

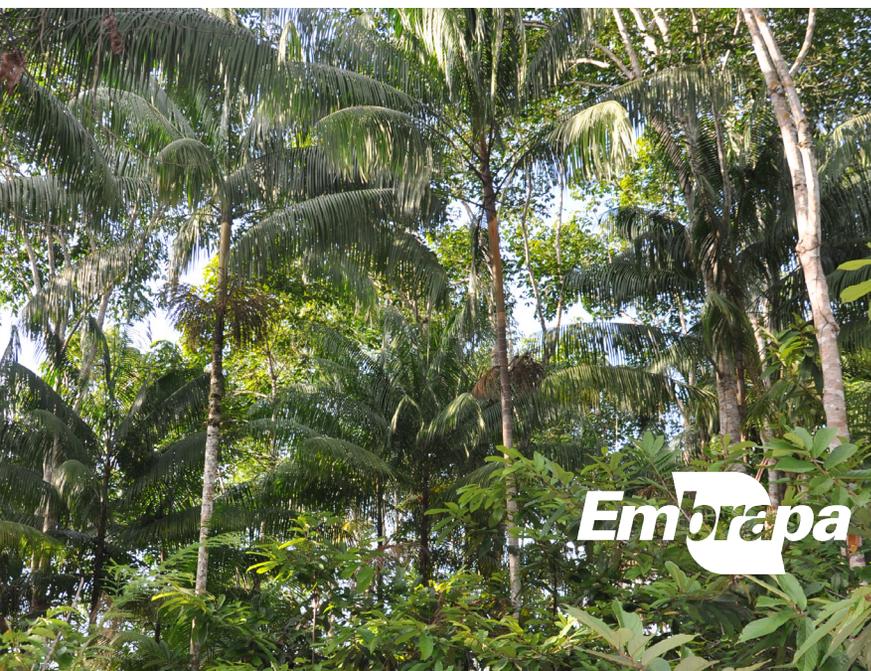
OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL



# Aspectos produtivos e ambientais de sistemas agroflorestais no Projeto Reça



*Tadário Kamel de Oliveira*  
*Eufrân Ferreira do Amaral*  
*Idésio Luis Franke*  
Editores Técnicos



**Embrapa**



Foto: Tadarão Kamel de Oliveira



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Acre  
Ministério da Agricultura e Pecuária*

# **Aspectos produtivos e ambientais de sistemas agroflorestais no Projeto Reça**

*Tadário Kamel de Oliveira  
Eufran Ferreira do Amaral  
Idésio Luis Franke*

Editores Técnicos

**Embrapa**  
*Brasília, DF*  
2023

**Embrapa**  
Parque Estação Biológica  
Av. W3 Norte (final)  
70770-901 Brasília, DF  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Responsável pelo conteúdo e editoração**

Embrapa Acre  
Rodovia BR-364, Km 14, sentido Rio Branco/Porto Velho  
Caixa Postal 321  
69900-970 Rio Branco, AC  
www.embrapa.br/acre

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Elias Melo de Miranda*

Secretária-executiva: *Claudia Carvalho Sena*

Membros: *Carlos Mauricio Soares de Andrade, Celso Luis Bergo, Evandro Orfanó Figueiredo, Rivalalve Coelho Gonçalves, Rodrigo Souza Santos, Romeu de Carvalho Andrade Neto, Tadário Kamel de Oliveira, Tatiana de Campos e Virginia de Souza Alvares*

Edição executiva e revisão de texto: *Claudia Carvalho Sena e Suely Moreira de Melo*

Normalização bibliográfica: *Renata do Carmo França Seabra*

Projeto gráfico e diagramação: *Francisco Carlos da Rocha Gomes*

Fotos da capa: *Tadário Kamel de Oliveira*

**1ª edição**

1ª impressão (2023): 300 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Acre

---

Oliveira, Tadário Kamel de.

Aspectos produtivos e ambientais de sistemas agroflorestais no Projeto Reca / Tadário Kamel de Oliveira, Eufraan Ferreira do Amaral, Idésio Luis Franke. – Brasília, DF : Embrapa, 2023.

149 p. : il. color. ; 19,0 cm x 25,4 cm.

ISBN 978-65-5467-038-8

1. Sistema agroflorestal – Produtividade. 2. Projeto Reca – Rondônia.  
I. Amaral, Eufraan Ferreira do. II. Franke, Idésio Luis. III. Embrapa Acre. IV. Título.

CDD (21. ed.) 634.9908111

# Autores

---

## **Antonio Willian Flores de Melo**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências de Florestas Tropicais, professor da Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, AC

## **Daniela Popim Miqueloni**

Engenheira florestal, doutora em Produção Vegetal, Rio Branco, AC

## **Déborah Verçoza da Silva**

Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, coordenadora de projetos sustentáveis da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre, Rio Branco, AC

## **Edson Alves do Araújo**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, AC

## **Eufraim Ferreira do Amaral**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

## **Geisy Cavalcante Silva**

Engenheira-agrônoma, mestre em Agronomia/Produção Vegetal, profissional autônoma, Rio Branco, AC

## **Gicarlos Souza de Lima**

Técnico em agropecuária e gestor em agronegócio, membro da equipe técnica do Projeto Reça, Nova Califórnia, RO

## **Idésio Luis Franke**

Economista e engenheiro-agrônomo, doutor em Desenvolvimento Sustentável, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

## **Jersiane Berkembrock**

Técnica em agropecuária, membro da equipe técnica do Projeto Reça, Nova Califórnia, RO

## **João Batista Martiniano Pereira**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

## **João Carlos Ker**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

## **José Reinaldo da Silva Cabral Moraes**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Produção Vegetal, especialista em seguro rural na Sombbrero Seguros, São Paulo, SP

**Lucieta Guerreiro Martorano**

Meteorologista e engenheira-  
-agrônoma, doutora em  
Agrometeorologia/Modelagem,  
pesquisadora da Embrapa Amazônia  
Oriental/Napt Médio Amazonas,  
Santarém, PA

**Nilson Gomes Bardales**

Engenheiro-agrônomo, doutor em  
Solos e Nutrição de Plantas, professor  
substituto da Universidade Federal do  
Acre, Rio Branco, AC

**Sérgio Roberto Lopes**

Filósofo, produtor familiar, sócio-  
-fundador da organização Projeto  
Reca, Nova Califórnia, Porto Velho,  
RO

**Tadário Kamel de Oliveira**

Engenheiro-agrônomo, doutor em  
Engenharia Florestal, pesquisador da  
Embrapa Acre, Rio Branco, AC

**Taysa Faltz Macedo**

Técnica em agropecuária, membro da  
equipe técnica do Projeto Reca, Nova  
Califórnia, RO



Foto: Celso Luis Bergo



Foto: Izaque Pinheiro

Agradecemos a todos os produtores, técnicos e diretoria do Projeto Reça, aos pesquisadores e profissionais envolvidos, pela contribuição para a realização desta obra.

Foto: Tadário Kamel de Oliveira



# Apresentação

---

Na Amazônia, há uma demanda crescente por recomendações técnicas para sistemas integrados, especialmente quanto aos sistemas com árvores nativas e cultivos perenes, os quais figuram como alternativas de reflorestamento inclusivo e agregam aspectos produtivos e ambientais, recompondo a paisagem florestal, ao mesmo tempo que geram renda aos agricultores.

Nesta obra, apresenta-se um histórico breve do processo de organização e ainda de pesquisas e parcerias institucionais voltadas ao aperfeiçoamento de sistemas agroflorestais no Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reca) ao longo do tempo. A identificação de modelos e classificação dos consórcios consideram a importância de relatar combinações de espécies validadas por agricultores em campo, algumas delas cultivadas há mais de 30 anos. Esses sistemas permitiram investigar interações entre as espécies componentes e o solo, com resultados capazes de gerar recomendações técnicas e referenciais para novos plantios na região.

Outros aspectos relevantes são a variabilidade dos estoques de carbono do solo na área de ação do Projeto Reca, Amazônia Sul-Occidental, com parâmetros essenciais para comercialização de créditos ou demais tipos de incentivos, e os resultados de aptidão agroflorestal, como base para gestão territorial eficiente. Assim, a Embrapa disponibiliza uma contribuição à ciência agroflorestal e fornece informações aos técnicos e produtores rurais sobre a validação de sistemas integrados e para o auxílio em atividades de elaboração de projetos, capacitação, ensino e futuras ações de pesquisa.

Esta publicação está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 1 (Erradicação da Pobreza), 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), 12 (Consumo e Produção Sustentáveis), 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima) e 15 (Vida Terrestre). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas e contam com o apoio da Embrapa para que sejam atingidas.

*Bruno Pena Carvalho*

Chefe-Geral da Embrapa Acre

Foto: Tadário Kamel de Oliveira



# Prefácio

---

A execução de atividades pela Embrapa em parceria com o Reça ocorre há mais de duas décadas. Dando continuidade às ações do projeto Sistemas Agroflorestais para Produção e Recuperação Ambiental na Amazônia (Saram), 2012 a 2016, em março de 2016 foi firmado um acordo de cooperação técnica entre a Embrapa e a Associação dos Pequenos Agrossilvicultores do Projeto Reça, que teve por objetivo a integração de esforços entre as partes para a execução de trabalhos de pesquisa. A demanda das atividades surgiu da própria comunidade, por meio de convite da diretoria do Reça à Embrapa para participar de reuniões da associação. A partir desse acordo, foi implementado o projeto Aperfeiçoamento de Sistemas Agroflorestais no Projeto Reça, 2016 a 2021, por meio do qual os estudos foram desenvolvidos.

O Reça está localizado no distrito de Nova Califórnia e Extrema, município de Porto Velho no estado de Rondônia, e envolve parte dos municípios de Acrelândia, AC, e Lábrea, AM. Abrange diretamente 300 famílias de agroextrativistas, cooperados e outras famílias não associadas. Atualmente, estão organizados em dez grupos de produtores e cada grupo possui um líder e um coordenador.

De acordo com a equipe técnica do Reça existe uma área plantada de aproximadamente 1 mil hectares de sistemas agroflorestais (SAFs). São vários tipos e esquemas de plantios, com algumas áreas de monocultura. Muitos dos sistemas implantados baseiam-se na experiência prática de produtores, técnicos e pesquisadores, que ao longo dos anos se familiarizaram com as espécies possíveis de consórcio e com as necessidades de arranjos específicos.

Diante da necessidade de sistematizar o conhecimento e desenvolver tecnologias e práticas agroflorestais sobre os arranjos adequados, classes de solo às quais os SAFs estão associados, promover estudos visando definir as melhores áreas para ampliação dos sistemas e melhor executar o ordenamento territorial da área de abrangência do Projeto Reça, esta publicação representa a consolidação de resultados gerados ao longo de projetos em parceria. Além disso, expressa o esforço e dedicação da equipe técnica da Embrapa e do Reça, de outros parceiros e de estudantes de pós-graduação, envolvidos nos desafiadores estudos de solos e no monitoramento de cultivos perenes e árvores, que têm caráter típico de longa duração e requerem ações continuadas ao longo do tempo.

As atividades de pesquisa, desenvolvidas pela Embrapa em parceria com o Projeto Reça e a Universidade Federal do Acre, por meio de seu programa de pós-graduação em produção vegetal, permitiram a geração de resultados que fortalecem a divulgação e ampliação dos estudos técnicos e científicos e da área cultivada com sistemas agroflorestais

na região amazônica. Portanto, esta obra representa um importante passo no avanço do conhecimento técnico-científico e no registro de práticas agropecuárias com potencial de impacto tanto no sistema de produção quanto nos rendimentos econômicos e ganhos ambientais advindos da implementação de SAFs pelos agrossilvicultores.

*Os Editores Técnicos*

# Sumário

---

<b>Capítulo 1 – Desenvolvimento socioeconômico e institucional do Projeto Reça e pesquisa agroflorestal .....</b>	<b>13</b>
Introdução .....	13
Histórico da ocupação.....	14
Projeto Reça.....	23
Considerações finais .....	38
Referências .....	39
<b>Capítulo 2 – Caracterização e classificação de sistemas agroflorestais em Nova Califórnia, Rondônia .....</b>	<b>41</b>
Introdução .....	41
Resultados .....	44
Considerações finais.....	56
Referências .....	56
<b>Capítulo 3 – Interações em consórcios agroflorestais com ênfase no cupuaçuzeiro .....</b>	<b>59</b>
Introdução .....	59
Descrição dos sistemas analisados .....	61
Variações de atributos do solo nos consórcios .....	63
Desempenho produtivo do cupuaçuzeiro sob diferentes condições de cultivo .....	68
Referências .....	72
<b>Capítulo 4 – Variabilidade dos estoques de carbono do solo na área de ação do Projeto Reça, Amazônia Sul-Occidental .....</b>	<b>75</b>
Introdução .....	75
Revisão de literatura .....	76
Metodologia.....	82
Resultados e discussão .....	90
Considerações finais.....	108
Referências .....	108

<b>Capítulo 5 – Aptidão agroflorestal dos solos da área de inserção do Projeto Reça.....</b>	<b>115</b>
Introdução .....	115
Metodologia.....	116
Aptidão agroflorestal dos solos da área de ação do Projeto Reça em Rondônia, Amazonas e Acre .....	122
Considerações finais .....	137
Referências .....	138

# Capítulo 1

## Desenvolvimento socioeconômico e institucional do Projeto Reca e pesquisa agroflorestal

Idésio Luis Franke  
Sérgio Roberto Lopes

### Introdução

A Amazônia Ocidental, o estado de Rondônia, a região da Ponta do Abunã e o Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reca) estão inseridos em um contexto geográfico e socioeconômico que precisa ser dissecado para melhor compreensão da realidade espaço e tempo. Nessa parte da Amazônia aconteceram e acontecem transformações na paisagem e no ambiente socioeconômico que necessitam ser observadas, analisadas e inseridas no contexto atual, na perspectiva da evolução humanitária e do desenvolvimento regional.

Ao levantar dados históricos sobre a ocupação do estado de Rondônia e do espaço regional da Ponta do Abunã, verifica-se a influência das transformações das forças produtivas nacional e internacional e as conexões com a Amazônia e o distrito de Nova Califórnia/Porto Velho, RO.

A metodologia de coleta de dados para realização deste trabalho consistiu em levantamentos de fontes primárias de documentação, acervos e repositórios de bibliotecas e de áreas temáticas multidisciplinares. Foram levantadas não só informações técnicas, mas também históricas, antropológicas e geográficas. Além dos levantamentos bibliográficos, foram realizadas conversas informais e relatada a experiência

dos autores sobre a área de estudo do Reca. Foi realizada ampla revisão bibliográfica (disponível nas referências), incluindo teses, artigos, documentos, livros, séries técnicas e de informação institucional sobre o Reca, disponível em meios eletrônicos.

A primeira parte do trabalho aborda um breve registro dos povos originários indígenas que ali residiram, a chegada do homem branco nordestino, os seringueiros e seringalistas, os castanheiros, ribeirinhos, a história da ocupação, a realidade do sistema produtivo da borracha, bem como da consolidação do modelo produtivo de uso da terra baseado na agropecuária, e a influência do Estado brasileiro e das políticas públicas engendradas no processo de desenvolvimento regional.

Na segunda parte é descrita a ocupação recente dos agricultores na região de Nova Califórnia, o enfrentamento dos problemas na produção e a organização social empreendida para a superação das dificuldades do ambiente amazônico e da insuficiência de apoio social e de infraestrutura no cotidiano geral.

Na terceira e última parte é realizado um histórico do surgimento do Projeto Reca, sua evolução e a análise do contexto atual, com ênfase nos sistemas produtivos dos agricultores associados, na relação com os parceiros no intercâmbio do conhecimento,

pesquisas, apoio tecnológico, de capacitação e aporte financeiro e humano para a execução das ações de desenvolvimento sustentável e evolução institucional.

## Histórico da ocupação

Os registros históricos sobre o passado na região da Ponta do Abunã são dispersos e escassos. Sobre os índios “originários” há ainda menos informação. Entretanto, verifica-se que a ocupação pelos “brancos” ocorreu basicamente em três etapas. As duas primeiras em função das atividades extrativas da borracha e da castanha, entre os anos de 1870 e 1945, no primeiro e segundo ciclo da borracha. Há um período de relativa calmaria de migração após a Primeira Guerra Mundial e o fim do primeiro ciclo da borracha, entre 1915–1938, e logo após a Segunda Guerra Mundial até o golpe militar de 1946–1964, quando se inaugura a terceira etapa, em decorrência da ocupação para atividades agropecuárias no final dos anos de 1960, com avanço acelerado depois de 1970.

## Índios e ocupação “branca”

Para desvendar as duas primeiras etapas da história da ocupação é importante descrever a presença dos índios, seringueiros, religiosos, estudiosos e as circunstâncias do seringal.

A origem dos povos indígenas na região da Ponta do Abunã data entre 5 e 12 mil anos, pelo menos, provenientes de migrantes do continente asiático em fase histórica longínqua, em busca de alimentação, após o último grande período glacial de mudanças climáticas do planeta. Nesse período a maior parte da Amazônia constituía uma grande savana, à exceção dos fundos de vales que continham áreas de vegetação florestais (Neves, 2002).

A coroa portuguesa e espanhola empreenderam todos os esforços para garantir a presença nos territórios amazônicos, visando à sua posse e exploração, desde o Descobrimento das Américas. Entretanto, a natureza exuberante, impenetrável e desconhecida sempre apresentou muitas dificuldades para ser “domada”. Religiosos jesuítas e até anglicanos, naturalistas e exploradores europeus sempre tiveram muita curiosidade e cobiça pela Amazônia. Durante quatro séculos (1600 a 1900) a Amazônia e em particular o vale do Madeira foram explorados, entre idas e vindas por esses atores.

Caripuna, Ferreiru e Pama circulavam na embocadura do Rio Abuña, junto ao Rio Madeira entre os anos de 1714 e 1749 (Silva; Costa, 2014). Caripuna (denominação brasileira), mesmo que Pacoaquara (denominação boliviana), era a mais numerosa etnia presente no Rio Abunã, embora não precisasse o quantitativo. Ao realizar viagem expedicionária entre os rios Madre de Dios e Acre no ano de 1887, o Coronel Labre identificou aldeias de Guarayo (possivelmente Caripuna ou Pama) no alto Rio Abunã e aldeias de Kanamari nas nascentes do Rio Iquiri (Ituxi) (Link, 2017). O deslocamento para as cabeceiras dos rios, nos lugares mais longínquos e impenetráveis à navegação, foi uma estratégia utilizada pelos indígenas para fugir do contato com os “brancos” e tentar sobreviver.

A ocupação das terras onde habitavam os indígenas, por meio do estabelecimento de seringais para a exploração da borracha por brasileiros ao longo dos rios Ituxi e Abunã, a partir de 1870, fez com que em pouco mais de 30 anos as terras dos nativos fossem invadidas, sendo eles praticamente exterminados, em nome da produção da goma elástica para abastecer as indústrias europeias e norte-americanas. Em poucos anos os

povos nativos da região se viram cercados por brasileiros e bolivianos, sendo submetidos às “correrias” – expedições armadas feitas com o objetivo de matar as lideranças das aldeias, aprisionar homens para o trabalho escravo e obter mulheres que seriam vendidas aos seringueiros.

No período entre 1880 e 1910 inúmeros grupos indígenas localizados entre os dois principais rios que compõem a Ponta do Abunã foram dizimados. Os Kanamari desapareceram e os Takana migraram para o sul até a Bolívia para nunca mais retornar à região (Neves, 2002).

Restaram na região os Kaxarari, índios que sempre viveram ao longo do Rio Ituxi, embora a maioria se localizasse em um afluente denominado Curequetê, um pouco abaixo da Ponta do Abunã, quando contavam mais de 2 mil indígenas.

No entanto, é possível que em nenhum outro lugar da Amazônia o apagamento sistemático da história indígena tenha sido tão forte quanto em Rondônia [...], com apagamento físico e concreto dos coletivos indígenas, que seriam perseguidos, empurrados para fora das melhores terras e, não poucas vezes, exterminados [...], sendo os *originários* vistos como um obstáculo (Almeida; Mongelo, 2020, p. 9).

A partir de 1976, com a instalação da primeira Ajudância da Fundação Nacional do Índio (Funai) do Acre e sul do Amazonas e o apoio de organizações não governamentais (ONGs) como a Comissão Pró-Índio (CPI), Conselho de Missão entre Povos Indígenas (Comin) e Conselho Indigenista Missionário (Cimi), ocorreu uma articulação política de lideranças indígenas e criação de suas organizações, culminando com o reconhecimento tardio de uma área indígena da etnia Kaxarari.

Os Kaxarari foram os únicos nativos a resistir na Ponta do Abunã e muito provavelmente são parentes, dentre outros, dos Apurinã, indígenas do grupo Aruak (Arauk) que hoje se encontram nos municípios vizinhos de Boca do Acre, Pauini e Lábrea, no Amazonas.

Na década dos anos de 1980 os Kaxarari quase foram dizimados pelas doenças, subnutrição e esfacelamento familiar e comunitário, contando pouco mais de 150 indivíduos, entretanto hoje já ultrapassam 600 indígenas, indicando uma recuperação populacional, embora ainda enfrentem sérios problemas de erosão cultural e de insegurança alimentar. Entretanto, as formas de organização social dos Kaxarari que restaram foram prejudicadas, perdendo parte das suas tradições, modos de vida e línguas maternas, substituindo-as em grande medida pelo português. Hoje possuem sua terra demarcada em um total de 145.890 ha, situada no alto Rio Ituxi, entre os estados de Rondônia e Amazonas, embora ainda sejam permanentemente pressionados por empresas privadas (de extração de madeira), pecuaristas e pelo governo federal para a instalação de hidroelétricas, exploração de jazidas minerais e desmatamento para criação de gado (Mapa..., 2014; Tomasi, 2018).

