Mawé, informações sobre a etnosolos, significados, descrições e plantas indicadoras foram obtidas durante as entrevistas e inventários.

Etnosolo	significado	Descrição Sateré	Textura*	Plantas indicadoras
Uy hũp	Uy- Terra; hũp- vermelha	Cor: vermelha, amarelada; Textura: barrenta, da liga, dura; Outros aspectos: tem pouca vitamina Grupamento textural: argilosa ou muito argilosa	Argilosa Muito argilosa	Itaubão, Castanheira, Pau-rosa, Massaranduba, Angelim-pedra, Guaraná de grande porte
Uy Kytĩ Uy Kut Ya him	Uy : Terra Kut/ Kytĩ: areia Ya him: campina	Cor: branca; Textura: arenosa Vegetação: mata mais baixa, campina	Arenosa média	Breu-branco, Balata, Bacaba, Sorva, Murici, Cumaru-pequeno, Araçá, Umiri, Embaúba, Cuia, Cajuzinho-da-campina
Uy Ksuin	Uy: terra Ksuin : branca	Cor: branca, Textura: mole vegetação: planta não vem bonita	Arenosa Média	
Uy Hunĩ	Uy : terra Hunĩ : preta	Cor: escura, preta, Textura: areia misturada com terra, não da liga é mais solta Vegetação: mata vigorosa, muito mato, mata fecha muito rápido		Jurubeba, Embaúba, Tiririca

		Outros aspectos: cheirosa, com muita vitamina		
Uy õn Uy han Uy Hen	Uy: terra Õn/han/hen: liguenta	Cor: preta na parte de cima e amarelada em baixo; amarelada Textura: dura, boa para construir casa Outros aspectos: boa para fazer roça	Argilosa	
Uy hurũ	Uy: terra Hurũ : azulada	Cor: azulada, Textura: lamenta Outros aspectos: Boa para fazer cerâmica		

* Grupamento textural proposto de acordo com as análises de solo e com o guia para agrupamento de classes de textura (EMBRAPA, 2006). Uy hũp e Uy Hunĩ estão sem textura, pois não houveram parcelas nestas categorias de solo.

Vimos através das análises de granulometria que a maioria (70 %) dos solos amostrados foram considerados argilosos, 13% muito argilosos, 13% de textura média, e apenas 3 % de textura arenosa. Por meio de regressões simples, vimos que as áreas mais próximas do igarapé possuem solos com menor quantidade de argila ($p = 0,0553$ e $r^2 = 0,12$), e solos de altitudes mais elevadas são mais argilosos ($p = 0,0323$ e $r^2 = 0,15$). Em geral, os solos de Andirá possuem propriedades químicas com valores baixos em relação ao solos da Amazônia, com destaque para cálcio, fósforo e pH. Apenas matéria orgânica, alumínio e ferro tiveram valores que variaram de médio a alto (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da variação encontrada nas variáveis edáficas, ambientais e antrópicas consideradas neste estudo na Terra Indígena Andirá-Marau, Amazonas. SB - soma de bases trocáveis (Ca+Mg+K+Na); t - capacidade de troca de cátions (CTC); Carvão é a relação do peso de carvão (g) dividido pelo peso da amostra de solo (g) multiplicado por 100. DP é o desvio padrão para as variáveis edáficas, a Classificação Amazonas é de Moreira e Fageria (2009) e Classificação Terras baixas da América do Sul Tropical é Cochrane et al. (1985), que referem à nutrição de plantas.

variáveis edáficas	unidade	média±DP	min	max	Classificação Amazonas	Classificação terras baixas América do Sul Tropical
pH(H2O)	-	3,85±0,09	3,65	4,02	Muito baixo < 4,5	Baixo <5,3
Argila	%	43,44±13,62	14,9	72,35	-	-
Silte*	%	10,12±2,88	4,87	16,80	-	-
Areia*	%	46,44±15,09	15,67	80,23	-	-
Nitrogênio*	g kg^{-1}	1,02±0,19	0,57	1,37	-	-
Carbono*	g kg^{-1}	13,54±2,83	8,46	18,19	-	-
M.O.	g kg^{-1}	23,30±4,86	14,55	31,29	Médio 21 – 40	Médio 15 - 45
Fósforo	mg kg^{-1}	1,47±0,45	0,81	2,78	Muito baixo ≤ 2,7	Baixo < 3
Potássio*	cmolc kg^{-1}	0,06±0,01	0,04	0,08	Baixo	Baixo

					0,05 - 0,10	<0,15
Cálcio*	cmolc kg^{-1}	0,03±0,02	0,01	0,1	Muito baixo ≤ 0,4	Baixo <0,4
Magnésio*	cmolc kg^{-1}	0,09±0,03	0,04	0,16	Muito baixo ≤ 0,15	Baixo <0,2
Sódio*	cmolc kg^{-1}	0,03±0,01	0,02	0,06	-	Baixo <0,1
Alumínio*	cmolc kg^{-1}	1,50±0,25	1,09	2	Alto 1,01 – 2,00	Médio 0,5 - 1,5
SB	cmolc kg^{-1}	0,21±0,05	0,12	0,37	-	Baixo <2,0
t	cmolc kg^{-1}	1,71±0,27	1,21	2,22	Baixa 1,61 – 4,30	Baixa <4,0
Ferro	mg kg^{-1}	163,53±20,94	136,5	219,5	-	Alto >80
Zinco	mg kg^{-1}	0,26±0,11	0,1	0,6	-	Baixo <1,5
Manganês*	mg kg^{-1}	0,99±0,36	0,3	1,7	-	Baixo <8
variáveis ambientais						
Dist. Igarapé	m	578,67±302,14	112	1388	-	-
Altitude	m	48,1±8,13	26	57	-	-
antrópicas variaveis						
Dist. comunidade	km	1,9±1,03	0,35	4,06	-	-
Carvão		0,10±0,15	0	0,72	-	-

*variáveis que não foram utilizadas nas análises

De acordo com os Saterés os melhores solos para plantio consorciado de árvores são os solos mais escuros, como a terra preta (*Uy Hunĩ*), e até mesmo a terra vermelha (*Uy hũp*) e terras mais barrentas que acumulam água. *"Papai falava que não existe terra que não presta. A gente tem que saber o que dá em cada terra, o que é adaptado para aquela terra, mas na terra preta (uy hunĩ) tudo que a gente planta vem bonito."*

Em relação a origem de cada tipo de solo, as respostas dos e das informantes variaram consideravelmente e considero mais apropriado transcreve-las:

"Terra preta é onde já teve roça, onde teve queimada, onde ficavam as antigas aldeias. Quando faz muita roça a terra vai perdendo o barro e vai ficando só areia"

"O ecossistema de cada lugar é que faz a terra. Os antigos falavam que tinha muita queimada, e ai foram formando as campinas"

"Dependendo do movimento da natureza a terra fica de um jeito. Dependendo de como é o terreno. Se ele é inclinado, se ajunta muita água, se passou muito vento, tudo isso vai formando"

Todos informantes relataram que o conhecimento sobre os solos e sobre as plantas tem diminuído entre gerações, e que isto se deve principalmente pela falta de convivência dos jovens nas comunidades. "*O conhecimento sobre as terras tá diminuindo muito. Pouca gente sabe, é uma coisa que aprende trabalhando no dia a dia." "Eles não tão sabendo de nada não, eu sei porque minha mãe explicava muito. Eu me arrependo de não ter escutado mais ela. Ela tinha muito conhecimento e eu não ligava, não sei quase nada, mas ela sabia muita coisa*." Segundo alguns informantes, as escolas do governo têm enfraquecido a cultura Sateré: *"Os jovens vão para a cidade e perdem a vivencia na comunidade. Preferem a escola da cidade. A bebida (alcoólica) também é um problema, e falta acompanhamento dos pais para ensinar a cultura"*. Outro ponto mencionado que agrava essa questão são as mudanças no ritmo e nos hábitos indígenas:

> *"Antes a gente ia de canoa, de canoa você vai observando tudo, toda a natureza, dá tempo de ver o que tá mudando. Ano que chovia muito ou quando chovia menos eu via que a beira do rio ficava diferente, eu ia passando e observando todas as mudanças. Hoje em dia é rabeta, que é rápido né?! Aí não observa mais que nem antes."*
>
> *"O conhecimento está diminuindo muito [..] O sistema capitalista está destruindo a mentalidade do jovem. Não valoriza a sua origem, não só a origem de índio, mas a origem como ser humano. Tá abandonando nossa Mãe Terra, e com um conhecimento que vai acabar com o nosso próprio mundo. É preciso a gente fazer uma educação verdadeira."*

Os projetos do Consórcio dos Produtores Sateré-Mawé, que envolvem produção sustentável e a Livre Academia do Wará que envolve a Licenciatura Indígena em Políticas Educacionais e Desenvolvimento Sustentável são vistos como possibilidades para estimular e manter os jovens na terra indígena, uma vez que além de valorizar a cultura, gera trabalhos de pesquisa, extensão e prática nas próprias comunidades. *"Eles não tão nem sabendo isso de planta. Na escola do governo federal não ensina nada disso. Na licenciatura eles vão aprender tudo*

isso. Mas, tem alguns que são interessados e já sabem muita coisa." "Com o projeto do consórcio tá tendo a valorização dessas árvores e os jovens estão acompanhando."