No perímetro interno da área geográfica onde se situa o Projeto Reça, restaram somente vestígios de sua ocupação pela presença de sítios arqueológicos de geoglifos e a descoberta corriqueira, pelos colonos, de objetos de cerâmica, equipamentos de caça e utensílios domésticos utilizados pelos índios, quando ali ainda residiam.

## Seringais, seringueiros e início da mudança

O caminho natural para a ocupação “branca” da densa Floresta Amazônica da Ponta do Abunã foram o rio Purus e o afluente Ituxi pelo lado norte e os rios Madeira e Abunã pelo lado sul, quando o meio de transporte principal para locomoção de pessoas e abastecimento de mercadorias e equipamentos para os seringais eram as embarcações. Os rios foram os caminhos naturais utilizados na primeira e segunda etapa de ocupação da Ponta do Abunã.

A primeira etapa de ocupação pelos migrantes de origem nordestina ocorrida no primeiro ciclo da borracha – entre os anos de 1870 e 1915 – compreendeu o período em que os seringalistas montaram o sistema extrativo do leite da seringueira para fabricação da borracha, em um regime de trabalho de semiescravidão. A borracha, produto da força de trabalho dos extrativistas, era adquirida exclusivamente pelos “patrões”, que detinham o monopólio da compra da goma elástica e do fornecimento dos víveres para subsistência da mão de obra, a qual consideravam como sendo de sua propriedade.

Eram relações de produção semifeudais, pois continham elementos que se assemelhavam àquele modo de produção, senão em condições mais duras e penosas para os trabalhadores extrativistas que esse período histórico anterior.

Com a Revolução Acreana no começo do século XX e a incorporação de terras a oeste do Rio Madeira, formando o novo território do Acre, a região da Ponta do Abunã se consolida, agora com o domínio das terras de todo o lado esquerdo do Rio Abunã pelos seringalistas brasileiros, áreas antes em constante litígio com os bolivianos.

Com a crise da borracha devido à quebra do monopólio desse produto na Amazônia, pelos seringais de cultivo asiáticos, a partir de 1912, e a queda nos preços do produto, os seringalistas sofreram revezes drásticos, com a diminuição do número de seringueiros e a primeira grande crise nos seringais, em um período de longa letargia econômica.

Uma nova leva de migrantes nordestinos na região ocorreu no denominado segundo ciclo da borracha, entre os anos de 1939 e 1945, quando o governo brasileiro incentiva e organiza uma nova legião de sertanejos rumo à Amazônia com a finalidade de coletar látex e fabricar borracha para alimentar a indústria de guerra na Europa, por isso denominados “soldados da borracha”. Com o fim da guerra e nova queda no preço da borracha, esses seringueiros foram novamente abandonados pelo governo federal e pelos seringalistas, lutando como podiam para sobreviver na densa Floresta Amazônica.

A partir do ano de 1943, com a criação do território federal do Guaporé, por meio do desmembramento de áreas do estado do Amazonas e Mato Grosso, ocorreu uma nova onda migratória com a vinda de mais migrantes nordestinos e brasileiros de outras partes do País, ainda em decorrência da política da borracha do governo federal. Foram criadas pequenas colônias agrícolas entre o final dos anos de 1940 e ao longo da década de 1950, nas proximidades de Porto Velho e Guajará-Mirim (Cunha; Moseri, 2010).

O território federal do Guaporé passa a ser denominado território federal de Rondônia no ano de 1956, com o intuito de dar novos ares ao almejado desenvolvimento regional. Entretanto, não se verificou expressão em termos de expansão econômica e dinamização social, com o último suspiro dos seringais em

crise. Os seringais da Ponta do Abunã não passariam incólumes e em agonia se antevia o decreto do seu fim nas próximas duas décadas.

Entretanto, no primeiro e segundo ciclo de ocupação do território, a convivência dos nordestinos com os indígenas nativos fez surgir uma considerável miscigenação racial, a qual proporcionou um grande aprendizado no manejo dos recursos naturais, costumes e tradições das populações extrativistas.

Essa miscigenação e incorporação de costumes e tradições influenciam até os dias atuais a cultura daqueles que são denominados povos da floresta e que ainda persistem na Ponta do Abunã.

## **Consolidação do uso atual da terra**

Na terceira etapa de ocupação se configuram os atores e o modo de produção hoje vigente na Ponta do Abunã, com a chegada das madeireiras, dos pecuaristas, agricultores e da mudança de atividade dos seringueiros que tiveram que se adaptar ao novo sistema predominante, ou abandonar a terra e migrar para as cidades.

Sob o pretexto de garantir o desenvolvimento, integração, segurança, proteção e soberania nacional, avançaram as obras de infraestrutura, principalmente com a abertura de rodovias e reorganização da estrutura fundiária. Houve a venda de seringais a preços módicos a empreendedores e especuladores para atividades agropecuárias e brusca mudança no modo de uso da terra, com a predominância do novo modelo agropecuário baseado no desmatamento e cultivo para criação de animais – principalmente bovinos – sobre o extrativismo da borracha e castanha.

De fato, essa etapa fica marcada pelas políticas do governo federal, criadas na década dos anos de 1960, e pela “corrida para o oeste”, principalmente com a abertura da rodovia federal BR-364, mas se concretiza quando essa mesma rodovia passa a oferecer melhores condições de tráfego, na década de 1970, e com a criação de dezenas de assentamentos rurais pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incrá) e uma série de políticas de créditos e de apoio à infraestrutura e fomento à produção, culminando na transformação do território federal de Rondônia, no final do ano de 1981, em estado (Almeida; Mongelo, 2020).

A promoção e ação governamental estratégica de ocupação da Amazônia por meio do projeto militar para Amazônia, capitaneado pelo Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) e os principais programas federais, quais sejam, Programa de Integração Nacional (PIN) e Programa de Desenvolvimento Integrado para o Noroeste do Brasil (Polonoroeste), além da implantação de órgãos federais de assistência técnica, crédito, armazenamento, incentivo à produção de borracha, café e cacau, dentre eles o Incra, Companhia Brasileira de Armazenamento (Cibrazem), Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), Superintendência da Borracha (Sudhevea), Banco da Amazônia (Basa) e Banco do Brasil, trouxeram a perspectiva de uma nova configuração socioeconômica na região (Almeida; Mongelo, 2020).

A redefinição da estrutura fundiária no período militar, em Rondônia, nas décadas de 1960 e 1970, está relacionada com a execução de políticas do governo federal, principalmente com a implantação de projetos de assentamento rurais, operacionalizados pela iniciativa privada e pelo poder público,

ambos sob a jurisdição dos órgãos oficiais de terras: Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário (Inda) e Instituto Brasileiro de Reforma Agrária (Ibra) entre os anos de 1964–1970, e Incra, após os anos de 1970 (Cunha; Moseri, 2010).

Os órgãos da reforma agrária tinham a missão prioritária de realizá-la, manter o cadastro nacional de imóveis rurais e administrar as terras públicas da União, mas os impedimentos ambientais da Amazônia, a pressão social pela terra, a falta de infraestrutura socioeconômica e a não observância da realidade cultural e desrespeito às populações nativas fizeram com que uma série de objetivos não lograssem êxito.

Nos anos de 1960 e início de 1970, centenas de áreas territoriais da União foram concedidas pelo governo federal a dezenas de empresas particulares para colonização privada e outras foram griladas e ocupadas irregularmente por especuladores e oportunistas. Uma série de conflitos e desorganização fundiária tomou conta da região de Rondônia (Cunha; Moseri, 2010).

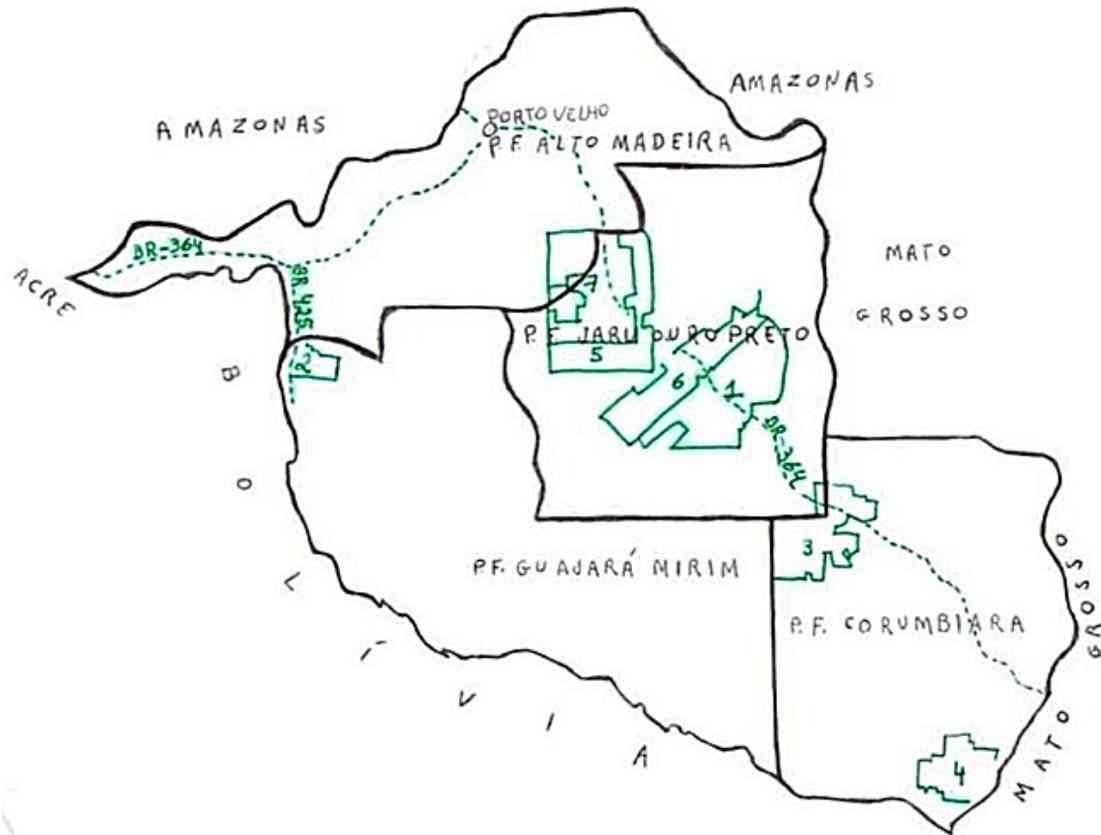
Com a criação do Incra, houve a centralização de decisões e reorganização da estrutura das terras. O projeto fundiário de Rondônia, que abrangia todo o território, teve que ser extinto devido à imensa extensão da sua área de jurisdição e aos inúmeros problemas existentes. Dessa forma, ocorreram o desmembramento e a criação de quatro glebas federais (Alto Madeira, Corumbiara, Guajará-Mirim e Jaru-Ouro Preto) na primeira metade da década de 1970, denominadas, também, de áreas federais ou projetos fundiários, englobando todo o território de Rondônia (Figura 1.1), caracterizando uma nova etapa de ordenamento fundiário no estado.

Nessas quatro áreas federais, durante toda a década de 1970, criaram-se dezenas de projetos de colonização<sup>1</sup> de várias modalidades e tamanhos, dentre eles os projetos integrados de colonização (PIC), projetos de assentamento dirigidos (PAD), projetos fundiários (PF) e os projetos de assentamento agrícolas (PA), distribuídos ao longo da BR-364 no trecho Vilhena-Porto Velho, cortando Rondônia transversalmente ao meio, no sentido sudeste-noroeste, e ao oeste-noroeste, a BR-425, no trecho Abunã-Guajará-Mirim, e em adicional a extensão da BR-364 na margem esquerda do Rio Madeira em direção ao estado do Acre, no oeste, na área denominada de Ponta do Abunã.

Migrantes do Sudeste e, principalmente do Sul do Brasil, especialmente descendentes de alemães, italianos e poloneses com tradição agrícola, expulsos da terra ou com áreas insuficientes, pressionados pela modernização agrícola e grandes obras de infraestrutura como hidroelétricas e rodovias, começam a aportar em Rondônia em uma velocidade espantosa.

A propaganda oficial do governo federal, por meio da Operação Rondônia, e a oficiosa, por intermédio de convites de amigos e parentes mais próximos, atraídos pelo alarde de distribuição gratuita de terra pelo Incra e a promessa governamental de implantação de toda a infraestrutura de fomento à produção e assistência social, fizeram explodir a demanda por terra em Rondônia (Cunha; Moseri, 2010).

<sup>1</sup> Projetos de assentamento englobam, aqui, uma denominação generalista de várias categorias de projetos de colonização e reforma agrária como o projeto integrado de colonização (PIC), projeto de assentamento dirigido (PAD), projeto fundiário (PF) e o projeto de assentamento agrícola (PA).



**Figura 1.1.** Projetos fundiários de Rondônia, 1971.

Fonte: Cunha e Moseri (2010).

Somados aos ex-garimpeiros e ex-extrativistas, que também viram na terra uma nova oportunidade de vida, os novos colonos acreditaram ter encontrado o “grande eldorado”, que logo se transformou em pesadelo, devido às dificuldades e mazelas do ambiente amazônico e à falta do prometido apoio governamental.

No final da década de 1980, as áreas de assentamentos rurais já ultrapassavam as centenas de projetos de colonização. Rondônia já estava “cortada”. O território, que em 1945 apresentava na divisão administrativa somente os municípios de Porto Velho, Guajará-Mirim e nove distritos, passa a ter

dezenas de municípios na década de 1980, a maioria oriunda de núcleos urbanos no interior dos projetos de assentamento, dentre eles Ji-Paraná, Ouro Preto, Ariquemes, Pimenta Bueno, Cacoal, Rolim de Moura, Jaru, Buritis, Corumbiara, Colorado do Oeste, Theobroma, Santa Luzia, Cerejeiras, Castanheira, Cacaúlândia, Espigão do Oeste e Vilhena (Cunha; Moseri, 2010).

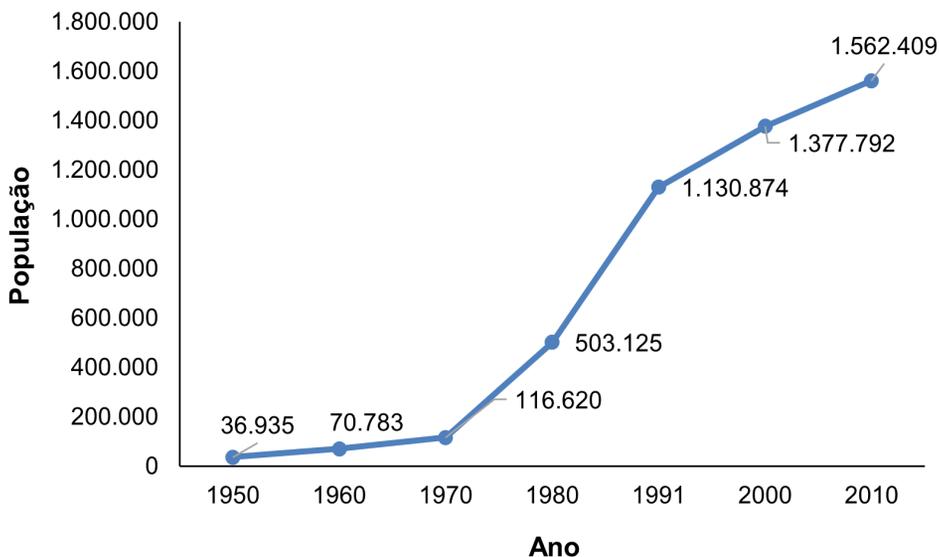
A arrecadação e discriminação, pela União, por meio do Incra, das glebas Euclides da Cunha, Nova Califórnia, Marmelo, Abunã e Ituxi, nas décadas de 1970 e 1980, propiciaram uma relativa regularização fundiária da Ponta do Abunã, embora os conflitos ainda

continuassem frequentes, devido à compra por particulares de áreas griladas, expulsão de posseiros extrativistas e instabilidade legal dos documentos de dominialidade da terra, tendo em vista a origem diversa em órgãos de regularização fundiária federais e dos estados do Amazonas, Acre, Rondônia, além dos títulos de propriedade expedidos pelo governo boliviano.

Foi criado o Projeto de Regularização Fundiária do Alto Madeira nas vilas Extrema e Califórnia, nas glebas Euclides da Cunha e Nova Califórnia no começo dos anos da

década de 1980, na região da Ponta do Abunã, aumentando o fluxo migratório de famílias do Centro-Sul, mas muitas já provenientes do sul do estado de Rondônia, onde não tinham terra ou eram insuficientes. Seringueiros e ex-garimpeiros também foram assentados pelo Inbra (Almeida, 2007).

Para uma avaliação mais contundente da explosão populacional ocasionada pelo fluxo migratório acelerado, no período de 1970 a 1990, em Rondônia, a população passou de 117 mil pessoas, para 1,13 milhão, um aumento de 875% em 20 anos (Figura 1.2).



**Figura 1.2.** Curva de crescimento da população de Rondônia (1950–2010).

Fonte: IBGE (2020a).

Na atualidade (2020) Rondônia conta com 1,8 milhão de pessoas, 16 vezes a população de 50 anos atrás, quando se deu origem à grande imigração.

Como a economia de Rondônia está fortemente relacionada à cadeia produtiva da agropecuária, quase metade da vegetação natural do estado – composta em sua

grande maioria de floresta – foi desmatada (Figura 1.3), dando lugar ao novo uso da terra, com a predominância de pastagens e agricultura, onde os bois e mais recentemente os grãos dominam a produção rural. Não fossem as unidades de conservação e terras indígenas, por certo Rondônia estaria quase toda desmatada (Instituto Socioambiental, 2020).

A rodovia BR-364 passa pelo Rio Madeira, a partir da foz do Rio Abunã, em direção oeste, atravessando o Rio Marmelo e adentrando nos divisores hidrográficos naturais dos rios Ituxi e Abunã em direção ao estado do Acre, caracterizando a chegada dos sulistas à Ponta do Abunã no final dos anos de 1970 e durante a década de 1980, consolidando a nova ocupação e realidade socioeconômica.

### Litígio territorial entre Acre e Rondônia

A Ponta do Abunã faz parte do município de Porto Velho e é hoje composta de quatro distritos, criados em anos distintos: Vista Alegre do Abunã (1981), Fortaleza do Abunã (1985), Nova Califórnia (1985) e Extrema (1995) (IBGE, 2020b).

O litígio pela posse territorial da Ponta do Abunã entre os estados do Acre e Rondônia, ocorrido com a indefinição político-administrativa deflagrada, ainda, na década de 1980, pelos idos de 1982, encerrou-se com a decisão judicial no Supremo Tribunal Federal, na década seguinte, no ano de 1996. O fato não está isolado das políticas de ocupação da região, principalmente daquelas ensejadas pelo Estado brasileiro, tendo em vista os interesses econômicos e geopolíticos. O fato é que as ações do Estado na área fundiária e de infraestrutura de transportes, quando criou os projetos de assentamento, incentivaram a imigração de agricultores e abriram e pavimentaram a rodovia federal BR-364, proporcionando uma nova realidade no território.

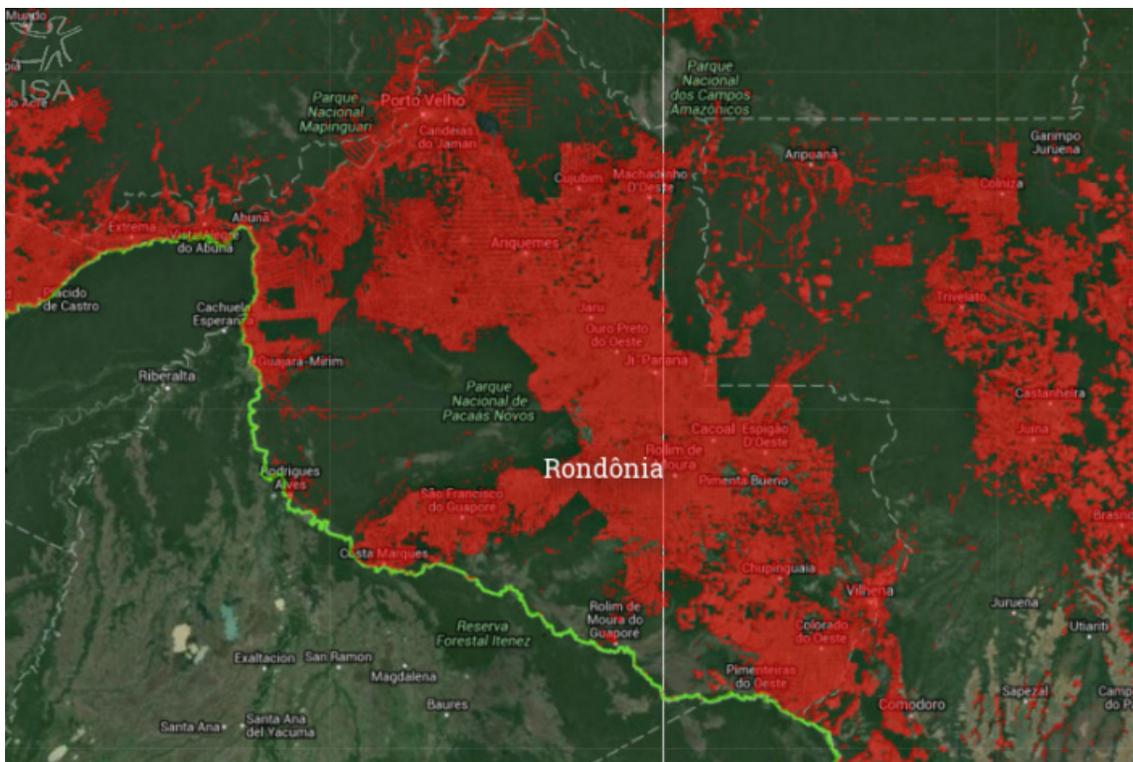


Figura 1.3. Áreas desmatadas em Rondônia – 2019.