Diante deste cenário alguns produtores destacam a importância do diálogo entre o conhecimento técnico-científico e o conhecimento tradicional Sateré-Mawé, uma vez que com uma maior demanda do mercado são necessárias adaptações de manejos e práticas para viabilizar uma produção que aumente a agrobiodiversidade e a resiliência dos sistemas produtivos indígenas. Um exemplo deste diálogo é o manejo da Copaíba e da Massaranduba, em que a extração antigamente era feita por práticas destrutivas e atualmente foram adaptadas a manejos não destrutivos. Outro exemplo é o enriquecimento de sistemas agroflorestais, capoeiras e guaranazais com árvores que não eram usualmente plantadas.

Distribuição das espécies no espaço ao redor das comunidades

Foram amostrados 139 indivíduos das 12 espécies consideradas prioritárias para as atividades de coleta de sementes da etnia Sateré Mawé (Tabela 7). As espécies pertencem a 8 famílias botânicas (Arecaceae, Caryocaraceae, Fabaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Malpighiaceae, Meliaceae e Sapotaceae).

Tabela 7. Abundância e dimensões médias das espécies prioritárias encontradas nas 30 parcelas de inventários florísticos na Terra Indígena Andirá-Marau, Amazonas. Somente indivíduos com altura ≥ 130 cm são incluídos; f é frequência, número de parcelas com indivíduos presentes; total de indivíduos encontrados; abundância média por parcela; DP é o desvio padrão; Max é o valor máximo e Min é valor mínimo contabilizando todas as parcelas com indivíduos; DAP é diâmetro à altura do peito médio de todos os indivíduos (cm); área basal média por parcela (m^2).

	f	Abundância (parcela)			DAP (espécie)		Área basal (parcela)	
Espécies	parc.	total	média±DP	min-max	média±DP	min-max	média±DP	min-max
Domesticadas	27	71	2,4±1,73	1-5	52,4±52,42	0,9-292,8	1,0±1,43	0,01-6,9
B. excelsa	9	12	0,4±0,72	1-3	123,4±73,1	10,3-292,8	0,6±1,42	0,2-6,7
B. crispa	3	8	0,3±0,98	1-5	28,4±17,30	6,6-62,1	0,02±0,09	0,1-0,5
C. villosum	4	4	0,1±0,35	1-1	88,8±63,19	14,3-168,7	0,1±0,43	0,02-2,2
D. odorata	5	5	0,2±0,38	1-1	49,2±8,51	37,9-59,2	0,03±0,08	0,1-0,3
M. huberi	11	20	0,7±0,96	1-3	53,8±30,68	1,0-115,2	0,2±0,33	0,1-1,1
O. bacaba	12	22	0,7±1,31	1-5	15,2±4,08	9,4-24,5	0,01±0,03	0,01-0,1
Não domesticadas	28	68	2,3±1,60	1-6	48,0±45,29	1,9-211,4	0,8±1,01	0,01-3,7
A. roseaodora	4	7	0,2±0,68	1-3	16,4±5,55	5,2-22,3	0,01±0,02	0,01-0,1
C. guianensis	8	13	0,4±1,01	1-5	59,3±25,93	23,9-98,7	0,1±0,26	0,1-0,8
C. multijuga	5	6	0,2±0,48	1-2	49,3±28,17	3,9-89,7	0,05±0,13	0,1-0,6
D. excelsa	7	16	0,5±1,33	1-6	55,9±73,38	1,9-211,4	0,3±0,85	0,01-3,5
P. multijuga	11	18	0,6±1,07	1-5	38,6±34,14	2,4-110,4	0,1±0,24	0,01-1,0
T. melanocarpa	8	8	0,3±0,45	1-1	61,4±42,41	19,8-146,4	0,1±0,34	0,03-1,7
Assembleia	30	139	4,6±1,97	2-11	50,2±48,94	1,0-292,8	1,8±1,59	0,11-7,2

As regressão múltiplas saturadas, compostas com as 11 variáveis preditoras, utilizando somente a distribuição de probabilidade normal (Gaussiana) e sem uso de termos aditivos (Tabela S1) apresentaram valores de AIC superiores e R^2 inferiores aos modelos selecionados pelo método step-wise. Para área basal os modelos saturados tiveram valores de AIC superiores ao modelo nulo. Assim destacaremos apenas as respostas obtidas pelos melhores modelos selecionados por meio do GAMLSS.

Nos modelos selecionados a distribuição de probabilidade para abundância da assembleia, das espécies domesticadas e não domesticadas foi a distribuição contínua da família normal. Para área basal as distribuições de probabilidades dos modelos foram contínuas de valores positivos, da família gamma, exponencial e pareto, que são distribuições assimétricas de cauda longa à direita (Zuur et al. 2009; Gotelli e Ellison 2011). Indicando que neste caso área basal com valores pequenos (à esquerda) é mais frequente, ou seja é mais raro encontrar parcelas com valores grandes de área basal. Os modelos de abundância para cada espécie tiveram as distribuições de probabilidades normal e Poisson. Poisson é uma distribuição de contagem indicada para ocorrência de espécies raras (Gotelli e Ellison 2011), isto é, com pouca frequência no universo amostral. Na maioria dos modelos selecionados o termo aditivo cúbico (*cs*) foi utilizado para ajustar curvar de relações não lineares.

Variáveis edáficas, ambientais e antrópicas (Tabela 4) foram importantes para explicar a distribuição das espécies estudadas no território Sateré Mawé. O modelo que melhor explicou a abundância da assembleia (Tabela 8) contemplou estas três categorias de variáveis. Fósforo apresentou uma tendência não linear e explicou positivamente a abundância (p = 0,0145).

Tabela 8. Modelos de regressão múltipla selecionados utilizando GAMLSS para explicar a distribuição da assembleia; das populações domesticadas; e das populações não domesticadas. AIC é o critério de informação de Akaike; ΔAIC (AIC modelo nulo) - (AIC modelo proposto); Fam é a família de distribuição utilizada no modelo proposto, representadas por Normal (NO), Gamma (GA); Generalise Pareto (GP); exponencial (EXP); efeitos não lineares foram ajustados utilizando o termo aditivo de função cúbica (*cs)*.

ASSEMBLEIA			
Abundância r2: 73 ; ΔAIC: 26,1 Fam: NO			
variaveis	**coeficiente**	**erro**	**p**
intercept	9,45	2,51	**
cs P	1,74	0,65	*
Carvão	4,71	1,73	*
Dist. Comunidade	-1,34	0,34	***

Dist. Igarape	0,66	0,33	.
Área Basal r2: 24 ; ΔAIC: 4,4; Fam: GA			
intercept	2,81	1,39	*
P	1,06	0,5	*
Fe	-0,02	0,008	*
DOMESTICADAS			
Abundância r2: 67; ΔAIC: 21,3; Fam: NO			
intercept	3,27	1,78	.
cs Carvão	4,92	1,6	**
Altitude	-0,12	0,03	***
Dist. Igarapé	0,75	0,36	*
Área Basal r2: 77; ΔAIC: 20; Fam: GP			
intercept	-29,93	15,58	.
cs pH	11,28	3,77	**
cs SB	7,15	1,37	***
cs Altitude	-0,08	0,04	*
NÃO DOMESTICADAS			
Abundância r2: 68; ΔAIC:14 ; Fam:NO			
intercept	-2,63	2,23	
P	2,64	0,57	***
Fe	0,02	2,17	*
Altitude	0,1	0,02	***
cs Dist. Comunidade	-0,56	0,33	
Área Basal r2: 37; ΔAIC:9,8; Fam; EXP			
intercept	12,79	8,23	
pH	-4,26	2,06	*
Altitude	0,06	0,02	**

*** $p \leq 0,001$; ** $0,001 < p \leq 0,01$; * $0,01 < p \leq 0,05$; . $0,05 < p \leq 0,1$

Em relação aos fatores antrópicos, a abundância é maior nas regiões mais próximas das comunidades ($p = 0,0007$) e em solos com maior quantidade de carvão ($p = 0,0128$) e) (Figura 2). O modelo que melhor explicou a área basal da assembleia estudada contemplou apenas variáveis edáficas: há maior área basal em solos com mais fósforo ($p = 0,0431$), e menor quantidade de ferro ($p = 0,0547$). No entanto, o modelo explicou pouco a variabilidade da matriz ($R^2 = 0,24$).

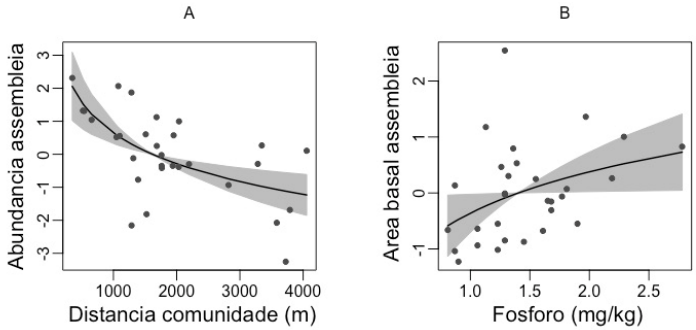

Figura 2: Gráficos parciais das regressões de abundância e área basal da assembleia em 30 parcelas inventariadas. Gráfico A: parcial da regressão múltipla entre abundância da assembleia e distância da comunidade (p = 0,0007). O modelo completo da regressão tem R^2 = 0,74. Gráfico B: parcial da regressão múltipla entre área basal da assembleia e quantidade de fósforo no solo (p = 0,0431). O modelo completo tem R^2 = 0,24.

O modelo que melhor explicou a abundância de espécies domesticadas (Tabela 8) contemplou apenas variáveis antrópicas e ambientais. Há maior número de indivíduos em altitudes mais baixas (p = 0,0002), e em solos com maior quantidade de carvão (p = 0,0057) (Figura 3). A abundância de espécies domesticadas com a quantidade de carvão no solo apresentou uma tendência não linear positiva, mas com uma queda, que reflete uma parcela com muito carvão, mas com apenas uma grande castanheira com 2 m de DAP. O modelo que melhor explicou a área basal de espécies domesticadas contemplou variáveis edáficas e ambientais. Todas relações para área basal apresentaram uma tendência não linear. Há um forte aumento da área basal de espécies domesticadas em solos com maior quantidade de soma de bases (p = 0,0000) que depois se estabiliza. E uma tendência positiva em solos menos ácidos (p = 0,0089), e negativa em altitudes mais elevadas (p = 0,0397) (Figura 3). Para entender melhor estes resultados vimos através de uma regressão simples que solos com maior quantidade de carvão são menos ácidos (p = 0,001; R^2: 29).

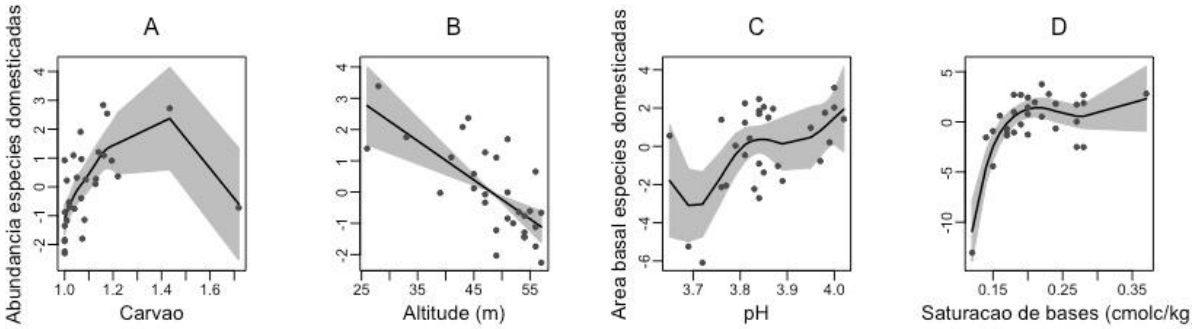

Figura3: Gráficos parciais das regressões de abundância e área basal para populações de espécies domesticadas. Gráfico A: parcial da regressão múltipla entre abundância de espécies domesticadas e carvão no solo, Gráfico B parcial da regressão múltipla entre abundância de espécies domesticadas e altitude. O modelo completo tem R^2 = 0,67. Gráfico C: parcial da regressão múltipla

entre área basal de espécies domesticadas e pH, Gráfico D: parcial da regressão múltipla entre área basal de espécies domesticadas e Saturação de bases. O modelo completo tem $R^2 = 0,24$. Pontos representam as 30 parcelas do inventário.

No grupo de domesticadas *Oenocarpus bacaba* teve maior abundância em solos com maior teor de carvão (p = 0,0002). *Bertholletia excelsa* teve maior abundância em solos menos ácidos (p = 0,0055) e maior quantidade de fósforo (p < 0,0001). *Caryocar villosum* teve maior abundância em altitudes menos elevadas (p = 0,0079) e solos com maior teor de zinco (p = 0,0113). *Manilkara huberi* também teve maior abundância em solos com maior teor de zinco (p = 0,032). *Byrsonima crispa* teve maior abundância em altitudes menos elevadas (p < 0,0001), em regiões mais próximas das comunidades (p = 0,0028), mas apresentou uma menor abundancia em solos com maior teor de fósforo (p < 0,0001) (Tabela S2).

O modelo que explicou melhor a abundância de espécies não domesticadas (Tabela 8) contemplou variáveis edáficas, ambientais e antrópicas. Há maior número de indivíduos em solos com maior quantidade de fósforo (p = 0,0002) e em altitudes mais elevadas (p = 0,0006) (Figura 6). pH e altitude foram as variáveis que explicaram a área basal deste grupo: há maior área basal de espécies não domesticadas em solos mais ácidos (p = 0,0482) e em altitudes mais elevadas (p = 0,00419) (Figura 4).

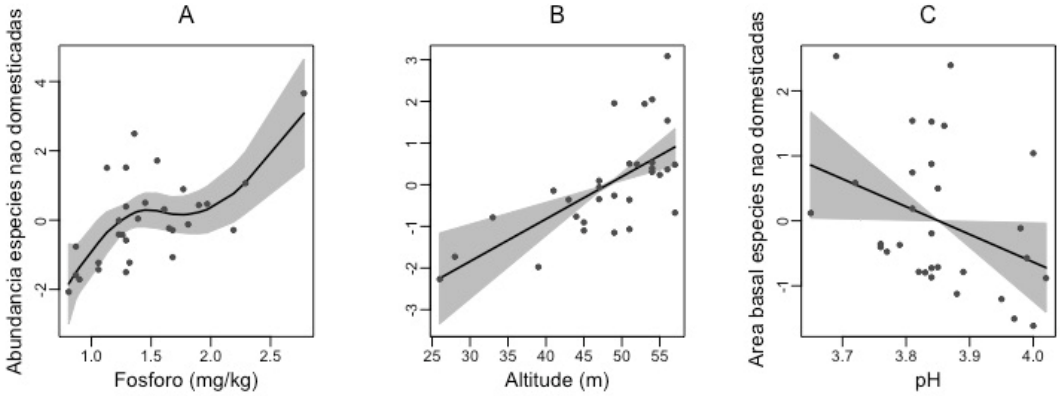

Figure 4: Gráficos parciais das regressões de abundância e área basal da para espécies não domesticadas. Gráfico A: parcial da regressão múltipla entre abundância de espécies não domesticadas e fósforo no solo, Gráfico B: parcial da regressão múltipla entre abundância de espécies não domesticadas e altitude. O modelo completo da regressão tem $R^2 = 0,68$. Gráfico C: parcial da regressão múltipla entre área basal de espécies não domesticadas e pH. O modelo completo da regressão tem $R^2 = 0,37$. Pontos representam as 30 parcelas do inventário

No grupo de espécies não domesticadas, *Tachigali melanocarpa* teve maior abundância em solos mais ácidos (p = 0,0005). *Carapa guianensis* teve maior abundância em solos com

maior quantidade de fósforo. *Copaifera multijuga* e *Carapa guianensis* foram mais abundantes em áreas mais distantes das comunidades (p = 0,0228, p = 0,0064, respectivamente) (Tabela S2). Os relatos dos Saterés sobre uso e manejo de Copaíba e Andiroba permitem entender melhor as razões para estas respostas. Antigamente, para extrair o óleo da Copaíba era feito um corte profundo na "barriga" da árvore, que resultava na morte do indivíduo após alguns anos. Desta forma é possível inferirmos que os indivíduos mais próximos das comunidades seriam os primeiros a serem explorados e consequentemente eliminados. Em relação a Andiroba, seus frutos são retirados da mata para posterior extração do óleo da semente. Não há relatos de plantio dessa espécie entre os Sateré, e apesar dos Saterés deixarem parte dos frutos para os animais é possível que a regeneração natural dos indivíduos mais próximos das comunidades tenha sido prejudicada, resultando em uma maior abundância nas áreas mais distantes das comunidades. Os informantes também relataram que estas duas espécies preferem solos mais úmidos e baixadas. Para ambas espécies, a variável distância dos igarapés teve uma relação negativa com a abundância (Tabela S2).