Fonte: Instituto Socioambiental (2020).

O principal fator de litígio se deu em decorrência do abandono pelo Estado daquelas populações, sejam agricultores, pecuaristas, seringueiros, indígenas ou comerciantes, que se viram privados dos serviços sociais públicos, obras de infraestrutura de produção e comunicação e garantias mínimas de sobrevivência digna.

Na década dos anos de 1980, o estado do Acre, por se achar dono do território devido às suas relações econômicas e históricas com os seringueiros da região, e à indefinição das fronteiras estaduais, cria uma série de órgãos de apoio às populações das vilas Extrema e Califórnia, como escolas, postos de saúde, delegacia e quartéis de polícia, órgãos de assistência técnica. Ao mesmo tempo, começa a apoiar a recuperação de estradas vicinais, abertura de ruas, implantação de energia pública, e a Igreja Católica se torna mais presente. De fato, essas atitudes dos governantes do Acre à época agudizaram o conflito com Rondônia pela posse do território.

Abandonados pela administração pública, os moradores das vilas Extrema e Nova Califórnia começaram a radicalizar na década dos anos de 1980. As populações dessas localidades mantêm relações sociais e comerciais, tanto com Rio Branco, capital do Acre, que se encontra a 180 km–150 km, quanto com o estado de Rondônia, do qual fazem parte. As vilas estão distantes de Porto Velho, sede municipal e capital dessa unidade federativa, cerca de 360 km–350 km.

A proximidade com o Acre propicia aos moradores das vilas uma maior procura pelos serviços prestados, como os bancários e de saúde. Portanto, o relativo isolamento das localidades com relação às áreas centrais de seu estado aprofunda seus laços de relações com o estado acreano (Almeida, 2007, p. 49).

Atualmente, alguns órgãos estaduais de Rondônia se fazem presentes com escritórios nos distritos de Nova Califórnia e Extrema e nos demais localizados na região da Ponta do Abunã.

A realidade ensina que quando o poder público se ausenta de áreas de fronteira de ocupação, ocorrem tensões sociais e conflitos de toda a ordem.

Com a consolidação do novo modelo de ocupação, na região da Ponta do Abunã, encravada no sul do Amazonas, leste do Acre, oeste de Rondônia e norte da Bolívia, nos anos de 1980–2000, há uma nova corrida pela posse da terra, com o estabelecimento de um novo ordenamento territorial. Tomasi (2018, p. 3) assim define com perspicaz primazia essa nova realidade:

A região do sul de Lábrea está inserida num contexto diferente da sede municipal ou de regiões ribeirinhas interiorizadas do município; caracteriza-se, atualmente, por ser o prolongamento dos vetores de pressão oriundos do corredor da BR-364, que rasga a divisa entre Rondônia, Amazonas, Acre e a Bolívia. É uma região que envolve mazelas e ingerências típicas do *front* de expansão da fronteira do desmatamento: evasão de divisas, extração seletiva ilegal de madeira, grilagem de terras públicas, corte raso e degradação florestal, abertura de novas áreas para pastagem, aumento da atividade pecuária, conflito agrário, morte e violência no campo.

Nesse contexto, uma nova territorialidade e cultura foi e ainda está sendo delineada e moldada na região da Ponta do Abunã.

As identidades territoriais construídas envolvem não só as questões materiais, pertinentes ao político e econômico, mas envolvem também questões subjetivas, mais ligadas à cultura e aos laços de afetividade e identidade, mantidos entre as vilas e os dois estados. O mais importante, neste momento, não é discutir a quem pertence aquela localidade, pois acreditamos ser esse um

discurso já superado, mas compreender o modo de vida daquelas comunidades, suas formas de organização, suas formas de produção e como melhor, politicamente, o Estado pode resolver essas questões que há muito tempo têm sido entrave para a realização de muitas ações, não só públicas, mas também investimentos privados (Almeida, 2007, p. 132).

O poder público e as ações do Estado, assim como as iniciativas da sociedade civil estabelecem novos modos de uso da terra, criam novas identidades, lutas pela hegemonia do poder político e vão moldando o território, sendo resumidos por Almeida (2007, p. 128-129) dessa forma:

Assim, a Ponta do Abunã se construiu tanto a partir de articulações políticas do Estado como a partir da reconstrução de identidades, tendo como base a busca pela terra, trabalho e moradia, num movimento de continuidade, permeado por conflitos políticos e a busca por uma autonomia política, na construção do território. As novas definições quanto a esse território continuarão a depender também das ações do poder público, que sempre teve seu papel articulador na Ponta do Abunã (e em geral na Amazônia), e das novas relações espaciais que se estabelecem a partir daí.

É nessa última etapa de ocupação, durante e após a década dos anos de 1980, que surge o Projeto Reça.

## Projeto Reça

A Associação de Pequenos Agrossilvicultores do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reça) fica localizada no distrito de Nova Califórnia, ao oeste da região da Ponta do Abunã, na divisa entre o estado de Rondônia, Acre e Amazonas, no município de Porto Velho, RO.

## Antecedentes: tempos difíceis

A comunidade Nova Califórnia, antiga localidade Santa Clara, surgiu de um assentamento de produtores rurais implantado pelo Incra, em 1984, nas glebas Euclides da Cunha e Nova Califórnia, situadas às margens da BR-364, km 150, no sentido Rio Branco/Porto Velho, em uma região de fronteira entre os estados do Acre e Rondônia, no sudoeste da Amazônia Ocidental, no projeto fundiário do Alto Madeira, criado em setembro do mesmo ano. O Incra, em decisão tomada em reunião geral com os residentes na comunidade, destinou uma área de terra para a formação de um núcleo urbano, que recebeu o nome de vila Nova Califórnia. A decisão, além de representar a criação de uma infraestrutura de apoio à administração do projeto fundiário e sua integração com os parceiros, também significou uma estratégia adicional do órgão para assegurar a legitimidade e o reconhecimento jurídico da propriedade, uma vez que a instituição mantinha uma ação contra os antigos proprietários dessas terras, visando consolidar a desapropriação para fins de reforma agrária e colonização (Carvalho, 2000).

Segundo Franke (2005), o Incra demarcou uma série de seringais (Triunfo, Santa Clara, Extrema, Novo Oriente, Nova Vida, Mucambo, dentre outros) e ali instalou o Projeto de Regularização Fundiária do Alto Madeira, na denominada gleba Euclides da Cunha.

Em 1980 o Incra identificou e discriminou a área. Em 1982 demarcou os lotes, abriu os primeiros picadões e foi entregando os lotes com apoio fundamental dos antigos moradores, completando essa etapa em 1985 (Franke, 2005). Depreende-se que as primeiras famílias imigrantes sócias do Reça chegaram a Nova Califórnia na primeira metade da década dos

anos de 1980. O processo de identificação, discriminação, desapropriação fundiária até a entrega dos últimos lotes demorou 5 anos.

Devido à inexistência de apoio do Estado quanto à infraestrutura social e produtiva, um grande contingente desses novos migrantes, colonos assentados nos lotes da vasta floresta tropical, largados à sorte e sem a mínima segurança, começou a vender e/ou abandonar suas terras, pois aprendeu com seus ancestrais a plantar e produzir na terra do modo convencional os cultivos próprios das suas regiões de origem.

As causas principais da transferência, desistência, venda e abandono das terras nos projetos de assentamento em Rondônia foram assim caracterizadas por Cunha e Moseri (2010): deficiência de infraestrutura interna (acesso, habitação, eletrificação rural); baixo índice de produção e rentabilidade da unidade familiar produtiva; falta de serviços de educação, saúde, lazer, comunicação, transporte, armazenamento e nutrição.

Nos primeiros anos de vida no lote, a moradia provisória não passava de um barraco ou tapiri com paredes de paxiúba, cobertura de palha ou tabuína e piso de chão batido. Os móveis e utensílios domésticos eram poucos e a chuva muitas vezes invadia o barraco. Com o passar do tempo e a obtenção de algum recurso financeiro resultante das primeiras colheitas, os migrantes foram substituindo suas moradias por casas, na maioria das vezes de madeira serrada, com piso de madeira ou cimento e cobertura de telha de barro (Cunha; Moseri, 2010).

Mesmo com pouca ajuda, muitos assentados conseguiram desenvolver com recursos próprios suas propriedades. Conversando e dialogando com as pessoas se observou o sentimento de superação das dificuldades dos

primeiros anos no assentamento e da vitória, por terem construído suas vidas no Reca.

## Origem do Reca

Logo após o primeiro ano de implantação do projeto de regularização fundiária foi fundada a Cooperativa Mista Agropecuária do Alto Abunã (Coopermab) que em seus dois primeiros anos de existência, além de atividades específicas, funcionou também como meio de catalisação de ideias e aspirações da comunidade, cuja dinâmica associativa convergiu posteriormente para a criação do Projeto Reca (Carvalho, 2000).

A interação da população nativa (o seringueiro) que permaneceu no Projeto de Regularização Fundiária do Alto Madeira com a população imigrante (na maioria proveniente do Centro-Sul) foi difícil nos primeiros tempos. A causa foi a grande diferença no modo de explorar os recursos naturais, trabalhar a terra, as comidas, músicas, a forma de falar, ou seja, culturas e estilo de vida distinto.

O que poderia ser um problema transformou-se em um fator positivo e a integração de culturas enriqueceu o ambiente dessa sociobiodiversidade. Houve intensa troca de experiências e aprendizado na valorização da natureza. Chegaram à conclusão de que existiam problemas e pretensões comuns. Então se uniram e fizeram o Projeto Reca, que tem como principal finalidade a implantação e consolidação de sistemas socioeconômicos adaptados à realidade e ambiente local, que busca a melhoria da qualidade de vida de seus associados de modo ecologicamente equilibrado (Franke, 2005).

A instituição Reca tem sua origem na união entre a paróquia da igreja católica na época, associação do ramal Pioneiros e associação

da Linha 05, as quais apresentaram o Projeto Reca aos financiadores (Diocese de Rio Branco e uma instituição holandesa chamada Cebemo) e posteriormente fundaram a associação do Projeto Reca.

O projeto inicial foi aperfeiçoado após contato com o Centro de Estatística Religiosa e Investigação Social (Ceris), no Rio de Janeiro, que ajudou com a reformulação do projeto que dava início ao Reca (Projeto Reca, 2020, *home page* institucional).

Esses eventos ocorreram na segunda metade dos anos da década de 1980, promovidos por agricultores no interior do Projeto de Regularização Fundiária do Alto Madeira, na vila Nova Califórnia.

Para fugir do processo histórico de violência, expulsão, expropriação no campo e ausência do poder institucional do Estado, no distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, RO, algumas pessoas das mais diversas origens se uniram para lutar contra as adversidades e acreditaram que era possível serem protagonistas da própria vida, quando conceberam e criaram o Projeto Reca, nos anos de 1988–1989 (Silva; Suárez, 2009).

## Modelo organizacional

O Projeto Reca é formado por uma associação e uma cooperativa de produtores. A Cooperativa Agroflorestal do Projeto Reca (Cooper-Reca) foi criada em 2006 para superar os gargalos da compra da produção primária e da comercialização. O Reca possui atualmente dez grupos de produtores e aproximadamente 300 sócios organizados na área rural; cada grupo possui um líder e um coordenador para representar o Reca em seu dia a dia e nas discussões de trabalhos. O líder é quem organiza os trabalhos de grupos, como por exemplo:

mutirões, reunião, confraternizações, dentre outros. Já o coordenador cuida dos trabalhos mais direcionados à organização do Reca, como execução e fiscalização de projetos, representa a associação em eventos externos, participa das discussões para execução de atividades como construções, compra de veículos, além de outras responsabilidades. “Os grupos são considerados o alicerce de todo o nosso querido Reca” (Projeto Reca, 2020, *home page* institucional).

A mulher tem prioridade na valorização de gênero, sendo representada no Reca por meio da presidenta do grupo de mulheres. Cada um dos dez grupos de associados do Reca tem uma representante mulher, que participa da reunião de coordenação e ajuda no planejamento e tomadas de decisões. Nas reuniões elas discutem e planejam suas ações nos grupos e na coordenação, ocupam funções no campo técnico, financeiro e em outras esferas administrativas ou nas agroindústrias. Além desses trabalhos, as mulheres têm uma participação ativa na gestão da unidade familiar, ajudando na administração da propriedade, dos plantios, na educação dos filhos, participam dos encontros de formação e têm um papel importante na sustentabilidade da unidade familiar. Croda (2019, p. 42) cita o depoimento de uma sócio-fundadora:

O Reca foi um projeto que veio para a família. As mulheres sempre estiveram presentes, desde o início, tanto no trabalho quanto nas tomadas de decisão.

Há outras instâncias denominadas equipe de comercialização e apoio à execução do Reca, equipe do conselho fiscal e equipe de execução do Reca. Nessa última existem as funções de coordenador técnico e diretor-presidente, os quais ocupam os cargos por 2 anos com possibilidade de recondução por igual período.

A assembleia é a instância máxima de deliberação e tomada de decisão. Anualmente são realizadas duas assembleias gerais. A primeira, a Assembleia Geral Ordinária (AGO), ocorre entre os três primeiros meses do ano, e a Assembleia Geral Extraordinária (AGE) pode ser realizada em qualquer época do ano, conforme a necessidade. Nas assembleias gerais, todos os associados se reúnem para discutir e tomar as decisões finais sobre a aprovação de balanço de safra e demais assuntos de interesse. A cada 2 anos ocorrem a mudança e eleição da diretoria ou recondução como mencionado anteriormente. Esse processo é realizado por ocasião da AGO (Projeto Reca, 2020). Atualmente a mudança ocorre a cada 4 anos.

A coordenação é composta por agricultores associados do Reca e há sempre um rodízio entre eles. A maior parte da execução também é realizada pelos associados, considerando-se esse fator de extrema importância para a existência do Reca, pois “quando você é dono é claro que você vai cuidar muito mais e se preocupar com o futuro da instituição” (Projeto Reca, 2020, *home page* institucional). Trata-se de um modelo de gestão colegiado e descentralizado, o que permite ampla participação e democracia interna.

Os objetivos principais da instituição são a organização dos produtores, implantação, manutenção e monitoramento de sistemas agroflorestais (SAFs) – destacando-se, principalmente, os modelos comerciais multiestratos compostos de uma variedade de espécies perenes e semiperenes –, beneficiamento e comercialização de produtos agroflorestais, serviços ambientais, conservação e preservação do meio ambiente, fixação do homem ao campo e melhoria da qualidade de vida.

A maior parte das famílias (55%) de Nova Califórnia (Porto Velho, RO) reside na zona rural (Maciel et al., 2017). De acordo com Croda (2019), “os SAFs representam a principal fonte de renda para todas as famílias entrevistadas e, por vezes, a única”. Os autores afirmam que esse fato ocorre devido à relevância dos SAFs para a geração de renda, qualidade de vida das famílias e permanência no campo. Em seus estudos observaram que as famílias incentivam os jovens a dar continuidade aos trabalhos com SAFs e promover o desenvolvimento rural local.

### **Evolução das plantações, agroindústrias, sede administrativa e equipamentos de apoio**

A evolução dessa associação e seu processo de modernização estão centrados nas lavouras de SAFs, na agroindustrialização da produção, na gestão administrativa e na comercialização.

Depois da fundação do Reca, em 19 de fevereiro de 1989, a associação contava com aproximadamente 80 sócios. Em 2005 o quadro era de aproximadamente 370 sócios, distribuídos em 240 famílias, representando 160 unidades produtivas, sendo os SAFs o pilar da sustentabilidade produtivo-econômica. Nessa época, indiretamente, mais de 80 famílias, que representavam 50 unidades produtivas, também comercializavam sua produção agroflorestal no Reca (Franke, 2005).

Após a constituição do Reca, os agrossilvicultores começaram a cultivar os SAFs. Na primeira fase do Reca (1989 a 1994), os agrossilvicultores implantaram, em maior escala, três espécies nativas da Amazônia: cupuaçu, castanha-do-brasil e pupunha.

Em um segundo momento (1995 a 2004), são implantados os SAFs com pupunha para palmito e a cultura do café, em sua grande maioria consorciados com espécies florestais madeireiras e outras palmáceas.

No início do Reça, as reuniões eram realizadas embaixo de árvores nos quintais das casas. Após algum tempo foi adquirida uma pequena casa e construído um escritório. Logo em seguida, com o apoio financeiro de organizações parceiras, foi comprado um terreno com um barracão grande, onde começou, em 1992, o beneficiamento das polpas de frutas de forma artesanal. Em 1994 foi inaugurada a primeira unidade de beneficiamento de polpas de frutas, ampliada duas vezes. Houve a necessidade de construção de uma nova planta de processamento, pois, com a ampliação da produção primária, a capacidade da atual beneficiadora já não atendia à demanda crescente (Projeto Reça, 2020).

Nos anos de 1991 e 1992 o despulpamento dos frutos de cupuaçu foi feito manualmente na maioria das primeiras propriedades que estavam começando a produzir o cupuaçu. O primeiro financiamento da Agência de Cooperação da Igreja Católica Holandesa (Cebemo) somente viabilizou a implantação das culturas e organização do grupo de produtores, não logrando êxito para cobrir os custos da implantação de uma unidade de beneficiamento dos frutos provenientes dos SAFs, em particular do cupuaçu. Entretanto, sobram recursos financeiros para adquirir o terreno e comprar equipamentos de beneficiamento para frutos de cupuaçu.

Em 1999 foi inaugurada a unidade de beneficiamento de palmito. Essa operação funcionou quase sempre com demanda ociosa, devido à falta de matéria-prima. Havia

programas de expansão das áreas de plantio de pupunha para palmito, com previsão de aumentar o fornecimento do produto primário, porém o cenário sempre foi desafiador para continuidade dos trabalhos com palmito e continua até hoje.

No ano de 2002 começou a operar a unidade de produção de óleos em um pequeno barracão, onde era extraído o óleo de castanha e a manteiga de cupuaçu. Nos dias atuais, em uma agroindústria mais moderna e com capacidade superior, também são beneficiados os óleos de andiroba e maracujá.

Desde 2005, o Reça possui em sua infraestrutura de beneficiamento de produtos agroflorestais despulpadoras, máquinas de extração de óleo, câmaras frigoríficas e secadores de sementes de cupuaçu, unidade de beneficiamento para processamento de palmito e semente de pupunha, uma unidade administrativa e um centro de treinamento de produtores, técnicos e público em geral, demonstrando certa consolidação (Franke, 2005).

O cupuaçu, pupunha, açaí e a castanha são, por assim dizer, os carros-chefe de matérias-primas das agroindústrias do Reça nos últimos anos. Do açaí, cupuaçu e castanha extraem-se a polpa, semente e amêndoa, e da pupunha o palmito e a semente.

Ao longo da cadeia dos principais produtos é verificada a preocupação dos sócios do Reça com o aproveitamento de resíduos, por meio da reciclagem e fabricação de compostos orgânicos, como o biofertilizante, que são aplicados em áreas dos SAFs, visando diminuir o uso de fertilizantes químicos, fortalecer as plantas e aumentar a produtividade, como argumenta uma técnica do projeto:

Os biofertilizantes são muito mais econômicos do que os fertilizantes químicos, uma vez que são feitos a partir de matéria-prima que o agricultor já possui na propriedade, fazendo com que a agricultura se torne mais sustentável e menos agressiva para o ambiente (Projeto Reca, 2020, *home page* institucional).

Essa prática atende, ainda, à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da destinação correta desses resíduos, minimizando possíveis impactos ambientais e o uso de insumos agrícolas químicos externos.

Os resíduos sólidos provenientes do beneficiamento de produtos das agroindústrias de frutas e de palmito, principalmente de cascas e caroços de cupuaçu, pupunha e açaí, como também a torta de cupuaçu, andiroba e castanha (resíduos da prensagem para extração de óleo), são destinados atualmente à produção de composto orgânico, chegando a aproximadamente 500 toneladas em 2020.

É preciso ressaltar a existência da equipe técnica do Reca, responsável por orientar os produtores no que diz respeito ao manejo dos SAFs, produção e aplicação de fertilizantes, técnicas de controle da vassoura de bruxa e da broca-do-cupuaçu (assim como outras pragas e doenças), apoiar a organização de reuniões e eventos, bem como a diretoria nas atividades técnico-administrativas da instituição. A equipe é composta por técnicos em agropecuária, muitas vezes com formação de base em escolas Família Agrícola.

Na atualidade o Reca possui um centro de difusão e tecnologias, constituído por um dormitório, um refeitório, um auditório para reuniões e salas de escritório. Esse centro é utilizado para os encontros, reuniões e atividades da associação e também da cooperativa Reca. A instituição recebe visitantes em geral, tais como, alunos de escolas municipais, estaduais

e técnicas, universidades, institutos de ensino, pesquisadores, agricultores e seringueiros de outras regiões e também pessoas de outros países. Nesse centro são realizadas reuniões internas, de coordenação, diretoria e assembleias; também é disponibilizado à comunidade de Nova Califórnia para reuniões sobre estradas, saúde, mutirões de documentação, dentre outros (Projeto Reca, 2020). Dispõe ainda de um escritório central onde é feito todo o controle da associação, recebimentos e pagamentos, balanços, prestações de contas, dentre outras atividades administrativas.

Atualmente o Reca conserva e mantém três unidades de beneficiamento (polpas de frutas, palmito de pupunha e gordura vegetal e óleos); uma unidade de tratamento de resíduos e produção de biofertilizantes e composto orgânico, proveniente da utilização dos resíduos da produção de palmito, de polpa e gordura vegetal de cupuaçu e caroços de açaí, entre outros materiais orgânicos que dão origem ao composto; e uma unidade de produção das sementes de pupunheira (registrada no Ministério da Agricultura e certificada) (Projeto Reca, 2020) (Figura 1.4).