Na década de 1960, iniciou uma intensa exploração de *Aniba rosaeodora* no rio Andirá. Segundo relatos dos Saterés, a população desta espécie foi drasticamente reduzida. No entanto, nossos resultados mostram uma tendência não linear de maior abundância desta espécie nas regiões mais próximas das comunidades (p = 0,0006) (Tabela S2).

DISCUSSÃO

Usos e manejos de espécies florestais em Andirá-Marau (passado e presente)

O povo Sateré-Mawé tem utilizado e manejado as florestas ao longo do baixo rio Andirá. Estes tipos de intervenções são descritas por Levis et al. (2018), onde os autores propõe oito categorias de manejo que levam a um processo de domesticação da floresta. Os manejos relatados pelos Sateré-Mawé se enquadram em sete categorias propostas pelos autores, sendo que os manejos que interferem diretamente na seleção, propagação e favorecimento da espécie (Tabela 2) estão associados com as espécies consideradas domesticadas. Foi necessário acrescentarmos mais duas categorias de manejo à lista proposta por Levis et al. (2018), para adequarmos as especificidades dos manejos relatados, sendo que um deles está relacionado com práticas mais antigas (métodos destrutivos para obtenção de frutos, óleos e

látex) e outro com práticas recentes para adequar a produção/extrativismo florestal ao mercado e certificações.

A origem mitológica do povo Sateré-Mawé e do Guaraná é complexa e permeada de sinais que evidenciam as práticas de cultivo dentro de florestas e capoeiras. Não temos como objetivo descreve-la, no entanto à partir da revisão etnográfica de Figueroa (2016) podemos destacar alguns sinais da relação humano-natureza. Oniawasap'í, dona de Nusoken (local sagrado do centro de origem de cultivos e práticas agrícolas), plantou uma castanheira para alimentar seu filho. Este curumim, comedor de castanhas é decapitado pelos tios. Oniwasap'i planta os olhos deste filho, de um olho nasce um guaraná que não é útil, do outro nasce o guaraná verdadeiro que é a fonte do conhecimento Sateré-Mawé. Deste momento em diante a história continua permeada de animais que interagem, cuidam e surgem à partir da planta (Figueroa 2016). Neste complexo ambiente, onde uma planta é gente, onde planta vira bicho e onde, consequentemente bicho é gente, torna-se um enorme desafio compreender e discernir o que os Sateré consideram ser plantado pelo humano e pelo não humano. *"Onde paca e Sateré leva tem Pikiá nascendo", "Cutia é que planta castanha"*. Muitas vezes o uso da planta é relacionado com características ecológicas e morfológicas das plantas, *"Antigos não tiravam cumaru para construir casa, porque a planta não brota bem, então se construísse casa com cumaru os filhos não iam crescer bem também."* Andando pelas matas com os Saterés, vejo a atenção e o conhecimento acurado sobre os animais que plantam e comem as frutas. *"Pássaros, veado e cotia comem a semente, por isso não tem muito filhote de copaíba nascendo no mato." "Tempo de flor do Pikiá é espera para caça de paca, veado, tatu, eles comem a flor amarela." "Arara come. A semente vai longe é por isso que não encontra muito embaixo",* se referindo a *Dinizia excelsa* cuja dispersão é anemocórica. Conversando com os mais antigos, e principalmente com as mulheres, vejo a preocupação e a importância de frutos, como o murici, que não necessariamente são tidos como importantes na base alimentar Sateré, mas são fundamentais para a diversidade e para a merenda das crianças, e muitas vezes estas crianças podem ser os maiores dispersores destas espécies.

Atualmente, devido ao incentivo dos plantios de Pau-rosa, Andiroba e Copaíba, podemos ver um processo inicial de domesticação de populações que tradicionalmente não eram plantadas. Este processo tem sido executado de forma similar ao processo que levou a domesticação de populações de Guaraná no território Andirá Marau, onde os Saterés vão no interior da floresta buscar plântulas selecionadas de indivíduos matrizes para cultiva-las em regiões mais

próximas das comunidades. Outra forma que tem promovido a reprodução dessas espécies é a coleta de sementes e a produção de mudas para posterior plantio nos sistemas agroflorestais, nos guaranazais e nas capoeiras. No entanto, apesar da vocação agroflorestal, os produtores Saterés estão preocupados em entender as exigências nutricionais e os melhores ambientes para plantar cada uma dessas espécies que estão sendo recentemente introduzidas. "*Eu quero entender por que isso acontece, com um metro de altura o filhote de Andiroba morre. Com um metro ela ainda está com semente no toco. Depois a planta morre. Porque? Eu fico intrigado com isso! Pode ser por falta de luz?*" *"A raiz da bacaba é profunda, diferente do açaí "* (Produtor se referindo aos cuidados no manejo dos sistemas agroflorestais). *"Parauacaxi dá em qualquer lugar porque os galhos são muito longos, ai ele consegue puxar nutriente de longe"* (Coletor de semente e produtor, 46 anos).

Etnoconhecimento Sateré-Mawé sobre solos e erosão do conhecimento

Vimos que o conhecimento e a classificação Sateré-Mawé sobre os solos vai além de uma rápida percepção de cor e textura, indicando uma observação prática sobre a influência dos solos nos ecossistemas, espécies indicadoras, e aspectos nutricionais, que refletem no uso e manejo da terra. O refinamento do conhecimento indígena sobre pedologia e edafologia também é elucidado em outros trabalhos na Amazônia (Furbee 1989; Shepard et al. 2001; Vale Júnior et al. 2007; Vale Júnior et al. 2011; Ferreira do Amaral et al. 2015). No entanto, são principalmente os Saterés mais velhos que detêm os conhecimentos tradicionais sobre solos, plantas e manejos. Recentemente, por meio de projetos vinculados ao Consórcio dos Produtores Sateré-Mawé e da Livre Academia do Wará, há um grande esforço técnico para acompanhar os produtores e formar jovens Sateré para auxiliar neste processo. O conhecimento tradicional Sateré-Mawé associados com a melhor compreensão a respeito da distribuição das espécies prioritárias e dos manejos praticados possibilita pensarmos juntos com os Saterés estratégias para futuros plantios e manejos.

Distribuição das espécies no espaço ao redor das comunidades

Em estudo à nível de bacia amazônica realizado por Quesada et al. (2012), fósforo foi o componente edáfico que teve maior relevância para explicar a produtividade das florestas tropicais em termos de biomassa e de produção de madeira (wood productivity). Em nossa pesquisa, fósforo explicou positivamente a abundância e a área basal da assembleia estudada, em consonância com outros estudo que revelam esta mesma tendência (Baribault et al. 2012;

Condit et al. 2013; Cámara-Leret et al. 2017). Isto ocorre porque fósforo é um nutriente limitante em solos intemperizados (Smeck 1985; Quesada et al. 2010), estando principalmente na sua forma oclusa não disponível para as plantas, assim espécies vegetais são dependentes da mineralização do fósforo orgânico (Smeck 1985). Nos solos altamente intemperizados da Amazônia, fósforo pode se tornar o primeiro nutriente limitante da produção de biomassa durante as fases de cultivo e pousio subsequente (Szott e Palm 1996). A abundância de espécies não domesticadas seguiu esta mesma tendência; no entanto, a distribuição do grupo de espécies domesticadas não foi explicada por este nutriente. Para este grupo, outros componentes, como carvão no solo e pH, foram mais importantes. Possivelmente isto se deve porque a influência do manejo humano é mais forte sobre estas espécies, e então fósforo não seria um atributo de grande peso para explicar sua distribuição.

Devido ao histórico de uso e ocupação do território Andirá-Marau, e também à alta frequência de carvão encontrado nas parcelas (77 %), é possível inferir que a maioria dos solos inventariados tenham sofrido influência humana em níveis mais sutis. Relatos dos Saterés afirmam que algumas das parcelas do nosso inventário são de florestas secundárias maduras originárias de roças antigas. No início de um sistema de corte e queima pode haver um aumento na quantidade de fósforo disponível (Szott e Palm 1996; McGrath et al. 2001b), muito embora em seis anos o estoque de fósforo tende a diminuir nestes sistemas (McGrath et al. 2001a). Salim et al. (2017) encontraram que solos de floresta primária e solos de florestas secundárias não diferiram significativamente em teores de fósforo. *Byrsonima crispa* é considerada pelos Saterés-Mawés uma espécie típica de capoeiras. Esta espécie teve maior densidade nas regiões mais próximas das comunidades e em solos com menos teor de fósforo, sendo um indicativo que a intervenção humana não necessariamente aumenta os teores de fósforo disponível nos solos. No estudo de Junqueira et al. (2010), foi evidenciado que florestas secundárias sob solos antrópicos possuem maior riqueza e abundância de espécies domesticadas quando comparadas com florestas secundárias sob solos não antropizados. Isto porque às intervenções humanas favorecem ou eliminam espécies de acordo com os seus objetivos (Peters 2000).

O carvão encontrado em nosso trabalho revela a influência humana passada sobre o uso do solo em florestas maduras. Encontramos que no baixo rio Andirá a abundância de espécies domesticadas é maior em solos com mais carvão. Maiores valores de carvão estão associados com rios primários (Bush et al. 2015) e secundários (Levis et al. 2012), e em escala de bacia

amazônica florestas próximas de rios e de sítios arqueológicos possuem maior abundância e riqueza de espécies domesticadas (Levis et al. 2017a). Alterações na textura e em propriedades químicas dos solos resultam em “assinaturas nas paisagens”, que potencialmente tem efeitos persistentes na composição florística dessas florestas (Levis et al. 2012; Bush et al. 2015). Essas assinaturas foram criadas por centenas de gerações de agricultores que manejavam as florestas tropicais (Sanford e Horn 2000), e são evidentes nas terras pretas de índio. Mas, como seriam essas assinaturas em solos que são menos antropizados, como por exemplo, nos antigos sistemas de corte e queima? Em nosso trabalho encontramos que solos com maior teor de carvão são menos ácidos. A adição de carvão tende a aumentar o pH do solo, principalmente em solos mais ácidos (Biederman e Harpole 2013), e a deposição de cinzas da biomassa florestal aumenta a saturação de bases, que consequentemente reduz a acidez do solo e a saturação de alumínio (McGrath et al. 2001a). Segundo Quesada et al. (2010), mudanças no pH fazem parte do processo de evolução do solo e resultam em alterações na capacidade de troca catiônica, influenciando a disponibilidade de nutrientes para as plantas, podendo então ser considerado um importante atributo para entender a distribuição de espécies florestais (John et al. 2007).

A influência do pH na distribuição de espécies florestais não é amplamente demostrada em pesquisas na Amazônia; no entanto, solos de florestas secundárias na Amazônia central apresentaram menor acidez quando comparados com solos de florestas primárias (Salim et al. 2017). Esta mesma tendência segue entre solos de sistemas agroflorestais e solos de florestas adjacentes (McGrath et al. 2001a). Isto nos indica que alterações nos valores de pH são sensíveis à ações antrópicas, como o tradicional sistema de corte e queima. Levis et al. (2017) detectaram que na Amazônia Central e nos escudos das Guianas a abundância de espécies domesticadas é maior em solos com menor pH, mas que na Amazônia Oriental a riqueza de espécies domesticadas e a abundância de espécies domesticadas hiperdominantes é maior em solos menos ácidos. Em nosso estudo, pH foi o atributo com maior coeficiente para explicar positivamente a área basal de espécies domesticadas e negativamente a área basal de espécies não domesticadas, sendo que o modelo que explicou melhor a área basal de espécies domesticadas também incluiu positivamente a variável soma de bases, que está correlacionada positivamente com pH (Quesada et al. (2010).

Vimos que a abundância da assembleia estudada é maior nas regiões mais próximas das comunidades, que por sua vez estão localizadas nas margens do rio Andirá, corroborando com

o estudo de Levis et al. (2012 e 2017a), que mostra que abundância e área basal de espécies úteis é maior em regiões mais próximas dos rios principais e de rios secundários. As comunidades estudadas são relativamente recentes no histórico de Andirá-Marau, aproximadamente 80 anos (Lorenz 1992), portanto não podemos inferir que a abundância das espécies está diretamente relacionada com a configuração atual da etnia, mas podemos ver um padrão na distribuição de espécies úteis em relação à diferentes cursos de água na Amazônia. Em relação a altitude, vimos que espécies não domesticadas tiveram maior abundância nas regiões mais elevadas, enquanto que as espécies domesticadas nas altitudes menos elevadas, ou seja, nas áreas mais acessíveis às intervenções humanas. Apesar de não termos comparado os estágios sucessionais das parcelas estudadas, nossos resultados nos levam a inferir que florestas mais alteradas pela ação humana, isto é, mais acessíveis, com maior teor de carvão, menor acidez e maior quantidade de soma de bases, possuem maior abundância e área basal de espécies domesticadas.

CONCLUSÕES

Os manejos florestais praticados pelo povo Sateré-Mawé influenciam a distribuição de espécies prioritárias em florestas maduras do baixo rio Andirá, favorecendo o crescimento e a reprodução de espécies úteis e principalmente de populações domesticadas, levando a um processo de domesticação da floresta. De forma geral, a assembleia estudada tem maior abundância nas regiões mais próximas das comunidades e em solos com maior concentração de fósforo e carvão. Encontramos que variáveis ambientais e antrópicas influenciam a distribuição das espécies e que estes fatores influenciam de forma distinta populações de espécies domesticadas e não domesticadas. A abundância e a área basal de espécies incipientemente domesticadas foram explicadas principalmente por variáveis mais sensíveis a modificações antrópicas no solo, como pH, carvão e soma de bases. Há maior abundância de populações domesticadas em solos com mais carvão, e maior área basal em solos menos ácidos e com maior soma de bases. As variáveis mais importantes para explicar a distribuição de espécies não domesticadas foram fósforo, pH e altitude, sendo que a tendência das últimas duas variáveis é oposta a tendência das espécies domesticadas. Foram classificados seis etnosolos por meio de atributos de rápida percepção, como cor, textura e vegetação dominante. No entanto, os Saterés utilizam outros atributos para caracterizar estes solos e indicar possíveis usos, manejos e espécies indicadoras. Os conhecimentos Sateré-Mawé sobre

as plantas e sobre os solos permitiram uma melhor compreensão dos resultados deste trabalho, o que nos leva a ressaltar a importância do diálogo entre a ciência moderna e o conhecimento indígena. Este diálogo possibilita aprofundarmos na compreensão sobre a estrutura e a história das florestas amazônicas, assim como pensarmos juntos em desenhos de sistemas produtivos mais coerentes com as realidades e práticas locais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao povo Sateré-Mawé pela participação e por terem permitido a realização da pesquisa no território, ao Consórcio dos produtores Sateré-Mawé, A Luis Enrique Gonzales, Ismael Ferreira da Silva, Alcimar Souza e Leôncio Batista pela ajuda em campo. Agradeçemos ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, ao Laboratórios de solos e Plantas do INPA, a CAPES pela bolsa de mestrado, A Rufford Fundation por financiar o projeto grant #20254-1, a ONG Idea Wild por prover equipamentos e ferramentas necessárias para a realização do projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da presente pesquisa consideramos ser importante a continuação das atividades e pesquisas que vem sendo realizadas na terra indígena Andirá Marau que tenham como objetivo promover o uso e manejo sustentável de recursos florestais. Durante os trabalhos de campo vimos com os indígenas algumas demandas e potenciais estudos que podem ser realizados na terra indígena. São eles:

- Seleção e marcação de matrizes das espécies estudadas;
- Mapeamento detalhado das matrizes e trilhas para coleta de sementes
- Manejo e acompanhamento do desenvolvimento das matrizes localizadas nas áreas de coleta de sementes;
- Pesquisa sobre regeneração natural e desenvolvimento da *Carapa guianensis* e *Copaifera multijuga*;
- Formação de pomares para coleta de sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aleixo I (2015) Relatório técnico da área de coleta de sementes Sateré-Mawé na terra indígena Andirá Marau, CSNM, Manaus

Alexiades MN (1996) Collecting Ethnobotanical Data: An Introduction to Basic Concepts and Techiniques. In: Selected Guidelines For Ethnobotanical Research: A Field Manual. The New York Botanical Garden, New York, pp 53–94

Balée W (2006) The Research Program of Historical Ecology. Annu Rev Anthropol 35:75–98. doi: 10.1146/annurev.anthro.35.081705.123231

Baribault TW, Kobe RK, Finley AO (2012) Tropical tree growth is correlated with soil phosphorus, potassium, and calcium, though not for legumes. Ecol Monogr 82:189–203.