### **Importância estratégica da agroindustrialização e comercialização de produtos**

Os plantios de cupuaçu dos SAFs começaram a produzir no final de 1991 e meados de 1992, quando a estrutura de beneficiamento agroindustrial era inexistente. Por isso, para beneficiar a produção e aumentar o valor agregado dos produtos, o Reca priorizou a implantação de agroindústrias de beneficiamento, visando garantir seu armazenamento, conservação e comercialização.



Foto: Acervo do Projeto Reça

**Figura 1.4.** Vista das unidades de produção do Projeto Reça.

Assim foram implantadas as unidades de beneficiamento de cupuaçu, açaí, pupunha e castanha, com o apoio técnico e participação financeira de parceiros, pois, logo se verificou que a falta de infraestrutura para processar e armazenar é um dos principais entraves para valorizar e comercializar os produtos dos SAFs, cabendo aos produtores do Reça o maior aporte de recursos.

A experiência para a comercialização da produção do Reça foi sendo adquirida no dia a dia pelos próprios produtores e a coordenação. Desde o início da produção dos SAFs, em 1991, o Reça foi acumulando competência para acesso ao mercado e comercialização. Assim, após estudos e levantamentos realizados pela Fundação Pró-Natureza (Funatura), Movimento Laico Italiano da Igreja Católica Italiana para a América Latina (MlIal), Grupo de Pesquisa e Extensão em Sistemas Agroflorestais do Acre (Pesacre), relacionados ao mercado para produtos agroflorestais,

principalmente cupuaçu, pupunha, açaí e castanha, o Reça pôde compreender e traçar estratégias para comercialização da produção.

A participação em feiras de negócios, bolsas solidárias de venda de produtos agroflorestais de pequenos produtores, contratos diretos com grandes atacadistas e rede de supermercados, estabelecimento de vendedores representantes, comercialização conjunta com outras entidades de pequenos produtores, comercialização direta com o consumidor e varejistas, montagem de pontos de venda, dentre outras formas de negociação, foram as estratégias adotadas para comercializar os produtos agroflorestais do Reça.

Assim, a comercialização ganha impulso. São visitados vários clientes em todo Brasil e o Reça começa a participar ativamente da Feira de Produtos Agroflorestais do Acre (Flora); feiras de negócios do Serviço Brasileiro

de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) em todo Brasil; Feira de Produtos da Amazônia (organizada pelo Grupo de Trabalho Amazônico – GTA, Ministério do Meio Ambiente – MMA e várias ONGs); e de várias redes de comercialização solidária de produtos de pequenos produtores (Rede de Comercialização de Pequenos Agricultores – Recopa, Tucumã). Assim, torna-se membro de várias bolsas de comercialização, com destaque para a Bolsa de Produtos Amazônicos, por meio de cooperativas e associações de produtores parceiras (Cooperativa Central de Produtores do estado do Acre – Coopec, e Associação dos Produtores Alternativos de Ouro Preto do Oeste – APA). Além disso, torna-se membro de uma rede de comercialização de produtos agroflorestais entre pequenos produtores de países da Amazônia Ocidental, envolvendo Peru, Bolívia e Brasil.

A partir de 1998 o Reca estabelece uma rede de representantes em outras regiões do Brasil, o que agiliza o processo de comercialização de seus produtos agroflorestais. Desde então evolui consideravelmente na comercialização de seus produtos. Entretanto, a insuficiente profissionalização e especialização em mercado para comercializar os produtos do Reca dificulta as vendas com vantagem competitiva, devido à ausência de um sistema de prospecção eficaz, capaz de melhorar o desempenho financeiro da instituição, em benefício dos sócios, obstáculo que pode ser corrigido, dada a sua capacidade de superação de ameaças e dificuldades.

A certificação é uma das prioridades para valorizar os produtos do Reca e atingir novos mercados. Para isso, a instituição conta com parcerias de entidades certificadoras, desde o processo de capacitação dos produtores, preparo das áreas de SAFs e beneficiamento. Além disso, possui dezenas de unidades

produtivas certificadas e outras em processo de conversão para a certificação dos produtos da sociobiodiversidade dos SAFs e florestas, em um trabalho de conscientização, preparo, treinamento e capacitação da maior quantidade de áreas possíveis dos sócios do projeto.

O fortalecimento de divulgação e comercialização dos produtos regionais que tenham em seu processo produtivo a incorporação dos conceitos de sustentabilidade é uma das prioridades do Reca. A conclusão de um centro de exposição e comercialização de produtos alternativos é uma estratégia da organização.

### Parcerias institucionais

O Reca valoriza as relações com os parceiros, nas áreas comerciais, educacionais, científicas, tecnológicas e de gestão, informação e comunicação. Por meio de instrumentos formais de cooperação, estabelece contratos de parceria com instituições públicas, privadas e organizações não governamentais da sociedade civil. A valorização das parcerias pode ser verificada pelos créditos de reconhecimento do Reca expostos nos eventos, nos meios de comunicação públicos e nas redes de comunicação institucionais, denotando o modelo de governança transparente e democrático adotado pela instituição.

As parcerias e alianças estratégicas do Reca e a comunidade acontecem na área de prestação de serviços, captando recursos financeiros, como articuladoras dos processos de organização comunitária, de repasse de conhecimentos técnicos, elaboração de projetos ou oferecendo cursos sobre educação básica ou saúde, utilizando-se várias metodologias para a consecução das atividades propostas, como instrumento

para promover a organização institucional (Franke, 2005). Há parcerias, principalmente, em projetos relacionados a fomento para ampliação da área plantada com SAFs, aumento da capacidade de beneficiamento e armazenamento via construção ou modernização das fábricas e ainda projetos de recomposição ambiental de matas ciliares e nascentes (Projeto Fontes Novas/Petrobras e Projeto Concretizar/BNDES) (Projeto Reça, 2020).

Além das instituições nacionais e estrangeiras já referidas, outros órgãos públicos e privados de pesquisa e de assistência técnica, creditícia e financeira também foram fiadores dessa iniciativa e muitos deles até hoje continuam cooperando ativamente com os produtores e dirigentes da organização.

Verifica-se que o Reça prioriza o diálogo como ferramenta principal nas relações com os parceiros, o que proporciona a união de esforço e trabalho na valorização dos avanços e superação dos desafios estratégicos e na elaboração de projetos e ações operacionais que fortalecem o desenvolvimento socioeconômico local e a conservação ambiental da região de abrangência da instituição (Tabela 1.1).

Entre tantos parceiros, uma série de organizações governamentais e não governamentais e programas e fundos, não citados na Tabela 1.1, foram extremamente importantes para a evolução do Reça e seus associados. Há também outros fundos, programas e organizações que foram e são relevantes para o Reça: Fundação Nacional do Meio Ambiente (FNMA), Projeto de Proteção de Meio Ambiente e as Comunidades Indígenas (Pmaci), Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia (Planaflo/Bird), Plano de Dados Abertos do Ministério do Meio Ambiente/Programa Piloto para a Proteção

das Florestas Tropicais do Brasil (PDA/PPG7/MMA), Fundação Banco do Brasil, Banco da Amazônia, Sistema de Cooperativas Financeiras do Brasil (Sicoob), Departamento de Cooperativismo e Associativismo Rural/Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (Denacoop/Mara), Ceplac, Centro de Estatística Religiosa e Investigações Sociais (Ceris), SOS Amazônia, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), Associação de Certificação Socioparticipativa da Amazônia (ACS Amazônia), Cooperação e Apoio a Projetos de Inspiração Alternativa (Capina), Terra Madre e tantas outras.

## Estudos e pesquisas

Os principais estudos e pesquisas dizem respeito aos trabalhos técnico-científicos de pesquisadores da Embrapa, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e de estudantes de graduação e pós-graduação de universidades do Brasil e do Exterior, mas também de instituições de pesquisa internacionais pertencentes aos governos, a empresas privadas e a organizações do terceiro setor do Brasil e de países com os quais há relações diplomáticas.

As universidades brasileiras, mas também estrangeiras de vários países desenvolveram estudos e pesquisas, principalmente com a finalidade de gerar informações e conhecimentos sobre a realidade do Projeto Reça e dos sistemas de produção agroflorestais. Geralmente, os conteúdos dos conhecimentos gerados são transformados em teses, dissertações, monografias e documentos institucionais.

**Tabela 1.1.** Principais parcerias realizadas pelo Reca desde sua fundação.

Instituição	Finalidade
Comissão Pastoral da Terra do Acre (CPT)	Auxiliar na assessoria, organização social e na elaboração e execução de projetos socioambientais
Divisão Administrativa da Igreja Católica do Acre (Diocese-AC)	Apoio religioso e comunitário da Igreja Católica na assessoria e organização social e de vivência de cristãos
Agência de Cooperação da Igreja Católica Holandesa (Cebemo)	Fortalecer a organização comunitária e produtiva dos agricultores do Reca, por meio do apoio à implantação de sistemas agroflorestais e aquisição de infraestrutura produtiva
Movimento Laico Italiano da Igreja Católica Italiana para a América Latina (Mlal) (mais tarde Bilance)	Fortalecer a organização comunitária e produtiva dos produtores do Reca, por meio da capacitação e apoio à implantação de sistemas agroflorestais
Comitê Católico contra Fome e pelo Desenvolvimento da França (CCFD)	Cooperar com a organização social e produtiva dos agrossilvicultores do Reca, por meio do planejamento estratégico e apoio financeiro
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	A Embrapa Acre, Embrapa Rondônia e demais centros de pesquisa da Embrapa na Amazônia e no Brasil sempre cooperaram com o Reca nos estudos dos recursos naturais, socioeconômicos, geração de tecnologias dos sistemas agroflorestais, beneficiamento de produtos agroindustriais e fortalecimento institucional
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater)	Órgão do governo do estado do Acre e depois do estado de Rondônia, que por meio dos escritórios técnicos disponibilizou pessoal para o auxílio técnico e produtivo dos sistemas agroflorestais do Reca
Secretaria de Assistência Técnica e Extensão Rural do Acre (Seater-AC)	Órgão do governo do Acre que apoiou ações nas áreas produtiva, social e de fortalecimento institucional do Reca
Fundação Pró-Natureza (Funatura)	Auxiliou na busca por canais de comercialização, em meados da década de 1990
Grupo de Pesquisa e Extensão em Sistemas Agroflorestais do Acre (Pesacre)	Organização de apoio a estudos, comercialização e mercados, capacitação em sistemas agroflorestais e fortalecimento institucional do Reca
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa)	Cooperação na área científica e tecnológica de estudos de recursos naturais, sistemas agroflorestais e formação de estudantes
Grupo de Trabalho Amazônico (GTA)	Rede de ONGs da Amazônia em que o Reca é um dos participantes e auxilia na organização, articulação e fortalecimento institucional
Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA)	Apoiar a organização e capacitação de produtores e projetos de implantação de sistemas agroflorestais, beneficiamento de produtos e implantação de agroindústrias e infraestrutura institucional do Reca
Natura Cosméticos (Natura)	Atuar no setor de cosméticos de beleza e higiene pessoal apoiando a comercialização de produtos agroindustrializados e capacitação de pessoal do Reca. Atualmente faz parte de um programa de pagamento por serviços ambientais aos agrossilvicultores (Projeto Carbono)

Continua...

**Tabela 1.1.** Continuação.

Instituição	Finalidade
Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ)	Cooperação na área científica, tecnológica, inovação e desenvolvimento, com assessoria e apoio a projetos de desenvolvimento sustentável e planejamento estratégico junto ao Reca
Centro de Estudos Rioterra (Rioterra)	Organização da sociedade civil de interesse público na área de inovação, ciência e tecnologia, que auxilia o Reca na formação socioeconômica, apoio a projetos ambientais e ações de desenvolvimento sustentável de populações locais
Amigos da Terra Brasil (Amigos da Terra)	Organização não governamental que apoia o beneficiamento, comercialização de produtos e fortalecimento institucional do Reca
Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora)	Promover a certificação das práticas e produtos para a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais do Reca
Instituto BioDinâmico (IBD)	Promover a certificação de produtos da sociobiodiversidade de produtores rurais
Secretaria de Educação do Estado do Acre (SEE)	Auxiliou o Reca na consolidação de infraestrutura educacional na implantação da Escola Família Agrícola (EFA)
Escola Família Agrícola Jean Pierre (EFA)	Educação e capacitação técnica de jovens na área agroflorestal por meio da metodologia Pedagogia da Alternância envolvendo professores e a família
Universidade Federal do Acre (Ufac)	Realizar estudos, pesquisas e extensão educacional e de capacitação de estudantes de graduação e pós-graduação, principalmente, nas áreas de ciências humanas e da terra, no Projeto Reca
Universidade Federal de Rondônia (Unir)	Realizar estudos, pesquisas e extensão educacional e de capacitação de estudantes de graduação e pós-graduação, principalmente, nas áreas de ciências humanas e da terra, no Projeto Reca
Federação dos Trabalhadores em Agricultura de Rondônia (Fetagro)	Participar de intercâmbios e capacitação de agricultores em sistemas agroflorestais e cooperação técnica e institucional
Federação dos Trabalhadores em Agricultura do Acre (Fetacre)	Participar de intercâmbios e capacitação de agricultores em sistemas agroflorestais e cooperação técnica e institucional

Os pesquisadores da Embrapa, principalmente do Acre, vêm desde 1995 trabalhando em ações de pesquisa e desenvolvimento em apoio ao Projeto Reca, nas áreas de tecnologia de alimentos, melhoramento genético, manejo de solos, sistemas agroflorestais, além da análise socioeconômica dos sistemas de produção e fortalecimento institucional.

Dentre as ações de apoio realizadas pela Embrapa no Reca, por meio de cooperação técnica e científica, se destacam: seleção, caracterização e preservação de plantas

matrizes de pupunheira e cupuaçu; efeito de leguminosas sobre a sustentabilidade de SAFs; diagnósticos e análises socioeconômicas e caracterização do sistema de uso da terra com ênfase às práticas agroflorestais; monitoramento e avaliação dos principais modelos de SAFs; estudos sobre o sistema produtivo do cultivo de pupunha para palmito em associação com espécies florestais; estudos de entomologia e fitopatologia em SAFs; controle de qualidade nas agroindústrias de cupuaçu, pupunha, açaí e castanha;

levantamento, caracterização, biodiversidade e manejo de solos em SAFs e na região de abrangência; quantificação de carbono em SAFs e outros usos da terra no Reca.

O Inpa, Pesacre e Sebrae também realizaram uma série de estudos e pesquisas tecnológicas na área de solos, SAFs, socioeconomia, recursos naturais, biodiversidade, agroindústria de alimentos, execução de projetos cooperativos e capacitação institucional. Convém ressaltar que a pesquisa participativa foi fundamental para a absorção de conhecimentos e aprendizagem por parte dos produtores e um aprendizado para os pesquisadores. A Ufac e a Unir também figuram como instituições que realizam pesquisas no Reca, tanto nas áreas de ciências agrárias como em outras áreas do conhecimento.

Uma série de pesquisadores independentes e de instituições internacionais, intelectuais, artistas, governantes, políticos, técnicos e dirigentes de instituições bancárias também visitam constantemente o Projeto Reca, conhecendo sua forma de atuar, os agrossilvicultores e suas agroindústrias de beneficiamento de produtos e os processos de comercialização da produção.

## Publicações do Reca em acervos bibliográficos

As principais bases de dados com documentos em acervos bibliográficos disponíveis ao público, sobre o Reca, foram localizadas no acervo documental da Base de Dados da Pesquisa Agropecuária – BDPA da Embrapa.

Na BDPA (Embrapa, 2020) os documentos estão disponíveis em 32 bibliotecas de centros de pesquisa da Embrapa em todo Brasil. Foram encontrados 96 acervos bibliográficos relacionados ao Reca e distribuídos,

principalmente, em documentos da série Embrapa (boletim de pesquisa, comunicado técnico, circular técnica, fôlder, pesquisa em andamento, documentos), anais de evento, livro, tese, dissertação, periódico, relatório, artigo, documento técnico, mapa, mídia eletrônica digital (CD, DVD, fita cassete) e folheto.

O conteúdo das publicações está relacionado principalmente à temática do manejo dos sistemas produtivos agroflorestais, avaliação socioeconômica, levantamento de recursos naturais, avaliação institucional e políticas públicas e comunicação. São apresentados resultados de pesquisa sobre avaliação do desempenho de SAFs e seus componentes, potencial dos solos, adubação, fitopatologia e entomologia, beneficiamento de alimentos, avaliação institucional do Reca, análise econômica dos modelos de SAFs e de mercado de produtos, diagnósticos socioeconômicos dos produtores, desempenho das agroindústrias, dentre outros.

A base de dados da biblioteca do Inpa também possui uma série de informações relacionadas aos estudos e pesquisas desenvolvidas pela instituição no Reca. Vários estudantes e pesquisadores do Inpa realizaram trabalhos técnico-científicos e exploratórios junto aos agrossilvicultores e às agroindústrias do Reca, com resultados promissores para ambas as instituições.

Na base de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações Nacionais (BDTD) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), no site do catálogo de teses e dissertações (Catálogo..., 2020), foi possível identificar 17 teses e dissertações executadas diretamente no Reca. Esses estudos dizem respeito ao modelo de gestão e governança da instituição e aos sistemas produtivos agroflorestais dos associados

(solos, adubação, entomologia e uso da terra). Destacam-se em volume os estudos das universidades federais do Acre, Rondônia, Amazonas, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.

Entretanto, os trabalhos técnicos e científicos publicados em uma série de eventos (disponíveis em anais dos eventos, dispersos e não levantados), em forma de artigos e resumos, palestras, diálogos, relatos de experiência, somam centenas de publicações e participações, inclusive de teses e dissertações feitas no Reça por universidades estrangeiras. Da mesma forma, artigos, documentários, entrevistas e reportagens em revistas, jornais (escritos e digitais) e televisões somam às centenas, visto a experiência inovadora de agrossilvicultores na Amazônia Ocidental.

## Capacitação institucional e pessoal

As atividades de capacitação ocorrem de acordo com a demanda interna e são apoiadas por várias instituições parceiras, com a realização de cursos, palestras, oficinas de trabalho, dias de campo, dentre outros processos de aprendizagem, além da formação específica ligada aos jovens na propriedade rural feita na Escola Família Agrícola (EFA).

A base do Projeto Caminhar de capacitação, destinado à formação e qualificação de pessoal, envolveu: consolidar o processo de organização, capacitação e assistência técnica das famílias de associados; oportunizar a formação profissional e escolar aos jovens da zona rural da região da Ponta do Abunã com o apoio da Associação da Escola Família Agrícola dos Pequenos Agrossilvicultores (Aefapa); formar profissional técnico em agroindústria de processamento de produtos agrícolas e alimentos; e capacitar em gestão administrativa e organizacional.

## Participação em eventos

Uma das estratégias do Reça é a participação em eventos diversos como forma de divulgação da sua história e de promoção institucional, utilizando a exposição por meios eletrônicos, preleções e outros materiais de mídia como livros, folhetos, rodas de conversa, dentre outros, visando à promoção, troca de informações e conhecimentos com especialistas, capacitação e divulgação.

Nesse sentido, os membros da diretoria, técnicos e produtores agroflorestais participam ativamente de uma série de eventos em todo o Brasil e no exterior, divulgando a instituição, sua história e prática, as agroindústrias, os produtos comerciais e as relações de parceria e formação de lideranças.

A participação do Reça em eventos técnicos, científicos, acadêmicos, educacionais, promocionais, comerciais, sociais, culturais, artísticos, esportivos dentre eles seminários, palestras, workshops, oficinas, congressos, simpósios, encontros, intercâmbios, feiras, exposições, fóruns, webinars, mesas-redondas, prêmios, cursos, jogos, dentre outros, demonstra o esforço corporativo para a evolução socioeconômica, técnica, cultural e de gestão.

Os eventos técnico-científicos dos quais o Reça participa estão relacionados à temática de sistemas agroflorestais, agroecologia, produção orgânica, fruticultura, alimentos, socioeconomia, Amazônia, meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

Entre as atrações esportivas e culturais locais destacam-se a corrida do porco, a corrida do tobata e a festa da colheita, além de gincanas, concurso culinário de pratos típicos, concurso do maior cupuaçu e premiação e homenagem aos maiores produtores das principais culturas

da região. Esses eventos típicos buscam o entretenimento, a integração familiar e comunitária e valorização dos produtores rurais (Projeto Reca, 2020).

## Comunicação e informação

O Reca conta sua história, parcerias e realizações por meio de vídeos disponíveis na sua *home page* e no acervo de instituições parceiras. Assim é possível visualizar e entender um pouco a trajetória e saga dos associados do projeto e da região em que se localizam, bem como suas relações com o meio ambiente, as formas de vida e sua origem, costumes e tradições.

São mostradas as experiências dos principais projetos de desenvolvimento socioeconômicos, de aquisição e produção de conhecimentos por meio de pesquisas, inovação, extensão, capacitação e infraestrutura produtiva e institucional. Os elementos da sociobiodiversidade arranjados no projeto são ricos, encantadores, virtuosos e não é exagero dizer que representam uma transição paradigmática de bem-viver e se relacionar com o meio em que habitam.

Nos meios informativos e na comunicação cotidiana da instituição mostra-se como a produção do Reca, a qual enfatiza o modelo de empreendedorismo e cooperação, prioriza a geração de renda, emprego, qualidade de vida e segurança alimentar de seus associados e da comunidade.

O Reca reconhece a influência das redes sociais digitais no processo de comunicação interna e externa, na divulgação institucional e tem avançado no processo de adoção dessa tecnologia nas relações socioeconômicas, mas denota-se a preocupação permanente com a manutenção dos aspectos culturais

promissores e virtuosos enraizados, na manutenção e fortalecimento institucional e de governança.

Os principais eventos nos quais se publicam as experiências e os trabalhos técnicos e científicos realizados no Reca são o *Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, *Congresso Brasileiro de Agroecologia*, *Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural*, dentre uma dezena de outros.