Barlow J, Gardner TA, Lees AC, et al (2012) How pristine are tropical forests? An ecological perspective on the pre-Columbian human footprint in Amazonia and implications for contemporary conservation. Biol Conserv 151:45–49. doi: 10.1016/j.biocon.2011.10.013

Biederman LA, Harpole WS (2013) Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. GCB Bioenergy 5:202–214. doi: 10.1111/gcbb.12037

Bush MB, McMichael CH, Piperno DR, et al (2015) Anthropogenic influence on Amazonian forests in pre-history: An ecological perspective. J Biogeogr 42:2277–2288. doi: 10.1111/jbi.12638

Cámara-Leret R, Tuomisto H, Ruokolainen K, et al (2017) Modelling responses of western Amazonian palms to soil nutrients. J Ecol 105:367–381. doi: 10.1111/1365-2745.12708

Carvalho PER (2006) Espécies arbóreas brasileiras, v. 2. Embrapa, Colombo, PR

Clement CR (1999a) 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources.I. The relation between domestication and human population decline. Econ Bot 53:188–202.

Clement CR (1999b) 1492 and the loss of amazonian crop genetic resources. ii. crop Biogeography at contact. Econ Bot 53:203–216. doi: 10.1007/BF02866499

Clement CR, Junqueira AB (2010) Between a Pristine Myth and an Impoverished Future. Biotropica 42:534–536. doi: 10.1111/j.1744-7429.2010.00674.x

Cochrane MA (2003) Fire science for rainforests. Nature 421:913–919. doi: 10.1038/nature01437

Cochrane T., Sánchez L., de Azevedo LG, et al (1985) Land in Tropical America. 444.

Condit R, Engelbrecht BMJ, Pino D, et al (2013) Species distributions in response to individual soil nutrients and seasonal drought across a community of tropical trees. Proc

Natl Acad Sci 110:5064–5068. doi: 10.1073/pnas.1218042110

Costa FRC, Magnusson WE, Luizao RC (2005) Mesoscale distribution patterns of Amazonian understorey herbs in relation to topography, soil and watersheds. J Ecol 93:863–878. doi: 10.1111/j.1365-2745.2005.01020.x

Darwin C (1859) On the origen os species by means of natural selection. John Murray, London

Denevan WM (1992) The Pristine Myth: The Landscape of the Americas in 1492. Ann Assoc Am Geogr 3:369–385.

Durigan G (2009) Métodos para análise de vegetação arbórea. In: Jr Cullen L, Rudran R, Padua CV (eds) Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre, 2nd edn. Universidade Federal do Paraná, Curitiba,

Falcão N, Clement C, Tsai S, Comerford N (2009) Pedology, Fertility, and Biology of Central Amazonian Dark Earths. In: Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek's Vision. Springer Netherlands, Dordrecht, pp 213–228

Fearnside PM, Ferraz J (1995) Society for Conservation Biology A Conservation Gap Analysis of Brazil ' s Amazonian Vegetation A Conservation Gap Analysis of Brazil ' s Amazonian Vegetation. Conserv Biol 9:1134–1147.

Ferraz IDK, Leal Filho N, Imakawa AM, et al (2004) Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. Acta Amaz 34:621–633. doi: 10.1590/S0044-59672004000400014

Ferreira do Amaral E, Haverroth M, Bardades NG, et al (2015) Classificação e uso do solo no contexto cultural dos Kaxinawá na terra indígena Kaxinawá de Nova Olinda, Feijó, Acre. Cad Ciência e Tecnol 32:95–114.

Figueiredo FOG, Costa FRC, Nelson BW, Pimentel TP (2014) Validating forest types based on geological and land-form features in central Amazonia. J Veg Sci 25:198–212. doi: 10.1111/jvs.12078

Figueiredo FOG, Zuquim G, Tuomisto H, et al (2018) Beyond climate control on species range : The importance of soil data to predict distribution of Amazonian plant species. J Biogeogr 45:190–200. doi: 10.1111/jbi.13104

Figueroa ALG (2016) Guaraná, a máquina do tempo dos Sateré-Mawé. Bol do Mus Para Emílio Goeldi Ciências Humanas 11:55–85. doi: 10.1590/1981.81222016000100005

Furbee L (1989) A Folk Expert System: Soils Classification in the Colca Valley, Peru. Anthropol Q 62:83–102.

Glaser B, Birk JJ (2012) State of the scientific knowledge on properties and genesis of

Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de índio). Geochim Cosmochim Acta 82:39–51. doi: 10.1016/j.gca.2010.11.029

Gotelli NJ, Ellison AM (2011) Princípios de estatística em ecologia. Artmed, Porto Alegre

Hecht SB, Posey DA (1989) Preliminary Results on Soil Management Techniques of the Kaiapó Indians. In: Posey DA, Balée W (eds) Resource Management in Amazonia: Indigenous Folk Strategies. The New York Botanical Garden, New York, pp 174–188

Heckenberger MJ, Russell JC, Toney JR, Schmidt MJ (2007) The legacy of cultural landscapes in the Brazilian Amazon : implications for biodiversity. Philos Trans R Soc 362:197–208. doi: 10.1098/rstb.2006.1979

Higgins MA, Ruokolainen K, Tuomisto H, et al (2011) Geological control of floristic composition in Amazonian forests. J Biogeogr 38:2136–2149. doi: 10.1111/j.1365-2699.2011.02585.x

IBGE IB de G e estatística (2004) Mapa de vegetação do Brasil. In: www.ibge.gov.br. www.ibge.com.br. Accessed 18 Feb 2018

INMET (2018) Instituto Nacional de Meteorologia. In: Gráfico climáticos. http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos. Accessed 13 Mar 2018

John R, Dalling JW, Harms KE, et al (2007) Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. Proc Natl Acad Sci 104:864–869. doi: 10.1073/pnas.0604666104

Junqueira AB, Shepard GH, Clement CR (2010) Secondary forests on anthropogenic soils in Brazilian Amazonia conserve agrobiodiversity. Biodivers Conserv 19:1933–1961. doi: 10.1007/s10531-010-9813-1

Junqueira AB, Stomph TJ, Clement CR, Struik PC (2016) Variation in soil fertility influences cycle dynamics and crop diversity in shifting cultivation systems. Agric Ecosyst Environ 215:122–132. doi: 10.1016/j.agee.2015.09.015

Kahn F (1987) The distribuition of palms as a function of local topography in Amazonian terra firme forests. Experientia 43:251–259.

Levis C, Costa FRC, Bongers F, et al (2017a) Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. Science (80-) 355:925–931. doi: 10.1126/science.aal0157

Levis C, Costa FRC, Bongers F, et al (2017b) Supplementary Material for Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. Science (80-) 355:925–931. doi: 10.1126/science.aal0157

Levis C, Flores BM, Moreira PA, et al (2018) How People Domesticated Amazonian Forests.

Front Ecol Evol. doi: 10.3389/fevo.2017.00171

Levis C, Souza PF de, Schietti J, et al (2012) Historical Human Footprint on Modern Tree Species Composition in the Purus-Madeira Interfluve, Central Amazonia. PLoS One 7:e48559. doi: 10.1371/journal.pone.0048559

Lorenz S da S (1992) Filhos do Guaraná - Sonia Lorenz.pdf. Centro de Trabalho Indigenista, São Paulo

Lorenzi H (1998) Árvores Brasileiras, 1st edn. Plantarum, Nova Odessa

McGrath D a, Mcgrath D a, Duryea ML, et al (2001a) Soil phosphorus availability and ne root proliferation in Amazonian agroforests 6 years following forest conversion. Agric Ecosyst Env 83:271–284.