## Reca: um laboratório para estudos, pesquisas e capacitação

Centenas de produtores rurais, estudantes, técnicos e empresários visitam rotineiramente as áreas rurais dos produtores do Reca e suas agroindústrias, área comercial e administrativa, para conhecer a experiência e o desenvolvimento socioeconômico da instituição.

O deslocamento é feito de forma individual, em caravanas organizadas por instituições de ensino, pesquisa, fomento agrícola, assistência técnica e extensão rural, capacitação profissional, crédito agrícola, beneficiamento e apoio tecnológico e ambiental. Dentre as instituições destacam-se universidades, centros de pesquisa agroflorestais, empresas de tecnologia, organizações de conservação ambiental, cooperativas e associações de produtores rurais, escolas de ensino fundamental e médio – principalmente escolas agrícolas.

As ações dos estudos, pesquisas, capacitação e busca do conhecimento são acordadas com a direção do Reca, que decide, após ouvir os interessados, a realização dos pleitos ou consulta os associados para tomar a decisão de modo democrático e transparente, cobrando

sempre o benefício recíproco dos resultados do conhecimento e de cada processo de aprendizagem para socialização entre seus membros.

## Caso de sucesso institucional

Ao realizar um estudo de caso do Reca, no período compreendido entre os anos de 1988 a 2004, por meio de uma abordagem das dimensões e dinâmicas ambiental, socioeconômica e institucional, Franke (2005) infere que sua evolução, na perspectiva da acumulação de competência tecnológica e organizacional, se dá pela via de um processo de aprendizagem, absorção e socialização do conhecimento. A construção e consolidação da organização institucional são observadas pela trajetória virtuosa de acumulação de competência tecnológica em investimentos, processos e organização da produção, produtos, equipamentos e nas aprendizagens subjacentes.

Embora não se observe um modelo de gestão institucional consolidado tipo empresarial *strictu sensu*, percebe-se uma franca evolução constituída em um ambiente de relações assentadas na participação, trabalho, confiança, respeito e solidariedade, verificada no relacionamento dos membros desse grupo, elementos essenciais para a elevação constante do desempenho e crescimento sustentável dessa organização.

Os resultados encontrados por Franke (2005) sugerem que os diferentes processos de aprendizagem (por meio da absorção e socialização de conhecimentos), desenvolvidos ao longo do tempo na organização, tendem a constituir um sistema de aprendizagem, demonstrando ser fundamental para o desenvolvimento da competência tecnológica e organizacional e, portanto, para a melhoria da

performance técnico-econômica da instituição e da qualidade de vida de seus membros.

As políticas direcionadas à agricultura familiar cooperativada, tanto nos processos produtivos relacionados ao uso da terra, como no beneficiamento e comercialização da produção, por meio de agroindústrias, propiciaram o acesso a tecnologias de forma coletiva, possibilitando melhorias no sistema de produção e aumento no valor agregado dos produtos. Isso propiciou a melhoria das condições de vida dos produtores e do seu relacionamento com o meio ambiente. A análise sobre o padrão tecnológico e a evolução e mensuração do desenvolvimento organizacional permitiram inferir que a competitividade do Reca e seu desenvolvimento estão intimamente relacionados aos processos de aprendizagem adotados pela instituição e seus sócios (Franke, 2005).

Em uma averiguação amiúde sobre a significância e a interpretação do Projeto Reca, várias definições multidisciplinares são a ele dirigidas. Porém, para sintetizar o que resulta o projeto, dispõe-se de uma frase extraída dos estudos do programa de mestrado em geografia (Mudanças Globais – Sustentabilidade Regional) do Instituto de Geografia da Universidade de Innsbruck, na Áustria:

A organização social e participação são a base para o sucesso do Reca [...]. A agrossilvicultura representa uma alternativa econômica que contribui para a proteção da floresta e para o respeito da sociobiodiversidade. A exploração de novos mercados agrega valor regional e, assim, fomenta a autonomia financeira do Reca (Coy; Rainer, 2016, p. 35).

Em uma análise da estrutura funcional e organizacional do Reca, e ao examinar a sua replicabilidade, o estudo conduzido por Coy e Rainer (2016) o descreveu como um projeto

de produção agroflorestal composto por 300 famílias produtoras e 100 trabalhadores sazonais em Nova Califórnia, RO, que tem por objetivo oferecer uma alternativa aos usos prevaletentes do solo na região, aumentar a renda dos agricultores familiares e contribuir para diminuição do desmatamento na Amazônia. É considerado um exemplo de boas práticas para o desenvolvimento sustentável regional e reconhecido pelos estados e ONGs nacionais e internacionais, com quem mantém parcerias de apoio para viabilizar seus objetivos e missão institucional, como uma experiência social inovadora e promissora.

Os membros do Reca acreditam que boa parte do sucesso da instituição se deve à coragem, persistência e honestidade dos agricultores, pois todos participam, são ouvidos, valorizados e fazem parte dos processos decisórios. O foco sempre deve estar no alcance dos objetivos delineados, na superação dos obstáculos e problemas. No modelo organizacional da instituição, flexível e participativo, há uma preocupação constante com boas práticas de governança, no qual se exercitam e são cultivados valores como união, fé, coragem, honestidade, persistência e luta (Projeto Reca, 2020).

Assim se expressa um sócio, sobre o sentimento do Reca, quando perguntado o que fazer para a evolução e sucesso de uma organização comunitária de agricultores familiares:

Se eu fosse fazer uma assessoria contaria todas as dificuldades e sucessos obtidos em nossa história e daria um alerta: sempre colocamos isto para as pessoas que vêm nos visitar. Cada lugar ou região tem sua cultura, seus costumes, suas diferenças ambientais e outras. Por isso cada projeto deve ser adaptado a cada região. Pedimos para que não nos copiem, mas olhem e avaliem o nosso sistema de organização, e

quando forem implantar seus projetos, cada um deve ser adaptado a sua região de acordo com suas características (Projeto Reca, 2020, *home page* institucional).

O Reca é responsável pela geração e emprego, renda e injeção de recursos no distrito de Nova Califórnia, ou seja, pela prosperidade da zona urbana para atender suas demandas da população rural. Os SAFs, além da pecuária e agricultura, promovem o desenvolvimento regional.

A geração de renda não se configura apenas para as famílias cooperadas e sócias, mas para a comunidade local através da oferta de trabalho na própria cooperativa e na região, atendendo direta e indiretamente mais de 700 famílias (Croda, 2019, p. 44).

## Considerações finais

Na Amazônia e nos demais estados brasileiros, a reforma agrária com a regularização de terras, seguida da implantação de projetos de assentamento de agricultores e provisão de condições de equipamentos de infraestrutura de produção, assistência e apoio social e econômico, foi em parte viabilizada pelas instituições públicas do Estado brasileiro.

Verifica-se que a maior integração dos processos operacionais e a organização institucional, causadas pelo aprimoramento das práticas e atividades rotineiras no setor produtivo no campo, nas agroindústrias e na administração e coordenação do Reca, estão conduzindo a instituição à acumulação de competência para melhoria no seu desempenho geral.

O Reca possui uma trajetória de capacitação em aprendizagem organizacional que provém das habilidades e processos individuais, coletivos,

estruturais, culturais, da organização do trabalho e liderança, evidenciando vantagem sobre outras organizações comunitárias que não evoluíram na mesma medida.

Um dos motivos que tornou o Reça uma referência na Amazônia como modelo de organização e produção comunitária foi sua forma de interação com atores e instituições externas, no estabelecimento de parcerias e alianças estratégicas. Ao longo de sua caminhada o Reça enfrentou diversos desafios, mas com a sua organização e a criação de uma rede de parcerias pôde superá-los e apresentar bons resultados. Não por acaso o Reça se tornou um exemplo de organização social, produtiva e de base familiar comunitária de referência mundial, pela forma de promover sustentabilidade respeitando a sociobiodiversidade amazônica. O Reça tem um jeito de caminhar e é feito de gente... e que gente.

## Referências

- ALMEIDA, L. F. de. **Ponta do Abunã**: no fim de Rondônia e no começo do Acre. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado em Geografia: Desenvolvimento Regional) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/89813>. Acesso em: 10 set. 2020.
- ALMEIDA, F. O. de; MONGELO, G. Introdução: arqueologia dos 'pioneiros' e da diversidade do alto rio Madeira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Humanas**, v. 15, n. 2, e20190080, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2178-2547-bgoeldi-2019-0080>.
- CATÁLOGO de teses e dissertações. Brasília, DF: Capes, 2020. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>. Acesso em: 15 ago. 2020.
- CARVALHO, L. A. **Projeto "Reça"**: um modelo de organização econômica e social ambientalmente sustentável na Amazônia sul-ocidental. 2000. 50 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco.
- COY, M.; RAINER, G. (coord.). **Perspectivas para Amazônia? Sistemas agroflorestais e cadeias de valor alternativas. Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA)**: um projeto na Amazônia brasileira: projeto de pesquisa da Especialização em Estudos de Desenvolvimento do Mestrado em Geografia: Mudanças Globais - Sustentabilidade Regional: resultados do trabalho de campo. Innsbruck, Austria: Universität Innsbruck. Institut für Geographie, 2016. 36 p. Disponível em: [https://www.uibk.ac.at/geographie/agef/poster/poster\\_perspectivas\\_para\\_amazonia\\_portugues.pdf](https://www.uibk.ac.at/geographie/agef/poster/poster_perspectivas_para_amazonia_portugues.pdf). Acesso em: 31 ago. 2020.
- CRODA, J. P. **Importância dos sistemas agroflorestais para agricultura familiar na Amazônia brasileira**: um estudo de caso sobre o projeto Reça. 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- CUNHA, E. T. da; MOSERI, L. M. Os projetos de colonização em Rondônia. **Revista Labirinto**, v. 10, n. 14, p. 124-151, jul./dez. 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.unir.br/index.php/LABIRINTO/article/viewFile/938/922>. Acesso em: 22 ago. 2020.
- EMBRAPA. **Base de Dados da Pesquisa Agropecuária – BDPA**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca>. Acesso em: 22 ago. 2020.
- FRANKE, I. L. **A aprendizagem tecnológica e organizacional na performance do sistema produtivo e institucional do RECA**. 2005. 152 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- IBGE. **Censo demográfico**: séries históricas. Rio de Janeiro: IBGE, 2020a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?&t=series-historicas>. Acesso em: 3 set. 2020.
- IBGE. **Brasil/Rondônia/Porto Velho/Histórico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/porto-velho/historico>. Acesso em: 8 set. 2020.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Programa Monitoramento de Áreas Protegidas**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/pt-br/blog/blog-do-monitoramento/justica-considera-inconstitucional-a-revogacao-de-ucs-em-rondonia>. Acesso em: 20 set. 2020.
- LINK, R. S. Os Apurinã e a última fronteira do estado brasileiro. **Fronteiras**: Revista de História, v. 19, n. 33, p. 11-42, ago. 2017. DOI: <https://doi.org/10.30612/frh.v19i33.6763>.

MACIEL, R. C. G.; SILVA, M. J. P.; AQUINO, J. N.; AZEVEDO, M. N.; FILHO, P. G. C.; SOUZA, E. F. Produção familiar rural e desigualdade de renda na Amazônia: um estudo de caso do projeto Reça, em Porto Velho, Rondônia. **Revista de Estudos Sociais**, v. 19, n. 39, p. 3-18, 2017. DOI: <https://doi.org/10.19093/res4359>.

MAPA de conflitos: AM – Povos indígenas Kaxarari, sob constante pressão, reivindicam parte importante do território tradicional. Rio de Janeiro: Neepes: ENSP: Fiocruz, 2014. Disponível em: <http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/am-povos-indigenas-kaxarari-sob-constante-pressao-reivindicam-parte-importante-do-territorio-tradicional/>. Acesso em: 15 out. 2020.

NEVES, M. V. História nativa do Acre. In: POVOS do Acre: história indígena da Amazônia Ocidental. Rio Branco, AC: Fundação de Cultura e Comunicação Elias Mansour, 2002. p. 10-15.

PROJETO REÇA. [Home page institucional]. Nova Califórnia, RO, 2020. Disponível em: <http://www.projettoreca.com.br/site/pesquisas/>. Acesso em: 5 ago. 2020.

SILVA, F. R. M. da; SUÁREZ, N. L. C. **Projeto Reça**: Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado: Projeto Conexão Local: relatório final. Brasília, DF: FGV: CAPES, 2009. Disponível em: [https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/conexao-local/1\\_-\\_reca\\_2.pdf](https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/conexao-local/1_-_reca_2.pdf). Acesso em: 22 ago. 2020.

SILVA, C. P.; COSTA, A. Um quadro histórico das populações indígenas no Alto rio Madeira durante o século XVIII. **Amazônica**: Revista de Antropologia, v. 6, n. 1, p. 111-139, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/amazonica.v6i1.1751>.

TOMASI, A. S. Grilagem de terras e violência agrária: criação e extinção de um projeto de reforma agrária no sul do Amazonas: relatório de trabalho. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE GOVERNANÇA DE TERRAS E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 4., 2018, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp. Instituto de Economia, 2018. p. 1-45. Disponível em: <https://governancadeterras.com.br/wp-content/uploads/2018/03/Andre%CC%81-Segura-Tomasi-PAF-Curuquete%CC%82-Grilagem-de-Terras-e-Viole%CC%82ncia-Agra%CC%81ria-SulAM-1.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

## Capítulo 2

# Caracterização e classificação de sistemas agroflorestais em Nova Califórnia, Rondônia

Déborah Verçoza da Silva  
Tadário Kamel de Oliveira  
Taysa Faltz Macedo  
Jersiane Berkembrock  
Gicarlos Souza de Lima

### Introdução

A agropecuária na Amazônia enfrenta o desafio de conciliar o aumento da produção e a redução dos impactos gerados por essas atividades sobre os recursos naturais. A redução da área de floresta é resultado, principalmente, de incêndios florestais, exploração madeireira e expansão da atividade agrícola e pecuária com mais intensidade a partir da década de 1970 (Arraes et al., 2012).

O uso de sistemas agrícolas diversificados como os sistemas agroflorestais (SAFs) é uma alternativa viável para a Amazônia, pois permite maior aproveitamento da área cultivada, reduz os riscos de práticas inadequadas de sistemas convencionais, por meio do plantio de várias espécies e variedades de culturas, visando à estabilização dos rendimentos a longo prazo (Altieri et al., 2012).

Nesse contexto, muitas comunidades agrícolas da Amazônia vêm investindo nos SAFs como alternativa para produção sustentável. Nessa perspectiva, o Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reca) foi criado em 1989, com o objetivo de conciliar a geração de renda com o reflorestamento das áreas desmatadas (Franke, 2005). Tendo a floresta como referência, os produtores

passaram a cultivar espécies perenes nativas combinadas em uma mesma unidade de área, formando SAFs multiestratificados. As espécies escolhidas inicialmente foram cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), pupunheira (*Bactris gasipaes*) e castanheira (*Bertholletia excelsa*) (Vasconcelos et al., 2016).

Atualmente no Projeto Reca, os consórcios estão em maior número que nos anos iniciais da década de 1990 (fase da implantação do projeto) e há uma variedade de combinações de espécies nas propriedades dos associados. Podem ser observadas modificações ou adaptações realizadas ao longo do tempo pelos produtores, demonstrando que esses sistemas são dinâmicos e os agricultores se interessaram e adotaram os SAFs porque compreenderam o processo produtivo, além de gerarem renda para a família.

A caracterização de modelos de consórcios contribui com a geração de informações acerca dos componentes preferenciais e quais produtos gerados são mais direcionados para o mercado. Entretanto, ainda são poucos os estudos que auxiliem os agricultores e técnicos, tanto em relação às questões de manejo e de densidade das espécies a serem utilizadas, quanto a informações que ajudem na escolha das melhores espécies para plantio nos SAFs.

Há carência de informações sistematizadas quanto à combinação de plantas e arranjos desses sistemas, que possam servir como referência para a comunidade, visando às novas áreas de plantio.

Além disso, considerando que os principais produtos beneficiados e comercializados pela agroindústria da associação são originados das espécies selecionadas no início do Projeto Reça, supõe-se que a associação cupuaçuzeiro, pupunheira e castanheira ainda é a principal combinação dos consórcios nas áreas. São necessários estudos que evidenciem a composição dos sistemas atuais, a fim de gerar informações que contribuam para o planejamento de novos plantios na área da tríplice fronteira dos estados do Acre, Amazonas e Rondônia e possam ser referenciais na região. Neste trabalho objetivou-se descrever os SAFs, os principais arranjos de espécies e classificar os consórcios agroflorestais localizados no ramal Baixa Verde, em propriedades relacionadas com o Projeto Reça.

## Localização, caracterização da área e método da pesquisa

O Projeto Reça, localizado na microrregião conhecida como Ponta do Abunã, no estado de Rondônia, é um dos grandes exemplos de uso de sistemas agroflorestais na agricultura familiar da Amazônia.

O padrão climático, com base na tipologia de Köppen adaptada por Martorano et al. (1993, 2017), confirma que há uma área com moderada estação seca. A área está regida por duas tipologias climáticas,  $Am_4$  (mais abrangente) e  $Aw_4$ , sendo a média anual entre 1.900 mm e 2.100 mm. Janeiro, fevereiro, março e dezembro são os meses mais pluviosos. Na estação seca (junho a

agosto) o volume de chuva não ultrapassa 60 mm. O clima é caracterizado também por altas temperaturas (média anual do ar em torno de 26,0 °C e 27,0 °C).

Os principais solos da região são Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Amarelos, Plintossolos, Gleissolos e Neossolos. São solos que apresentam restrições nas características químicas devido ao baixo nível de fertilidade natural, condicionada pelos baixos conteúdos de bases trocáveis e baixa capacidade de troca catiônica (Amaral et al., 2000).

Os associados do Projeto Reça estão organizados em dez grupos: Pioneiros I, II e III, Baixa Verde, Cascelho, Eletrônica, BR, Linha 05, Linha 06 e Linha 12. O grupo Baixa Verde, que também nomina a via secundária onde se localizam as propriedades, foi selecionado para realização deste estudo. Fez-se a seleção com base na produção total do Projeto Reça, em que o grupo Baixa Verde se destaca, de acordo com informações disponibilizadas pela associação (informação verbal)<sup>1</sup>. Portanto, o estudo foi realizado no ramal Baixa Verde, localizado no distrito de Nova Califórnia, extremo oeste de Porto Velho, RO, na divisa dos estados do Acre, Amazonas e Rondônia.

Os dados foram coletados no primeiro semestre de 2017. Inicialmente, identificaram-se os produtores com áreas de SAFs, os quais totalizaram 20 associados. Posteriormente, foi realizada coleta de dados por meio de entrevistas, com o preenchimento de um questionário com perguntas sobre a propriedade e os cultivos, além de visitas às áreas dos sistemas agroflorestais. Foram coletados dados referentes à área total da

<sup>1</sup> Notícia fornecida por Alessandro Queiroz dos Santos, diretor-presidente do Projeto Reça, em Nova Califórnia, RO, no período de 2016 a 2019.

propriedade, áreas destinadas à agricultura (SAF e monocultura), idade dos cultivos, além de informações sobre as culturas componentes. Todas as propriedades visitadas tiveram sua localização (coordenadas geográficas) registrada por meio de sistema de posicionamento global (GPS) (Figura 2.1). Adicionalmente, durante as visitas às áreas de plantio, foram realizados registros fotográficos e verificados os arranjos e espaçamentos entre as espécies.

As espécies observadas nos cultivos foram classificadas quanto a sua origem (nativa ou exótica), principais produtos explorados, além de se calcular para cada espécie a frequência

(F), a qual expressa a porcentagem de SAFs em que cada espécie ocorre. Obteve-se essa variável pela equação:

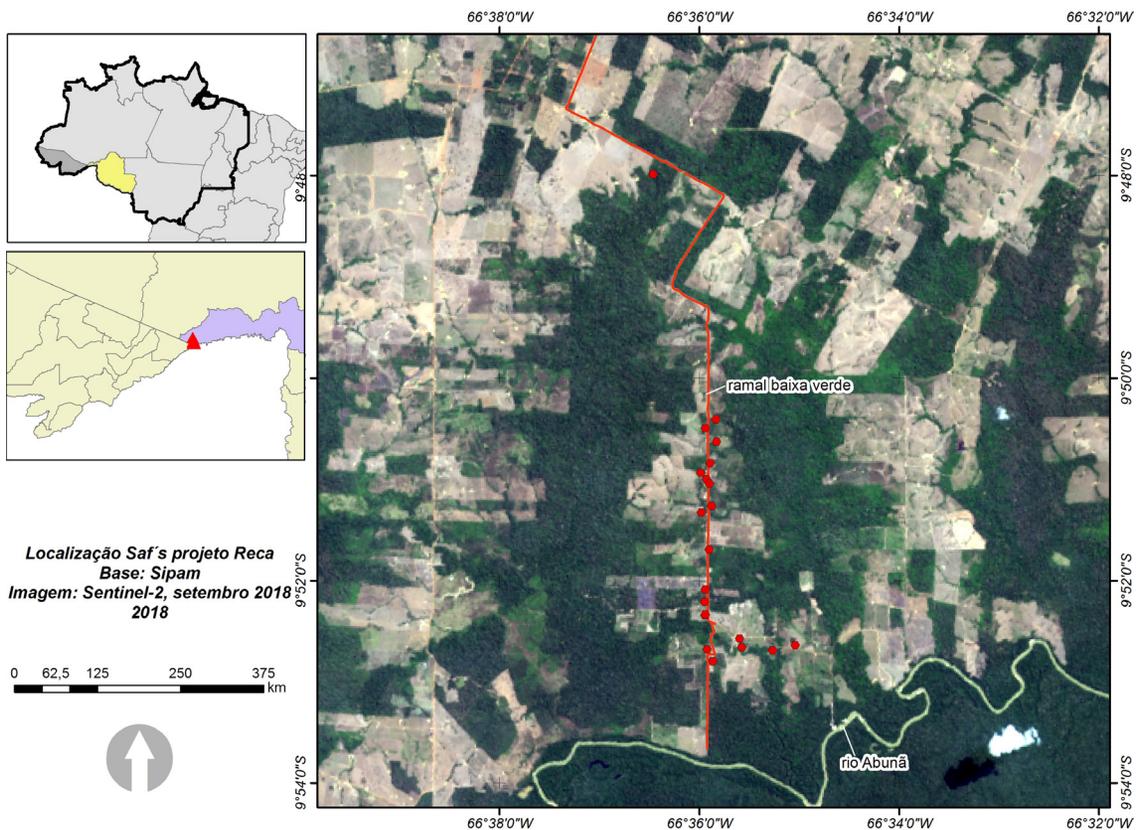
$$F = \frac{ne}{NT} \times 100$$

em que

F = frequência.

ne = número de vezes que a espécie foi encontrada.