McGrath DA, Smith CK, Gholz HL, Oliveira FDA (2001b) Effects of Land-Use Change on Soil Nutrient Dynamics in Amazônia. Ecosystems 4:625–645. doi: 10.1007/s10021-001-0033-0

McMichael CH, Piperno DR, Bush MB, et al (2012) Sparse pre-Columbian human habitation in Western Amazonia. Science (80-) 336:1429–1431. doi: 10.1126/science.1219982

Miyamoto K, Suzuki E, Kohyama T, et al (2003) Habitat differentiation among tree species with small-scale variation of humus depth and topography in a tropical heath forest of Central Kalimantan, Indonesia. J Trop Ecol 19:43–54. doi: 10.1017/S0266467403003067

Moreira A, Fageria NK (2009) Soil Chemical Attributes of Amazonas State , Brazil. Commun soil Sci plant Anal 35:2912–2925. doi: 10.1080/00103620903175371

Moro MF, Martins FR (2011) Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: Felfili JM, Eisenlohr P V., Melo MMRF, et al. (eds) Fitossociologia no Brasil: métodos e estudo de casos, 1st edn. Editora UFV, Viçosa, pp 174–212

Nevle RJ, Bird DK (2008) Effects of syn-pandemic fire reduction and reforestation in the tropical Americas on atmospheric CO2during European conquest. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol 264:25–38. doi: 10.1016/j.palaeo.2008.03.008

Peters CM (1996) The Ecology and Management of non-timbers forest resources. World Bank Technical Paper, Washington, USA

Peters CM (2000) Precolombian silviculture and Indigenous Management of neotropical forests. In: Lentz DL (ed) Imperfect Balance: Landscape Transformations in the Precolumbian Americas. Columbia University Press, New York, pp 203–223

Posey DA (1985) Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of the Kayapo Indians of the Brazilian Amazon. Agrofor Syst 3:139–158. doi:

10.1007/BF00122640

Prance GT, Balee W, Boom BM, Carneiro RL (1987) Quantitative Ethnobotany and the Case for Conservation in Ammonia*. Conserv Biol 1:296–310. doi: 10.1111/j.1523-1739.1987.tb00050.x

Purugganan MD, Fuller DQ (2009) The nature of selection during plant domestication. Nature 457:843–848. doi: 10.1038/nature07895

Quesada CA, Lloyd J, Anderson LO, et al (2011) Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites. Biogeosciences 8:1415–1440. doi: 10.5194/bg-8-1415-2011

Quesada CA, Lloyd J, Schwarz M, et al (2010) Variations in chemical and physical properties of Amazon forest soils in relation to their genesis. Biogeosciences 7:1515–1541. doi: 10.5194/bg-7-1515-2010

Quesada CA, Phillips OL, Schwarz M, et al (2012) Basin-wide variations in Amazon forest structure and function are mediated by both soils and climate. Biogeosciences 9:2203–2246. doi: 10.5194/bg-9-2203-2012

RADAMBRASIL (1978) Levantamento dos Recursos Naturais; Folha SA.21 Santarém; geologia, geomorfologia, pedologia e uso potencial da terra. , Min- istério de Minas e Energia, Departamento Nacional de Producao¸ ˜ Mineral, Rio de Janeiro, 1978.

Rigby RA, Stasinopoulos DM (2005) Generalized additive models for location, scale and shape (with discussion). J. R. Stat. Soc. Ser. C (Applied Stat. 54:507–554.

Rindos R (1984) The Origins of Agriculture: An Evolutionary Perspective. San Diego, California

Salim MVDC, Miller RP, Ticona-Benavente CA, et al (2017) Soil fertility management in indigenous homegardens of Central Amazonia, Brazil. Agrofor Syst 1–10. doi: 10.1007/s10457-017-0105-6

Sanford RL, Horn SP (2000) Holocene Rain-Forest Wilderness: A Neotropical Perspective on Humans as an Exotic, Invasive Species. Wilderness Sci a time Chang Conf Vol 3 Wilderness as a place Sci Inq 168–173.

Santos RD, Lemos RC De, Ker JC, et al (2005) Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo, 5th edn. Embrapa, Viçosa

Schwartzman S, Zimmerman B (2005) Conservation Alliances with Indigenous Peoples of the Amazon. Conserv Biol 19:721–727.

SESAI (2013) Dados populacionais de 2013 das etnias cadastradas no SIASI por Distrito Sanitário Espécial Indígena. In: http://dw.saude.gov.br/gsid/servlet/mstrWeb;jsessionid=809CE59FC1C0685E3EB5426E

8D7A9B6C?src=mstrWeb.2048001&evt=2048001&share=1&hiddensections=header%2Cpath%2CdockLeft%2Cfooter&visMode=0&currentViewMedia=2&documentID=5DECC34E11E3629D00000080EF2535D4&Serve.

Shepard GH, Douglas WY, Uzarralde M, Italiano M (2001) Rain Forest Habitat Classification Among the Matsigenka of the .Peruvian Amazon. J Ethnobiol 21:1–38.

Smeck NE (1985) Phosphorous dynamics in soils and landscapes. Geoderma 36:185–199.

Socioambiental I (2014) Localização e extensão das TI. In: https://pib.socioambiental.org/pt/c/terras-indigenas/demarcacoes/localizacao-e-extensao-das-tis.

Socioambiental I (2015) Povos indígenas no Brasil. In: Povos indígenas no Bras. Sateré-Mawé. https://pib.socioambiental.org/pt/povo/satere-mawe. Accessed 13 Mar 2018

Sollins P (1998) Factors Influencing Species Composition in Tropical Lowland Rain Forest: Does Soil Matter? Ecology 79:23. doi: 10.2307/176861

Szott LT, Palm CA (1996) Nutrient stocks in managed and natural humid tropical fallows. Plant Soil 186:293–309.

Tuomisto H, Ruokolainen K, Yli-Halla M (2003) Dispersal, environment, and floristic variation of Western Amazonian forests. Science (80-) 299:241–244. doi: 10.1126/science.1078037

Vale Júnior JF do, Schaefer CEGR, Costa, Augusto J V. (2007) Etnopedologia e transferência de conhecimento: diálogos entre os saberes indígena e técnico na terra indígena Malacacheta, Roraima. Rev Bras Cienc do Solo 31:403–412.

Vale Júnior JF do, Souza MIL de, Nascimento PPRR, Cruz DL de S (2011) Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. Rev AGRO@MBIENTE ON-LINE 5:158. doi: 10.18227/1982-8470ragro.v5i2.562

Zuur AF, Ieno EN, Walker N, et al (2009) Mixed effects models and extensions in ecology with R. Springer New York, New York, NY

MATERIAL SUPLEMENTAR

Anexo1. Roteiro De Pesquisa- Etnobotânica Sateré Mawé

Nome

Sexo

Ano de nascimento

Comunidade:

Nome popular	Sateré	Usos/ partes utilizadas	manejo	ocorrência
Castanha da Amazônia				
Murici da capoeira				
Massaranduba				
Cumaru				
Bacaba				
Pequiá				
Andiroba				
Copaiba				
Angelim Pedra				
Pau-rosa				
Parauacaxi				
Tachi vermelho				

- Quais dessas árvores você gostaria que tivesse mais? Por que?
- Tem alguma dessas espécies que tem algum pé/ arvore que vocês ou os antigos gostavam mais? Por que?
- Tem alguma história sobre essas árvores?
- Quais árvores que os antigos plantavam? Pra que?
- Tem alguma árvore que era muito útil e que não se vê mais por aqui? Quais?
- Quais árvores você costumam plantar hoje?
- Você acha que o conhecimento sobre as árvores vem se diminuindo ou amentando com o tempo? Por que?

Anexo2. Roteiro De Pesquisa- Etnopedologia Sateré Mawé

Quais tipos de solo (terra) que tem aqui em Andirá?

nome do solo	significado	Descrição	Plantas indicadoras	Localização

- Como você diferencia uma terra de outra?
- Por que você acha que cada terra é de um jeito?
- Quais terras são boas pra plantar árvores ?
- Tem árvore que prefere diferentes tipos de terra? Pode me dar um exemplo?
- Você acha que o conhecimento sobre as terras ta diminuindo ou aumentando com o tempo? Por que

Tabela S1. Modelos saturados para abundância da assembleia, das populações domesticadas e das populações não domesticadas. AIC é o critério de informação de Akaike; Delta é AIC(modelo nulo) - AIC (modelo saturado)**;**

ASSEMBLEIA R2: 62 ; ΔAIC : 7				DOMESTICADAS R2: 57 ΔAIC: 3			NÃO DOMESTICADAS R2: 57 ΔAIC:3		
variáveis	coeficiente	erro	p	coeficiente	erro	p	coeficiente	erro	p
intercept	-15,93	17,33		17,93	16,51		6,87	15,16	
argila	-0,02	0,03		-0,03	0,03		0,003	0,02	
pH	3,3	4,3		6,67	4		-3,41	3,67	
M.O.	0,02	0,09		0,08	0,09		-0,06	0,08	
P	2,37	0,93	*	-1,3	0,87		3,63	0,8	*
Fe	0,01	0,01		-0,003	0,01		0,02	0,01	
Zn	4,28	2,64		0,36	2,46		3,96	2,26	.
SB	-2,02	1,43		0,13	1,33		-2,13	1,22	.
carvão	5,41	3,51		-0,29	3,27		5,58	3	.
altitude	-0,03	0,05		-0,09	0,051		0,05	0,05	
dist.comunidade	-1,15	0,6	.	-1,13	0,56	.	-0,08	0,51	
dist.igarapé	5,89	3,34	.	1,26	0,54	*	-0,18	0,49	

* $0,01 < p \leq 0,05$; **.** $0,05 < p \leq 0,1$

Tabela S2. Modelos selecionados para abundância de cada espécie estudada utilizando GAMLSS. AIC é o critério de informação de Akaike; ΔAIC (AIC modelo nulo) - (AIC modelo proposto); Fam é a família de distribuição utilizada no modelo proposto, representadas por Normal (NO), Poisson (PO); efeitos não lineares foram ajustados utilizando o termo aditivo de função cúbica (*cs)*.

DOMESTICADAS			
B. excelsa; r2:75; ΔAIC: 25,5; Fam:NO			
variaveis	coeficiente	erro	p
intercept	-8,54	2,73	**
pH	2,2	0,71	**
cs P	1,34	0,22	***
B. crispa; r2:86; ΔAIC: 41,8; Fam: NO			
intercept	6,61	0,815	***
P	-1,17	0,22	***
cs Altitude	-0,06	0,01	***
cs Dist. Comunidade	-0,41	0,12	**
C. villosum; r2:40; ΔAIC: 5,2 ; Fam:NO			
Intercept	0,73	0,29	*
cs Zn	1,33	0,48	*
Altitude	-0,02	0,01	**
M. huberi; r2:34; ΔAIC: 20,7; Fam: PO			
intercept	-3,28	2,76	
Argila	-0,06	0,02	**
Zn	4,39	2,06	*
Dist.Igarape	0,65	0,47	
O. bacaba; r2:64; ΔAIC: 18,8; Fam: PO			
intercept	25,74	13,8	.
cs Zn	-6,44	2,1	**
Carvão	12,37	2,83	***
NÃO DOMESTICADAS			
A. Rosaeodora; r2: 58; ΔAIC: 39,9; Fam: PO			
intercept	7,77	4,85	
Fe	0,12	0,03	***
cs Dist. Comunidade	-4,29	1,09	***
C. guianensis; r2:67; ΔAIC: 50,6; Fam: PO			
intercept	-19,9	9,04	*
P	4,72	1,2	***
cs Dist. Comunidade	3,59	1,2	**
Dist. Igarape	-1,68	0,84	.
C. multijuga; r2:70; ΔAIC: 18; Fam:NO			
intercept	0,39	0,65	
cs Argila	0,01	0,004	.
Dist. Comunidade	0,21	0,08	*
cs Dist. Igarape	-0,32	0,08	**
T. melanocarpa; r2: 74; ΔAIC: 12,8; Fam: NO			

intercept	6,46	1,8	**
cs Argila	0,001	0,004	
pH	-2	0,45	***
Zn	-0,84	0,45	.
cs SB	-0,16	0,21	
cs Dist. Igarape	0,23	0,07	**

*** $p \leq 0,001$; ** $0,001 < p \leq 0,01$; * $0,01 < p \leq 0,05$; **.** $0,05 < p \leq 0,1$

Modelos propostos para *D. cumaru* e *P. Multijuga* tiveram AIC superior ao modelo nulo, portanto não foram utilizados.

Tabela S3: Matriz de correlação dos dados

	argila	silte	areia	pH	N	M.O.	Na	P	K	Ca	Mg	Al	SB	t	Fe	Zn	Mn	dist. Igarapé	altitude	dist. comunidade	c_s
argila	**1,0**	0,4	-1,0	0,1	0,9	0,6	0,2	0,3	0,6	0,2	0,6	0,8	0,5	0,8	-0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3
silte	0,4	**1,0**	-0,6	0,2	0,5	0,3	0,0	0,2	0,5	0,4	0,5	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1	0,4	-0,2	-0,2	0,3	-0,2
areia	-1,0	-0,6	**1,0**	-0,1	-0,9	-0,6	-0,2	-0,3	-0,6	-0,2	-0,6	-0,8	-0,6	-0,8	0,2	-0,4	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2
p	0,1	0,2	-0,1	**1,0**	-0,1	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,1	-0,2	0,1	-0,2	0,2	0,0	0,2	0,1	-0,2	0,1	0,5
N	0,9	0,5	-0,9	-0,1	**1,0**	0,8	0,2	0,4	0,8	0,3	0,7	0,8	0,7	0,9	-0,4	0,5	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1
M.O.	0,6	0,3	-0,6	0,0	0,8	**1,0**	0,3	0,4	0,7	0,1	0,4	0,7	0,4	0,8	-0,3	0,3	0,2	0,3	0,0	-0,1	0,2
Na	0,2	0,0	-0,2	0,0	0,2	0,3	**1,0**	-0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
P	0,3	0,2	-0,3	0,1	0,4	0,4	-0,1	**1,0**	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	-0,1	0,0	0,3	0,1	-0,2	-0,1	-0,1
K	0,6	0,5	-0,6	-0,1	0,8	0,7	0,3	0,3	**1,0**	0,3	0,6	0,7	0,7	0,7	-0,2	0,4	0,5	0,3	0,1	0,2	-0,1
Ca	0,2	0,4	-0,2	0,0	0,3	0,1	0,0	0,2	0,3	**1,0**	0,7	0,0	0,8	0,2	-0,2	0,3	0,6	0,0	0,1	0,5	-0,3
Mg	0,6	0,5	-0,6	0,1	0,7	0,4	0,0	0,3	0,6	0,7	**1,0**	0,4	0,9	0,5	-0,2	0,5	0,7	0,3	0,4	0,4	0,1
Al	0,8	0,3	-0,8	-0,2	0,8	0,7	0,1	0,3	0,7	0,0	0,4	**1,0**	0,4	1,0	-0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	-0,1	0,1
SB	0,5	0,6	-0,6	0,1	0,7	0,4	0,2	0,3	0,7	0,8	0,9	0,4	**1,0**	0,5	-0,2	0,4	0,7	0,2	0,2	0,4	-0,1
t	0,8	0,4	-0,8	-0,2	0,9	0,8	0,2	0,3	0,7	0,2	0,5	1,0	0,5	**1,0**	-0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	0,1
Fe	-0,3	0,2	0,2	0,2	-0,4	-0,3	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,5	-0,2	-0,5	**1,0**	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	0,3	-0,1
Zn	0,4	0,1	-0,4	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,4	0,3	0,5	0,2	0,4	0,3	0,0	**1,0**	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2
Mn	0,4	0,4	-0,5	0,2	0,5	0,2	0,0	0,3	0,5	0,6	0,7	0,2	0,7	0,3	-0,1	0,5	**1,0**	0,5	0,3	0,6	0,0
dist. Igarapé	0,3	-0,2	-0,3	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3	0,0	0,3	0,2	0,2	0,3	-0,1	0,5	0,5	**1,0**	0,6	0,5	0,3
altitude	0,4	-0,2	-0,3	-0,2	0,2	0,0	0,0	-0,2	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	-0,2	0,4	0,3	0,6	**1,0**	0,4	0,2
dist. comunidade	0,2	0,3	-0,2	0,1	0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,2	0,5	0,4	-0,1	0,4	0,0	0,3	0,4	0,6	0,5	0,4	**1,0**	-0,1
c_s	0,3	-0,2	-0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	-0,1	-0,1	-0,3	0,1	0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,2	0,0	0,3	0,2	-0,1	**1,0**