NT = número total de SAFs observados.



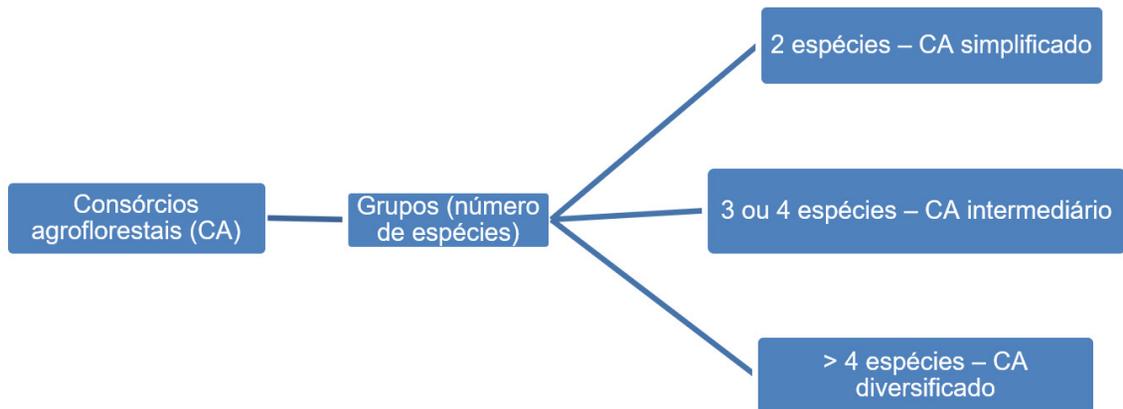
**Figura 2.1.** Mapa de localização das propriedades com sistemas agroflorestais avaliadas no ramal Baixa Verde, Nova Califórnia/Porto Velho, Rondônia.

Elaboração: Nilson Gomes Bardales.

Os sistemas agroflorestais também foram classificados quanto à idade de implantação dos consórcios. Considerando que o cupuaçuzeiro é o principal componente dos SAFs da região, a classificação da idade foi realizada conforme o comportamento produtivo dessa espécie, que estabiliza sua produção a partir de 7 anos (Araújo et al., 2007). Assim, foram formadas as classes: SAF jovem (até 6 anos),

SAF estabelecido (7 até 18 anos) e SAF maduro (acima de 18 anos).

De acordo com o número de espécies permanentes, os SAFs foram classificados como simplificado (duas espécies permanentes), intermediário (três ou quatro espécies permanentes) e diversificado (acima de quatro espécies permanentes) (Figura 2.2).



**Figura 2.2.** Método de classificação de consórcios agroflorestais por meio do número de espécies permanentes do sistema.

## Resultados

A maior parte dos produtores entrevistados (70%) possui lotes de terra com tamanhos variando de 45 ha a 104 ha, 20% abaixo de 45 ha e 10% de 105 ha a 200 ha (Tabela 2.1). O tamanho médio da maioria das propriedades do ramal Baixa Verde é de 73,8 ha, variando entre 5,0 ha e 191,0 ha. Sá et al. (2000) observaram média de área superior para as propriedades do Projeto Reça (91 ha). Franke (2005) também encontrou resultados superiores para o tamanho dos lotes, os quais variaram de 10 ha a 400 ha, com média de 82 ha. Uma tendência que ocorre na zona rural é a divisão dos lotes para transferência entre os membros da família, principalmente dos patriarcas aos filhos (Costa; Ralisch, 2013),

contribuindo para o aumento no número de lotes de menor tamanho. Essa tendência, possivelmente, foi a responsável pela diminuição dos lotes na região estudada.

O número médio de consórcios agroflorestais por propriedade varia de 2,5 a 3,5 sendo maior nas áreas de 45 ha a 104 ha. Nestas também foram observadas as maiores áreas de SAFs por propriedade (7,3 ha em média). Nos menores lotes a área média de SAFs foi 5,0 ha, e nos maiores lotes 3,3 ha, possivelmente pelo investimento em outros sistemas de produção (Tabela 2.1).

No ramal Baixa Verde os SAFs destacam-se quando comparados ao monocultivo, tanto em número quanto em área de cultivo (Tabela 2.2). Sistemas com cultivos perenes

podem oferecer uma opção mais rentável em uma área muito menor do que seria necessário para sistemas de produção extensivos (Barros et al., 2009), característica que contribuiu para adesão dos produtores.

No Projeto Reça, as áreas de SAFs variaram de 1,5 ha a 17,5 ha e a idade dos sistemas de 1 a 30 anos. Quanto às áreas de monocultivos, observou-se uma variação de 0,5 ha a 12,0 ha. Em áreas de produtores nipo-brasileiros em Tomé-Açu, PA, os monocultivos variavam de 0,3 ha a 45,8 ha (Barros et al., 2009). No entanto, diante da instabilidade e declínio dos monocultivos, agricultores familiares do município e de cidades vizinhas diversificaram seus plantios, implantando sistemas agroflorestais, em áreas de 1 ha a 8 ha, com idade entre 3 a 21 anos (Couto et al., 2013).

A maior área e maior número de SAFs permitem inferir que esse sistema tem apresentado resultados de desenvolvimento e produtividade que confirmam sua viabilidade para região.

Dentre as espécies cultivadas em monocultivo, a pupunheira é a de maior ocorrência (Tabela 2.3). Essas áreas são principalmente para a exploração do palmito. De acordo com Neves et al. (2007), o plantio da pupunheira para palmito deve ser realizado em áreas com bastante incidência solar. Entretanto, constatou-se também outra possibilidade, que é a introdução da pupunheira para palmito nos anos iniciais de implantação dos consórcios.

**Tabela 2.1.** Estratificação dos tamanhos de propriedades com sistemas agroflorestais (SAFs) no ramal Baixa Verde, Nova Califórnia/Porto Velho, Rondônia.

Estrato (ha)	Área média de SAFs (ha)	Produtor (%)	Tamanho médio da propriedade (ha)	Número médio de SAFs
5 a 44	5,0	20,0	12,8	3,25
45 a 104	7,3	70,0	73,8	3,5
105 a 200	3,3	10,0	185,5	2,5
Total		100,00		

**Tabela 2.2.** Número, quantidade média por agricultor, área total e área média por agricultor de sistemas agroflorestais (SAFs) e monocultivos em propriedades do ramal Baixa Verde, Nova Califórnia/Porto Velho, Rondônia.

Uso da terra	Nº total	Quantidade média por agricultor	Área total (ha)	Área média (ha) por agricultor
SAFs	67	3,3	128,0	6,4
Monocultivos	32	1,6	70,4	3,5

Quanto à idade dos SAFs, foi possível classificá-los em jovem, estabelecido e maduro (Tabela 2.4). A idade média foi de 11 anos, sendo o mais jovem com 1 ano e o sistema mais maduro com 27 anos (em 2017). Os SAFs mais antigos foram implantados em 1990. Nessa ocasião, os componentes

principais escolhidos pelos produtores foram cupuaçuzeiro, pupunheira e castanheira, em diferentes arranjos de plantio (Franke, 2005), tanto que mais de 94% dos SAFs maduros têm como cultura principal o cupuaçu.

**Tabela 2.3.** Espécies cultivadas em monocultivos em propriedades com sistemas agroflorestais de agricultores do ramal Baixa Verde, Nova Califórnia/Porto Velho, Rondônia.

Nome comum	Nome científico	M <sup>(1)</sup>	F (%)	Área total (ha)	Principal produto	Origem
Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i>	21	65,63	51,1	Semente, palmito	Nativa
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	7	21,88	12,5	Polpa, gordura vegetal, torta	Nativa
Café	<i>Coffea</i> sp.	2	6,25	4,5	Grãos	Exótica
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	1	3,13	0,3	Raízes, manivas	Nativa
Milho	<i>Zea mays</i>	1	3,13	2,0	Grãos	Exótica
Total		32	100,00	70,4		

<sup>(1)</sup> Monocultivo (M), frequência (F).

**Tabela 2.4.** Classificação quanto à idade dos sistemas agroflorestais (SAFs) de agricultores do ramal Baixa Verde do Projeto Reça, Porto Velho, Rondônia, 2017.

Classe (idade)	Idade média	Quantidade	Cultura principal			
			Cupuaçuzeiro	Pupunheira	Açaizeiro	Cafeeiro
SAF jovem (até 6 anos)	4	26	17	5	4	0
SAF estabelecido (7 até 18 anos)	11	25	9	13	1	2
SAF maduro (acima de 18 anos)	25	16	15	1	0	0
Total		67	41	19	5	2

Ao longo dos anos, o cupuaçuzeiro e a pupunheira se mantiveram como as espécies mais cultivadas nos SAFs estudados (Tabela 2.4), por serem fonte das principais matérias-primas para a agroindústria do Reça, tendo uma cadeia produtiva bem estruturada, além de apresentarem valor atrativo para a comercialização.

Na Tabela 2.4 observa-se que o açaizeiro teve ocorrência como cultura principal em quatro SAFs jovens (até 6 anos de idade) e em apenas um SAF intermediário. O crescimento do mercado de polpa do fruto de açaí tem contribuído para o aumento das áreas de plantio, uma vez que na região Norte a produção extrativista foi por muito tempo a principal forma de exploração dessa frutífera (Andrade Neto et al., 2011). A importância socioeconômica do açaizeiro decorre do seu potencial referente ao aproveitamento integral da matéria-prima e por estar associado à agricultura familiar (Mendonça; Del Bianchi, 2014). A crescente demanda pelo fruto do açaí refletiu na adição dessa cultura na implantação dos SAFs mais jovens.

Os consórcios com três ou quatro espécies foram os de maior ocorrência, com aproximadamente 50% dos sistemas avaliados, enquanto os SAFs simplificados (duas espécies) foram os de menor ocorrência (Figura 2.3). Os sistemas diversificados podem ser ampliados, a considerar a dinâmica de condução dos SAFs e a introdução de novas espécies de interesse nos consórcios intermediários. A diversidade de espécies existente em sistemas agroflorestais contribui para que esses consórcios tenham maior resiliência e sustentabilidade, influenciando diretamente o solo, quanto às suas características químicas (Carmo et al., 2014), físicas (Carvalho et al., 2004) e biológicas (Pezarico et al., 2013).

De acordo com a classificação proposta por Smith et al. (1998), os SAFs no Projeto Reça caracterizam-se como consórcios agroflorestais comerciais, ou seja, baixo número de espécies, incorporação mínima de regeneração natural, elevado número de componentes para fins de comercialização e maior uso de insumos e mão de obra. Dos 67 consórcios agroflorestais estudados, 83,5% possuem quatro ou mais espécies permanentes cultivadas (Figura 2.3).

De modo geral, a escolha das espécies para compor o SAF está relacionada, principalmente, ao mercado consumidor, investindo-se em produtos com alto potencial comercial, que possuam demanda e venda garantidas. No caso dos sócios do Reça, os cultivos são direcionados para culturas que a agroindústria da associação beneficia, influenciando diretamente no número de espécies dos SAFs. O cupuaçuzeiro (polpa e gordura vegetal) e a pupunheira (semente e palmito) são as culturas de maior importância na agroindústria do Projeto Reça (Franke, 2005). A combinação de espécies, cupuaçuzeiro, pupunheira e castanheira, selecionada para a implantação dos primeiros SAFs (1990), ainda é a mais encontrada (19,4%) nos consórcios estudados (Figuras 2.4 e 2.5).

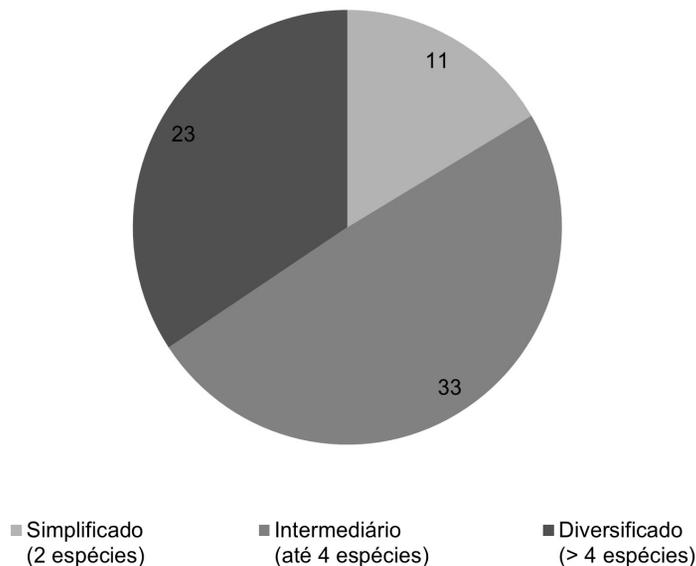
As espécies dos SAFs do Projeto Reça são selecionadas considerando a comercialização no mercado local, regional e nacional (cupuaçu, pupunha, castanha, açaí), as necessidades alimentares dos agricultores e o uso medicinal e madeireiro. No total, foram observadas 27 espécies vegetais distribuídas em 57 combinações distintas (Figuras 2.4 e 2.5). Assim como nos SAFs do grupo Baixa Verde, na região Amazônica os modelos silviagrícolas, com a associação de espécies florestais e árvores frutíferas, são os mais recorrentes (Vieira et al., 2007; Arco-Verde,

2008). Todos os SAFs estudados apresentam, no mínimo, uma espécie frutífera.

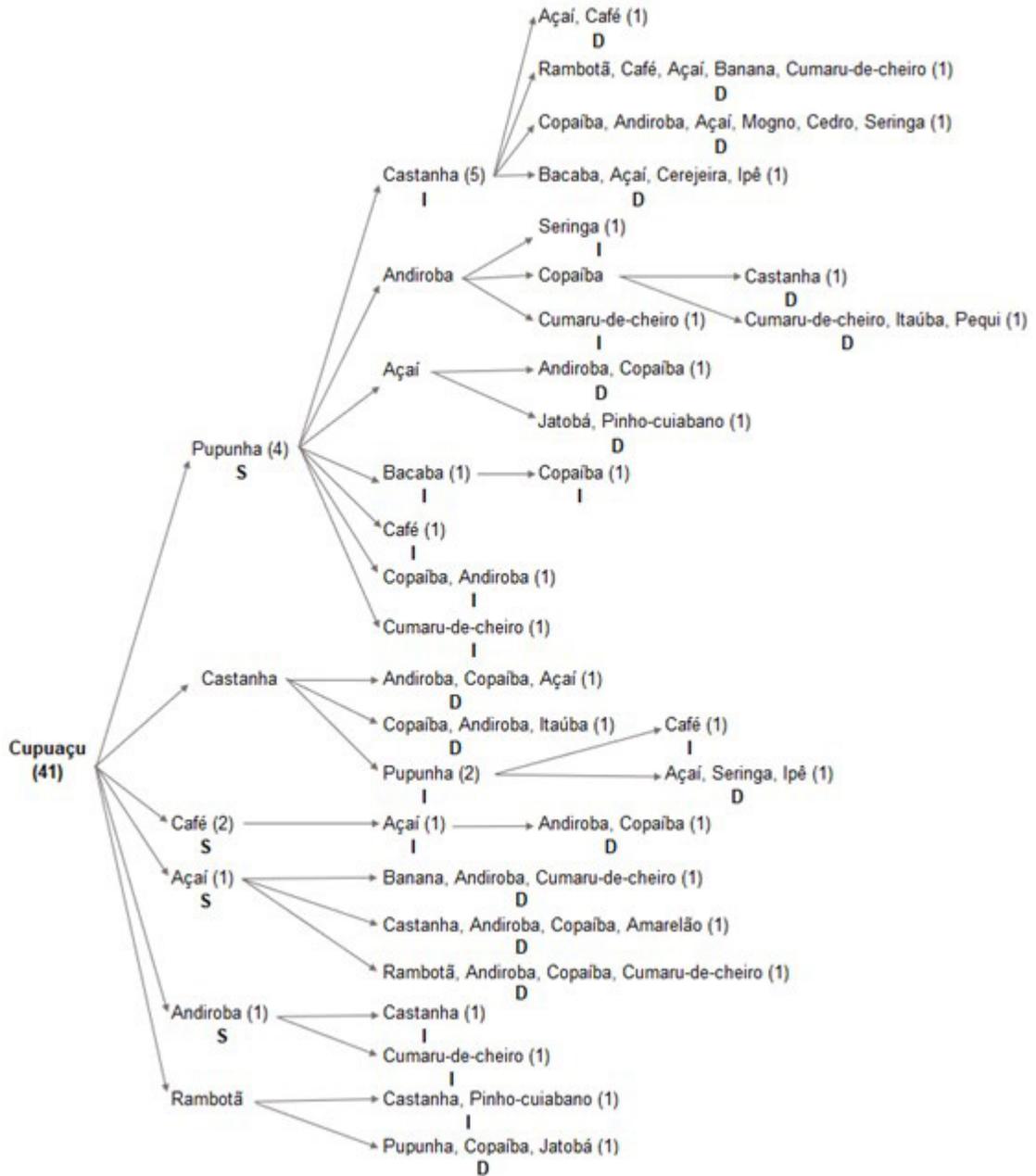
De modo geral, é importante que o consórcio agroflorestal tenha uma espécie que represente o componente econômico principal do sistema. Os modelos agroflorestais podem estar compostos por uma ou duas espécies com potencial econômico, devendo-se evitar um número grande. O maior número de componentes potenciais reduz a quantidade de indivíduos por espécie, influenciando a quantidade produzida (Arco-Verde, 2008), fazendo com que o produtor tenha um número reduzido de diferentes espécies para a comercialização. Vale ressaltar que considerando a agricultura de subsistência e a segurança alimentar, essa estratégia de maior diversificação de espécies pode ser adotada sem prejuízos, pois atende aos objetivos definidos para o sistema.

O cupuaçuzeiro é uma espécie importante na composição dos SAFs estudados, sendo o componente principal de 41 dos 67 SAFs avaliados (Figura 2.4). Segundo Arco-Verde (2008), diante do potencial cultural e econômico, o cupuaçuzeiro deve ser considerado prioritário para compor SAFs na região Amazônica. Além desses 41 SAFs, o cupuaçuzeiro também foi encontrado em mais seis consórcios como espécie secundária e em dois como a terceira espécie quanto ao nível de importância econômica para o produtor, totalizando 49 SAFs com a presença dessa cultura (Tabela 2.5).

Além do cupuaçuzeiro, outras três espécies, pupunheira, açaizeiro e cafeeiro, foram observadas como componente principal dos SAFs (Figura 2.5). A pupunheira está presente em 19 consórcios agroflorestais como componente principal, sendo explorada, sobretudo, para a produção de sementes.

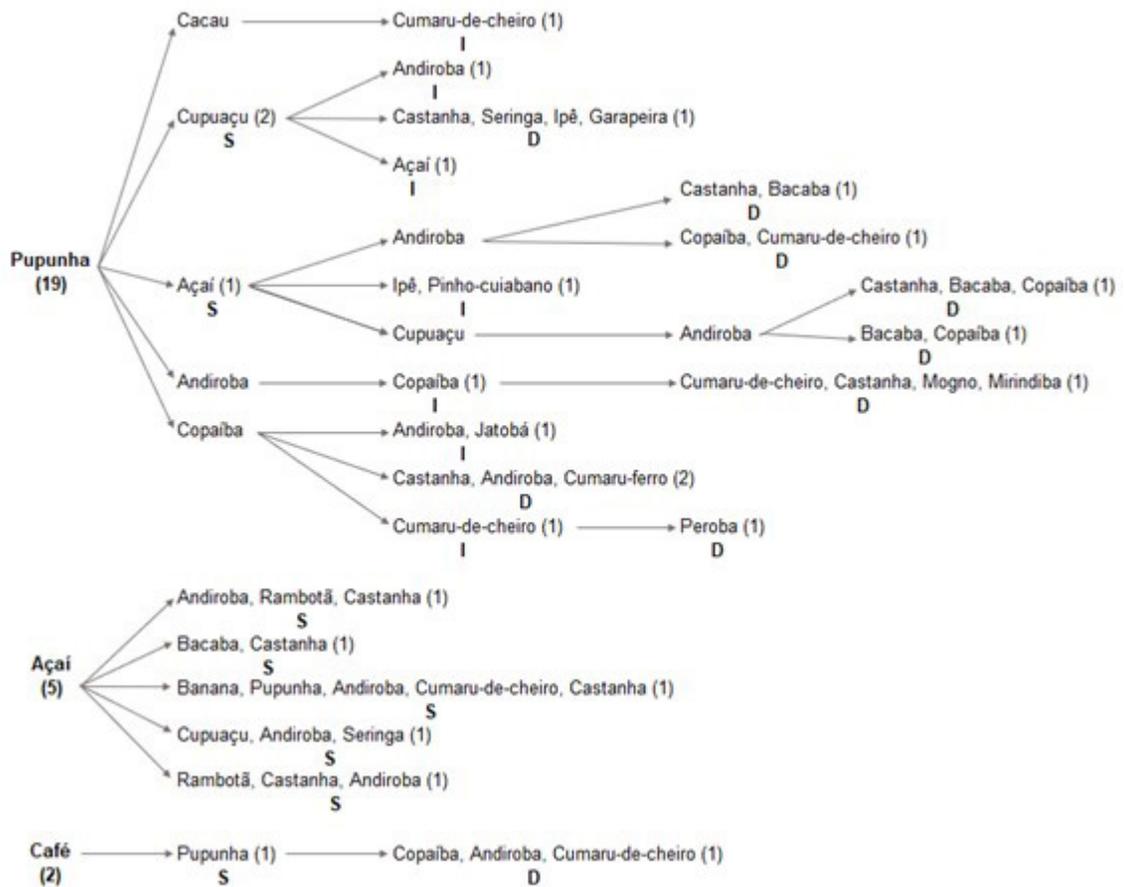


**Figura 2.3.** Quantidade de sistemas agroflorestais conforme a classificação por número de espécies permanentes em consórcios no ramal Baixa Verde, Nova Califórnia/Porto Velho, Rondônia.



S – simplificado (2 espécies permanentes)	I – intermediário (até 4 espécies permanentes)	D – diversificado (> 4 espécies permanentes)
--	---	---

**Figura 2.4.** Combinações de espécies nos sistemas agroflorestais (SAFs) nos quais o cupuaçuzeiro é o componente principal, em propriedades de agricultores do ramal Baixa Verde, Nova Califórnia/Porto Velho, Rondônia.



S – simplificado (2 espécies permanentes)	I – intermediário (até 4 espécies permanentes)	D – diversificado (> 4 espécies permanentes)
--	---	---

**Figura 2.5.** Combinações de espécies nos sistemas agroflorestais (SAFs) nos quais a pupunheira, o açaizeiro e o cafeeiro são os componentes principais, em propriedades de agricultores do ramal Baixa Verde, Nova Califórnia/Porto Velho, Rondônia.

A pupunheira foi encontrada em mais 32 sistemas agroflorestais, totalizando 51 ocorrências, sendo a espécie com maior frequência (76,12%) entre aquelas avaliadas (Tabela 2.5).

Em SAFs na região Amazônica, Brilhante et al. (2004) e Carvalho (2006) verificaram que as espécies frutíferas de maior ocorrên-

cia são cupuaçuzeiro, pupunheira, bananeira, castanheira e açaizeiro. Nos levantamentos do ramal Baixa Verde foi verificada similaridade, sendo a pupunheira (76,12%), cupuaçuzeiro (73,13%), andiroba (44,78%), castanheira (41,79%) e açaizeiro (38,81%) as espécies com maior frequência nos SAFs (Tabela 2.5).

**Tabela 2.5.** Frequência, principais produtos explorados e origem das espécies encontradas nos sistemas agroflorestais (SAFs) dos agricultores do ramal Baixa Verde, Nova Califórnia/Porto Velho, Rondônia.

Nome comum	Nome científico <sup>(1)</sup>	Nº de SAFs	Frequência (%)	Principal produto	Origem
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	49	73,13	Polpa, gordura vegetal, torta	Nativa
Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i>	51	76,12	Semente, palmito	Nativa
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	30	44,78	Óleo natural	Nativa
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i>	28	41,79	Semente, óleo natural	Nativa
Açaí	<i>Euterpe</i> sp.	26	38,81	Polpa	Nativa
Copaíba	<i>Copaifera</i> sp.	23	34,33	Óleo natural	Nativa
Cumaru-de-cheiro	<i>Dypterix</i> sp.	14	20,90	Óleo natural	Nativa
Café	<i>Coffea</i> sp.	8	11,94	Polpa	Exótica
Bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i>	7	10,45	Polpa	Nativa
Rambotã	<i>Nephelium lappaceum</i>	6	8,96	Fruto	Exótica
Banana	<i>Musa</i> sp.	5	7,46	Fruto	Exótica
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	5	7,46	Látex	Nativa
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus</i> sp.	4	5,97	Madeira	Nativa
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	3	4,48	Madeira, medicinal	Nativa
Pinho-cuiabano	<i>Schizolobium amazonicum</i>	3	4,48	Madeira	Nativa
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	2,99	Madeira	Nativa
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i>	2	2,99	Madeira	Nativa
Milho	<i>Zea mays</i>	2	2,99	Grãos	Exótica
Cumaru-ferro	<i>Dypterix odorata</i>	1	1,49	Madeira	Nativa
Amarelão	<i>Aspidosperma Vargasii</i>	1	1,49	Madeira	Nativa
Cerejeira	<i>Amburana acreana</i>	1	1,49	Madeira	Nativa

Continua...

**Tabela 2.5.** Continuação.

Nome comum	Nome científico <sup>(1)</sup>	Nº de SAFs	Frequência (%)	Principal produto	Origem
Peroba/cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	1	1,49	Madeira	Nativa
Garapeira	<i>Apouleia molaris</i>	1	1,49	Madeira	Nativa
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1	1,49	Madeira	Nativa
Mirindiba	<i>Trema micrantha</i>	1	1,49	Madeira	Nativa
Pequi	<i>Caryocar vilosum</i>	1	1,49	Fruto	Exótica
Cacau	<i>Theobroma cacao</i>	1	1,49	Fruto	Nativa

<sup>(1)</sup>Fonte: Araújo (2015); Reffora (2020).

As espécies madeireiras como andiroba (*Carapa guianensis*) e castanheira (*Bertholletia excelsa*) são cultivadas para exploração, principalmente, do óleo natural das sementes. Ambas são beneficiadas na agroindústria do Reca. Considerando o mercado atual e as possibilidades de uso, a andiroba é uma espécie com grande potencial de exploração madeireira e não madeireira na Amazônia (Almeida et al., 2012). Vieira et al. (2007) citam que no município de Igarapé-Açu, PA, a andiroba é uma das espécies madeireiras de interesse dos agricultores da região, com frequência nos SAFs (38,86%) inferior à encontrada no presente estudo (44,78%).

A castanheira é uma espécie de grande potencial em SAFs, utilizada há várias gerações como fonte de alimentação e renda (Costa et al., 2009), sendo comumente encontrada nos consórcios da região. Silva et al. (2009) citam que a castanheira está presente em 24% dos SAFs da Amazônia brasileira. Segundo esses autores, a presença da castanheira em sistemas diversificados contribui para uma elevada produção de matéria seca

na serapilheira e altos teores de nutrientes disponíveis para ciclagem. O desenvolvimento e crescimento dessa espécie florestal são melhores em ambientes diversificados, como os SAFs (Soares et al., 2009).

O componente florestal em SAF pode ser manejado e oferecer não apenas madeira, como também diversos produtos florestais não madeireiros (Almeida et al., 2012). Nos sistemas avaliados, as espécies florestais encontradas são cultivadas para ambas as finalidades: madeireira e não madeireira, embora a primeira com poucas ocorrências de uso.

Desde os primeiros sistemas implantados, produtores buscaram consorciar espécies nativas, considerando que são adaptadas às condições edafoclimáticas da região e têm maior chance de sobreviver e desenvolver. As plantas nativas ainda são as mais cultivadas nos SAFs do ramal Baixa Verde, representando 81,5% das espécies encontradas nos consórcios (Tabela 2.5). Vale ressaltar que as culturas exóticas têm

grande importância e sendo manejadas de forma adequada contribuem para aumentar os valores econômicos, ambientais e sociais dos sistemas (Jose, 2011).

Nos sistemas agroflorestais espécies com diferentes comportamentos, grupos ecológicos, necessidades e portes estão combinadas em uma mesma área. A fim de obter a máxima eficiência do consórcio é necessário o adequado planejamento desses sistemas. A determinação da densidade das plantas nos SAFs é um fator importante a ser considerado. Apesar da diferença de complexidade entre SAFs e monocultivos, a distribuição das plantas na área de plantio deve basear-se nos espaçamentos recomendados em monocultivos, aliados à experiência e bom senso do técnico (Lunz; Franke, 1998).

Na Tabela 2.6, são apresentados os espaçamentos para as espécies encontradas nos SAFs avaliados. Para a cultura do cupuaçuzeiro, o espaçamento de 7 m x 4 m (357 plantas por hectare) foi o de maior ocorrência. Essa densidade de plantas está de acordo com o que é recomendado para a cultura (Gondim et al., 2001; Alves, 2012).

A pupunheira é cultivada de duas formas distintas, para produção de fruto e de palmito. Para exploração de frutos são utilizados espaçamentos maiores, devido ao crescimento da touceira. São recomendadas, para monocultivo, densidades em torno de 400 plantas por hectare (Van Leeuwen, 2009; Farias Neto et al., 2013). Observa-se na Tabela 2.6 que a maior parte dos sistemas agroflorestais (88%) apresentou densidades menores, devido à necessidade de utilizar maiores espaçamentos em áreas de consórcios e evitar danos aos componentes presentes no SAF (Silva Junior; Cardoso, 2006). O mesmo

ocorre com as pupunheiras cultivadas para exploração de palmito, sendo utilizadas em monocultivo com densidade de 5 mil plantas por hectare, número significativamente superior às áreas de consórcio.

Para a espécie castanheira, Costa et al. (2009) recomendam o espaçamento de 12 m x 12 m (69 plantas por hectare), para formação de SAFs e reabilitação de áreas abandonadas e degradadas. No ramal Baixa Verde, observou-se considerável variação de densidades, com 17 plantas por hectare a 139 plantas por hectare.

Em cultivos consorciados com açaizeiro, Bentes-Gama et al. (2005) indicam a densidade de 278 plantas por hectare (6 m x 6 m). Os agricultores do ramal Baixa Verde utilizam densidades de 179 plantas por hectare até 833 plantas por hectare. De modo geral, os produtores aumentam a densidade de uma cultura em relação à outra de acordo com seu interesse e aptidão de cultivo.

Algumas plantas, principalmente as arbóreas de maior porte, estão presentes nos SAFs sem espaçamento definido (aleatório). A regeneração natural de espécies é um dos fatores que contribui para esse arranjo nos sistemas, uma vez que os produtores fazem a seleção e manejo das espécies de interesse. Outro fator é o plantio de espécies novas em sistemas já formados, aproveitando os espaços disponíveis, sem obedecer a um espaçamento específico.

**Tabela 2.6.** Espaçamentos por espécie utilizados nos sistemas agroflorestais (SAFs) em propriedades de agricultores do ramal Baixa Verde, Nova Califórnia/Porto Velho, Rondônia.

Cultura	Espaçamento (m x m)	Nº de plantas/ha	Nº de SAFs
Cupuaçu	7 x 4	357	20
	6 x 4	417	13
	5 x 4	500	4
	(3 x 4); (6 x 5)	833; 333	3
	7 x 5	286	2
	(4 x 4); (6 x 3); (7 x 7)	625; 556; 204	1
Pupunha (fruto)	(6 x 4); (7 x 4); (28 x 8)	417; 357; 45	3
	(7 x 6); (10 x 10); (12 x 12)	238; 100; 69	2
	(28 x 12); (21 x 8); (21 x 4); (20 x 8); (18 x 12); (15 x 7); (15 x 5); (14 x 20); (6 x 5); (6 x 6); (7 x 7); (7 x 8); (10 x 6); (9 x 4] x 12); (3 x 4); (4 x 4); (4 x 8); (4 x 10); (5 x 4)	30; 60; 119; 63; 46; 95; 133; 36; 333; 278; 204; 179; 167; 208; 833; 625; 313; 250; 500	1
Pupunha (palmito)	3 x 1	3.333	4
	6 x 1	1.667	3
	([1 x 1] x 4); (2 x 1); (2,8 x 1); (3 x 1,5); (4 x 1)	2.000; 5.000; 3.571; 2.222; 2.500	1
Castanheira	28 x 12	30	4
	Aleatório	-	2
	([9 x 4] x 12); (12 x 12); (14 x 12); (15 x 8); (21 x 12); (21 x 28); (28 x 8)	139; 69; 60; 83; 40; 17; 45	1
Açaí	7 x 4	357	4
	(4 x 4); (6 x 4)	625; 417	2
	(3 x 4); (3 x 6); (3,5 x 4); (5 x 3); (5 x 5); (5 x 10); (5,6 x 4); (6 x 6); (7 x 2); (7 x 5); (7 x 8); aleatório	833; 556; 714; 667; 400; 200; 446; 278; 714; 286; 179	1

Continua...

**Tabela 2.6.** Continuação.

Cultura	Espaçamento (m x m)	Nº de plantas/ha	Nº de SAFs
Andiroba	Aleatório	-	6
	(15 x 8); (24 x 12)	83; 35	2
	(3 x 6); (3 x 10); (4 x 10); (7 x 1); (7 x 6); (7 x 16); (12 x 6); (14 x 20); (16,8 x 14); (21 x 16)	556; 333; 250; 1.429; 238; 89; 139; 36; 43; 30	1
Copaíba	Aleatório	-	6
	(15 x 8); (24 x 12)	83; 35	2
	(3 x 10); (4 x 10); (12 x 6); (12 x 10); (12 x 12); (14 x 20); (16,8 x 14)	333; 250; 139; 83; 69; 36; 43	1
Cumaru-de- -cheiro	Aleatório	-	4
	12 x 12	69	2
	(3 x 6); (4 x 10); (7 x 16); (15 x 8); (16,8 x 14); (20 x 8); (21 x 16)	556; 250; 89; 83; 43; 63; 30	1
Café	3 x 2	1.667	2
	(4 x 2); (6 x 1,5); (7 x 2)	1.250; 1.111; 714	1
Banana	7 x 4	357	2
	(5 x 5); (7 x 8)	400; 179	1
Rambotã	Aleatório	-	2
	(6 x 3); (6 x 5)	556; 333	1
Bacaba	Aleatório	-	1
	12 x 4	208	1
Ipê	(3 x 10); (14 x 20)	333; 36	1
	Aleatório	-	2
Jatobá	Aleatório	-	2
	12 x 10	83	1
Seringueira	3 x 10	333	1

Continua...

**Tabela 2.6.** Continuação.

Cultura	Espaçamento (m x m)	Nº de plantas/ha	Nº de SAFs
Cacau	12 x 3	278	1
Cumaru-ferro	12 x 6	139	1
Itaúba	15 x 8	83	2
Mogno	4 x 10	250	1
Peroba	7 x 12	119	1
Pequi	15 x 8	83	1
Amarelão	Aleatório	-	1
Cerejeira	Aleatório	-	1
Cedro	Aleatório	-	1
Garapeira	Aleatório	-	1
Pinho- -cuiabano	Aleatório	-	1
Mirindiba	Aleatório	-	1

## Considerações finais

Os sistemas agroflorestais são indicados como alternativa viável para agricultura na Amazônia por serem capazes de conciliar produção e conservação ambiental.

As propriedades relacionadas ao Reca, no ramal Baixa Verde (Nova Califórnia/Porto Velho, RO), são caracterizadas como agricultura familiar e 76% dos modelos de SAFs têm idade até 18 anos. A maior parte (49%) é classificada como consórcio agroflorestal intermediário, por possuir três ou quatro espécies permanentes combinadas.

Existe grande diversidade de modelos de SAFs no ramal Baixa Verde, os quais contemplam 27 espécies combinadas em 57 arranjos

diferentes. Os componentes de maior ocorrência nos consórcios agroflorestais do ramal Baixa Verde são as espécies de cupuaçu, pupunha, andiroba, castanheira, açaí e copaíba, que proporcionam maior diversidade ecológica que monocultivos e recomposição da paisagem florestal nas propriedades.

## Referências

- ALMEIDA, L. S.; GAMA, J. R. V.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, J. O. P.; GONÇALVES, D. C. M.; ARAÚJO, G. C. Fitossociologia e uso múltiplo de espécies arbóreas em floresta manejada, Comunidade Santo Antônio, município de Santarém, Estado do Pará. *Acta Amazonica*, v. 42, n. 2, p. 185-194, 2012.
- ALTIERI, M. A.; FUNES-MONZOTE, F. R.; PETERSEN, P. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 32, n. 1, p. 1-13, Jan. 2012.

ALVES, R. M. **Implantação de um pomar de cupuaçuzeiro com a cultivar BRS Carimbó**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 42 p.

AMARAL, E. F.; MELO, A. W. F.; OLIVEIRA, T. K. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos da região de inserção do Projeto Reça, estados de Rondônia, Acre e Amazonas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 40 p. (Embrapa Acre. Boletim de pesquisa, 27). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/498493>. Acesso em: 15 maio 2021.

ANDRADE NETO, R. C.; NEGREIROS, J. R. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; CAVALCANTE, M. J. B.; ALÉCIO, M. R.; SANTOS, R. S. **Diagnóstico da potencialidade da fruticultura no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2011. 38 p. (Embrapa Acre. Documentos, 125). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1005182>. Acesso em: 15 maio 2021.

ARAÚJO, A. C.; RAMOS, J. V.; FRAIFE FILHO, G. A.; ARAÚJO, L. V.; MIDLEJ, R. R. A cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) como alternativa de diversificação da região produtora de cacau da Bahia: um estudo de viabilidade financeira. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. **Conhecimento para a agricultura do futuro**: anais. Brasília, DF: SOBER, 2007.

ARAÚJO, H. J. B. **Acervo arbóreo madeireiro das áreas sob manejo florestal comunitário do Projeto de Colonização Pedro Peixoto**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2015. 49 p. (Embrapa Acre. Documentos, 139). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1037344>. Acesso em: 10 maio 2021.

ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Brasileira**. 2008. 209 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ARRAES, R. A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 1, p. 119-140, mar. 2012.

BARROS, A. V. L.; HOMMA, A. K. O.; TAKAMATSU, J. A.; TAKAMATSU, T.; KONAGANO, M. Evolução e percepção dos sistemas agroflorestais desenvolvidos pelos agricultores nipo-brasileiros do município de Tomé-Açu, estado do Pará. **Amazônia**: Ciência & Desenvolvimento, v. 5, n. 9, jul./dez. 2009.

BENTES-GAMA, M. M.; RIBEIRO, G. D.; FERNANDES, C. F.; MEDEIROS, I. M. **Açaí** (*Euterpe* spp.): características, formação de mudas e plantio para a produção de frutos. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2005. 6 p. (Embrapa Rondônia. Circular técnica, 80). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/859446>. Acesso em: 20 maio 2021.

BRILHANTE, M. O.; RODRIGUES, F. Q.; BRILHANTE, N. A.; PENEREIRO, F. M.; LUDEWIGS, T.; FLORES, A. L.; SOUZA, J. F. Avaliação da sustentabilidade de sistemas agroflorestais no Vale do Juruá, Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **SAFs**: desenvolvimento com proteção ambiental: anais. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. p. 392-394. (Embrapa Florestas. Documentos, 98).

CARMO, D. L.; NANNETTI, D. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; LACERDA, T. M.; NANNETTI, A. N. Chemical and physical attributes of a latosol and coffee crop nutrition in agroforestry and conventional management systems. **Coffee Science**, v. 9, n. 1, p. 122-131, 2014.

CARVALHO, J. E. U. de. Utilização de espécies frutíferas em Sistemas Agroflorestais na Amazônia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F. de; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (ed.). **Sistemas agroflorestais**: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 169-176.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1153-1155, nov. 2004.

COSTA, J. R.; CASTRO, A. B. C.; WANDELLI, E. V.; CORAL, S. C. T.; SOUZA, S. A. G. Aspectos silviculturais da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 843-850, 2009.

COSTA, F. L. M.; RALISCH, R. A juventude rural do assentamento Florestan Fernandes no município de Florestópolis (PR). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 3, p. 415-432, jul./set. 2013.

COUTO, M. C. M.; KATO, O. R.; SANTANA, A. C. A evolução agrícola na comunidade Santa Luzia, município de Tomé-Açu - PA: do monocultivo à diversificação da produção em Sistemas Agroflorestais. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, nov. 2013. Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia.

FARIAS NETO, J. T.; CLEMENT, C. R.; RESENDE, M. D. V. Estimativas de parâmetros genéticos e ganho de seleção para produção de frutos em progênies de polinização aberta de pupunheira no Estado do Pará, Brasil. **Bragantia**, v. 72, n. 2, p. 122-126, jun. 2013.

FRANKE, I. L. **A aprendizagem tecnológica e organizacional na performance do sistema produtivo e institucional do Reça**. 2005. 200 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

GONDIM, T. M. S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. J. B.; SOUZA, J. M. L. **Aspectos da produção do cupuaçu**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 43 p. (Embrapa Acre. Documentos, 67). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/498481>. Acesso em: 15 maio 2021.

JOSE, S. Managing native and non-native plants in agroforestry systems. **Agroforest Systems**, v. 83, n. 2, p. 101-105, Oct. 2011.

LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. **Princípios gerais e planejamento de sistemas agroflorestais**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 1998. 27 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 22). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/492858>. Acesso em: 2 jun. 2021.

MARTORANO, L. G.; NECHET, D.; PEREIRA, L. C. Tipologia climática do Estado do Pará: adaptação do método de Köppen. **Boletim de Geografia Teórica**, v. 23, n. 45-46, p. 307-312, 1993.

MARTORANO, L. G.; VITORINO, M. I.; SILVA, B. P. P. C.; MORAES, J. R. da S. C.; LISBOA, L. S.; SOTTA, E. D.; REICHARDT, K. Climate conditions in the Eastern Amazon: rainfall variability in Belem and indicative of soil water deficit. **African Journal Agricultural Research**, v. 12, n. 21, p. 1801-1810, May 2017.

MENDONÇA, V. C. M.; DEL BIANCHI, V. L. Agronegócio do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) no município de Pinheiro-MA. **Revista Sodebras**, v. 9, n. 100, p. 62-65, abr. 2014.

NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. F.; RODIGHERI, H. R.; CORRÊA JÚNIOR, C.; BELLETTINI, S.; TESSMANN, D. J. **Cultivo da pupunheira para palmito nas regiões Sudeste e Sul do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 9 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 143). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/312909>. Acesso em: 15 maio 2021.

PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013.

REFLORA. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 2 maio 2021.

SÁ, C. P.; SANTOS, J. C.; MUNIZ, P. S. B.; LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. Aspectos socioeconômicos do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA) em Rondônia, Brasil. In: CONGRESSO MUNDIAL DE SOCIOLOGIA RURAL, 10.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Campinas: Unicamp; Brasília, DF: SOBER, 2000. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/503009>. Acesso em: 15 maio 2021.

SILVA JUNIOR, J. P.; CARDOSO, E. J. B. N. Micorriza arbuscular em cupuaçu e pupunha cultivados em sistema agroflorestal e em monocultivo na Amazônia Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 819-825, maio 2006.

SILVA, P. T. E.; BRIENZA JUNIOR, S.; VALE, R. S.; BARROS, P. L. C.; CASTILHO, N. T. F. Potencial de utilização da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em sistemas em sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. **Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis**: anais. Luziânia: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais; Brasília, DF: EMATER-DF: Embrapa, 2009. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/657616>. Acesso em: 15 maio 2021.

SMITH, N. J.; DUBOIS, J.; CURRENT, D.; LUTZ, E.; CLEMENT, C. **Experiências agroflorestais na Amazônia Brasileira**: restrições e oportunidades. Brasília, DF: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, 1998. 146 p.

SOARES, J. E. C.; LEEUWEN, J.; GOMES, J. B. M. O desenvolvimento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em plantios agroflorestais no município de Manacapuru, Amazonas, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. **Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis**: anais. Luziânia: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, Brasília, DF: EMATER-DF: Embrapa, 2009.

VAN LEEUWEN, J. O melhoramento participativo de espécies agroflorestais: uma proposta para a pupunheira (*Bactris gasipaes*) para a produção de fruto. In: PORRO, R. (ed.) **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 805-825.

VASCONCELOS, A. I. T.; GARCIA, E. A. R.; FURTADO, C. F. C.; CABRAL, J. E. O. As dimensões da sustentabilidade dos Sistemas Agroflorestais – SAFs: um estudo no Projeto de Reflorestamento Consorciado e Adensado – RECA, Ponta do Abunã – RO. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, p. 73-93, 2016.

VIEIRA, T. A.; ROSA, L. S.; VASCONCELOS, P. C. S.; SANTOS, M. M.; MODESTO, R. S. Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: caracterização florística, implantação e manejo. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, p. 549-558, 2007.

## Capítulo 3

# Interações em consórcios agroflorestais com ênfase no cupuaçuzeiro

Tadário Kamel de Oliveira  
Déborah Verçoza da Silva  
Daniela Popim Miqueloni  
Geisy Cavalcante Silva

### Introdução

A imagem do Brasil em relação às questões ambientais e sua contribuição com o combate às mudanças do clima podem ser beneficiadas, por meio da ampliação da área plantada com sistemas agroflorestais (SAFs) na região amazônica, e impactar de forma positiva, desde a agricultura familiar ao agronegócio no País. Assim sendo, a demanda por resultados de pesquisas e recomendações técnicas é cada vez mais crescente e necessária nos dias atuais.

A insustentabilidade da agricultura itinerante na Amazônia, associada às restrições aos desmatamentos e queimadas, e a crescente demanda por alimentos têm estimulado a busca por alternativas que permitam a manutenção e/ou melhoria da qualidade do solo e do ambiente, proporcionando maior sustentabilidade e incrementos na produtividade das culturas. Para isso, é indispensável o uso de tecnologias que aumentem a produtividade em áreas agrícolas e/ou recuperem áreas alteradas, a fim de evitar a expansão do desflorestamento e o uso do fogo.

A diversificação de espécies proposta nos SAFs possibilita interações entre os componentes e, associada à melhoria nas características químicas, físicas e biológicas dos solos, reflete

diretamente no crescimento e produtividade do sistema.

Sob a abordagem da pesquisa experimental, é desafiador realizar estudos em SAFs por métodos clássicos, muitas vezes de difícil aplicação, atendendo os critérios exigidos pelo método científico proposto. Devido à complexidade das interações nos consórcios e à influência de diversos fatores, nem sempre é possível estabelecer em campo os esquemas consolidados da estatística experimental, sejam os delineamentos em blocos casualizados ou os esquemas em fatorial ou parcelas subdivididas, aos quais se recorre sempre que possível. Para o componente solo, a geoestatística se apresenta como um método bastante adequado aos estudos de variabilidade espacial de atributos e oferece clara possibilidade para detectar as influências e interações dos componentes em relação ao solo (Vieira, 2000; Vieira et al., 2002; Grego; Vieira, 2005; Oliveira et al., 2013; Arzeno et al., 2014; Correia et al., 2014; Bernardi et al., 2017; Carvalho et al., 2017; Silva et al., 2018).

A complexidade dos sistemas integrados implica em uma concepção de pesquisa que considere tanto os efeitos dos componentes individualmente quanto de suas interações. Exatamente nesse aspecto o componente arbóreo surge como elemento modificador

dos sistemas tradicionais ou convencionais e, até o momento, ainda são presentes lacunas sobre vários aspectos.

A pesquisa nos sistemas integrados, em geral, deve abordar estudos das interações entre os componentes, considerar longa duração das investigações e ter natureza multidisciplinar (Salton et al., 2011). Outras abordagens sugeridas aos estudos em SAFs são: a sistematização das informações por meio de protocolos mínimos de avaliação; padronização das metodologias adotadas; e execução em áreas de produtores, o que permite integrar geração, validação e transferência de tecnologias.

Uma ação primordial é a identificação de sistemas de sucesso: sistematizar o conhecimento, adaptar tecnologias e validar os casos de êxito em sistema agroflorestais na Amazônia. O Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reca)<sup>1</sup> é um dos grandes exemplos de sucesso na implantação e estabelecimento de SAFs nessa região. Atualmente, conta com mais de mil hectares de sistemas agroflorestais, tratados sob a ótica produtiva e econômica, e os aspectos ambientais vêm de forma agregada, o que é típico de sistemas integrados, como os consórcios agroflorestais.

A implantação de sistemas agroflorestais por produtores do Reca teve início nos anos de 1989 e 1990. O modelo inicial foi composto por cupuaçuzeiro, pupunheira e castanheira (Lunz; Melo, 1998; Sá et al., 2000).

Ao analisar 25 anos de pesquisa sobre sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira, Brienza Júnior et al. (2009) observaram que o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum) está presente em

42% dos estudos publicados, seguido da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.) com 33% e da castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) com 32%. Conforme mencionado no capítulo Caracterização e Classificação de Sistemas Agroflorestais em Nova Califórnia, Rondônia, outros autores também indicaram essas frutíferas como as de maior ocorrência em SAFs na região. No ramal Baixa Verde, uma das vias secundárias de acesso às áreas de produtores do Reca, as espécies de maior frequência nos consórcios são, nesta ordem: pupunheira, cupuaçuzeiro, andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), castanheira, açazeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) e copaíba (*Copaifera* sp.) (Silva, 2018).

A importância do cupuaçuzeiro e pupunheira para o Reca vai além da ocorrência nos consórcios.

Em 2021, os sistemas agroflorestais do Reca produziram mais de 1,8 milhão de quilos de fruto (recebidos na fábrica), o que gerou mais de 500 toneladas de polpa. A estimativa da produção de “manteiga” (gordura vegetal) de cupuaçu foi de 60 toneladas. E quanto ao palmito, esse foi um ano de baixa produção, 27 toneladas de palmito envazado (aproximadamente 160 mil hastes processadas na agroindústria), em comparação com safras passadas, quando já se alcançou produção de 90 toneladas de palmito envazado (Fábio Vailatti, vice-diretor presidente do Reca em 2021).

Diante da diversidade de modelos, número de espécies e interações, visando à investigação dos fatores de forma a gerar resultados confiáveis, os consórcios com número reduzido de espécies se apresentam, a princípio, mais adequados, especialmente aqueles com cupuaçuzeiro e pupunheira, dada sua representatividade nos sistemas agroflorestais do Projeto Reca. As interações estão associadas não apenas ao componente, mas também à sua localização espacial em relação aos demais. Porém, comumente os

<sup>1</sup> Disponível em: [www.projettoreca.com.br](http://www.projettoreca.com.br).

métodos clássicos de avaliação dos consórcios agroflorestais não consideram a espacialidade das interações e sim os valores médios como referência.

De acordo com a espécie, tipo de sistema radicular, arquitetura e tamanho de copa, as plantas consorciadas com o cupuaçuzeiro irão afetar seu crescimento e desenvolvimento, seja devido ao nível de sombreamento ou pela competição por outros recursos, como nutrientes e água. Diversos autores (Rao et al., 1997; Schroth et al., 2001) indicaram ações importantes nos estudos das interações biofísicas em SAFs: a) explorar a diversidade que existe dentro e entre espécies de árvores; b) analisar padrões temporais e espaciais da disponibilidade de água e nutrientes dentro de um sistema; c) avaliar formas de estabelecimento e arranjos de plantio; d) melhorar a compreensão de interações no solo; e) avaliar as implicações ambientais dos SAFs; e f) “desenvolver e validar práticas de manejo dos componentes agroflorestais para a máxima complementaridade do uso dos recursos no espaço e no tempo, visando à maximização dos benefícios”.

Este capítulo objetivou apresentar resultados de pesquisas realizadas em consórcios agroflorestais com ênfase no cupuaçuzeiro, as quais destacam as interações com o solo, a luminosidade e as interações entre os componentes dos sistemas, sejam árvores ou espécies de palmáceas. As informações sobre as interações entre as espécies e destas com o solo permitem gerar recomendações técnicas práticas e consistentes para planejamento, implantação e manejo adequados de consórcios agroflorestais.

## Descrição dos sistemas analisados

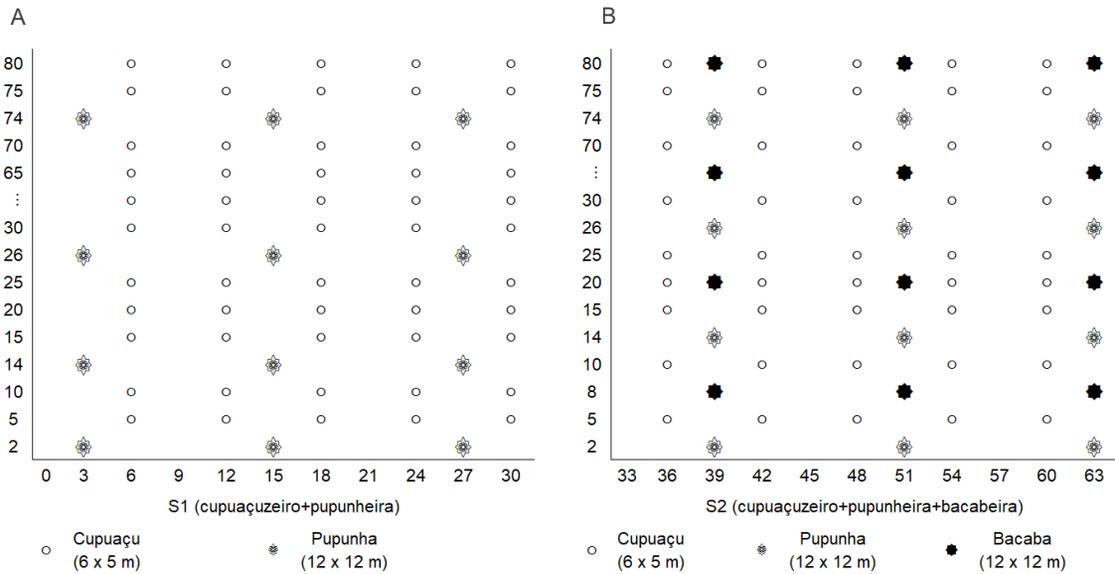
Os consórcios agroflorestais implantados em 2006 foram avaliados aos 11 anos de idade (Figura 3.1). O estudo foi realizado em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico plíntico, em dois consórcios: S1 – com as espécies cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) e pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth); e S2 – com cupuaçuzeiro, pupunheira e bacabeira (*Oenocarpus mapora* H. Karsten) no arranjo. O espaçamento utilizado e número de plantas por hectare foram: cupuaçuzeiro 6 m x 5 m, com 333 plantas por hectare; pupunheira 12 m x 12 m, com 69 plantas por hectare; bacabeira 12 m x 12 m, com 69 plantas por hectare (Figura 3.2). Considerando a heterogeneidade dos indivíduos nos SAFs, observou-se que dentro dos sistemas havia diferença quanto ao tamanho das copas das pupunheiras e bacabeiras. Diante disso, fez-se uma caracterização das áreas de copa nos consórcios e do crescimento das palmáceas e estabeleceram-se quadrantes distintos de acordo com tal diferença (Tabela 3.1).

Antes da implantação dos SAFs o tipo de uso da terra era pastagem mais capoeira. Para o plantio das espécies consorciadas foram realizados o preparo da área para limpeza do terreno, por meio de destoca com trator, gradagem, catação de raízes e posterior nivelamento com grade. Não foi realizada correção ou fertilização do solo.

Foto: Tadário Kamel de Oliveira



**Figura 3.1.** Consórcio cupuaçuzeiro x pupunheira, aos 11 anos de idade, no distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia.



**Figura 3.2.** Representação do arranjo espacial de consórcios agroflorestais com cupuaçuzeiro e pupunheira (A) e cupuaçuzeiro, pupunheira e bacabeira (B) no Projeto Reça, distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia.

**Tabela 3.1.** Caracterização dos consórcios agroflorestais com diferentes áreas de cobertura de copa no ramal Baixa Verde, distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia.

Consórcio	Cobertura de copa <sup>(1)</sup>	
	20%	20%–45%
Cupuaçuzeiro + pupunheira: S1	S1A1	S1A2
Cupuaçuzeiro + pupunheira + bacabeira: S2	S2A1	S2A2

<sup>(1)</sup> Área de copa das palmáceas com 20% de cobertura (A1), área de copa das palmáceas de 20%–45% de cobertura (A2).

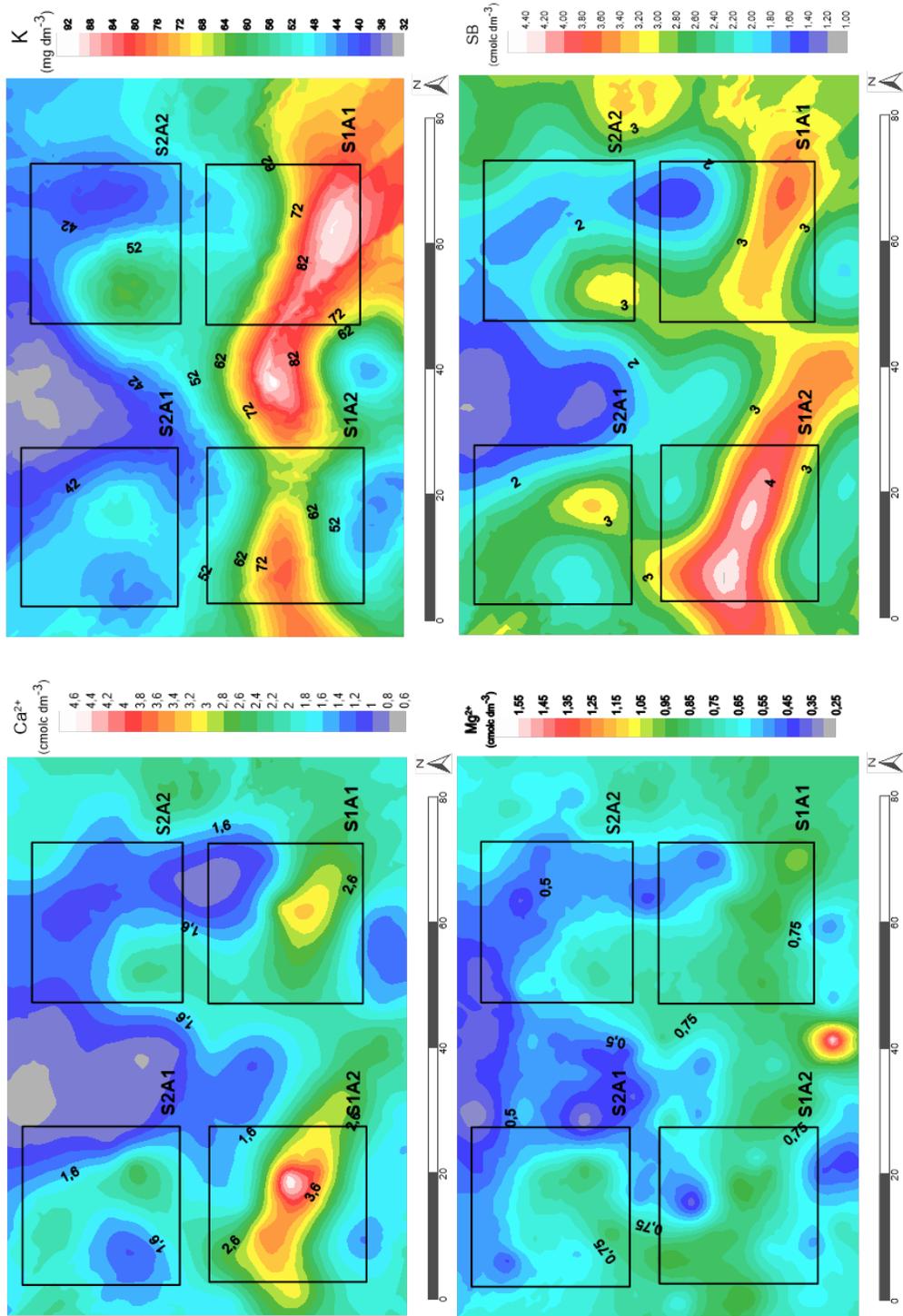
Desde a implantação, as atividades de manejo realizadas nos consórcios foram: poda de manutenção, uma vez por ano; poda de limpeza, para remoção de partes das plantas com sintomas da doença vassoura de bruxa (*Crinipellis pernicioso*); e catação manual de frutos com sintomas de ataque da broca dos frutos (*Conotrachellus humeropictus*). Foram realizadas avaliações dos atributos químicos e teor de argila do solo (0 cm–20 cm de profundidade) e luminosidade dos consórcios agroflorestais. O cupuaçuzeiro como espécie principal do sistema também foi avaliado quanto à produção de frutos.

## Variações de atributos do solo nos consórcios

As análises de variabilidade espacial de atributos do solo por meio de geoestatística e por análises de variância comprovaram a interação significativa entre os consórcios de cupuaçuzeiro com pupunheira e bacabeira e entre as áreas de copa (Figura 3.3). Os atributos do solo foram bastante influenciados pela inserção de mais uma palmácea no sistema, nesse caso a bacabeira. Os teores das bases ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ), capacidade de troca de cátions (CTC) e matéria orgânica (MO) foram superiores no sistema com duas espécies (cupuaçuzeiro x pupunheira) (Tabela 3.2).

Os valores observados para  $\text{Ca}^{2+}$  variaram entre  $0,84 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $4,09 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , sendo os maiores localizados no S1A2 (cupuaçuzeiro e pupunheira com cobertura de copa de 20%–45%) (Figura 3.3). De modo geral, nota-se que grande parte da área (72%) apresenta valores entre  $1,21 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $2,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , faixa considerada como mediana para quantidade desse nutriente (Venegas et al., 1999). As folhas do cupuaçuzeiro são ricas em cálcio, contribuindo para o aumento do nutriente no solo (Locatelli et al., 2001). O cupuaçuzeiro apresenta frequente deposição de serapilheira e alta eficiência na ciclagem de P, K e Ca, o que contribui para resultados intermediários, mesmo em áreas sem manejo de adubação (Corrêa, 2005).

Em geral, a maior parte da área apresenta teores de  $\text{Mg}^{2+}$  variando entre  $0,60 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $1,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , valores considerados médios a altos (Venegas et al., 1999). Apesar da pouca variação, observa-se que no S1 existe maior disponibilidade desse nutriente. O consórcio de cupuaçuzeiro e pupunheira apresentou maior resultado para magnésio, com  $0,74 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  contra  $0,60 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  da área com cupuaçuzeiro, pupunheira e bacabeira (S2) (Tabela 3.2).



**Figura 3.3.** Variabilidade espacial dos teores de cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>), potássio (K) e soma de bases (SB) no solo (0 cm–20 cm), em consórcios agroflorestais com diferentes áreas de cobertura de copas no ramal Baixa Verde, distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia.

Fonte: Adaptado de Silva (2018).

**Tabela 3.2.** Teores de potássio ( $K^+$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e teor de matéria orgânica do solo (MO) (0 cm–20 cm) em consórcios agroflorestais no ramal Baixa Verde, distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia.

	$K^+$ ( $mg\ dm^{-3}$ )	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$ ( $cmol_c\ dm^{-3}$ )	SB	CTC	MO (%)
S1 <sup>(1)</sup>	62,46 a	2,22 a	0,74 a	2,91 a	4,67 a	2,24 a
S2	45,39 b	1,55 b	0,60 b	2,34 b	4,01 b	1,97 b
CV1	18,11	33,10	17,62	21,71	6,21	8,84
CV2	14,63	25,79	17,39	18,19	3,55	7,40

<sup>(1)</sup> Consórcio com cupuaçuzeiro e pupunheira (S1), consórcio com cupuaçuzeiro, pupunheira e bacabeira (S2), coeficiente de variação (CV).

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Fonte: Adaptado de Silva (2018).

Quanto ao potássio, houve variação nos valores entre  $33,68\ mg\ dm^{-3}$  e  $89,29\ mg\ dm^{-3}$  na área estudada. O contraste na variabilidade espacial para esse nutriente constata-se pelas diferenças entre S1 (cupuaçuzeiro e pupunheira) e S2 (cupuaçuzeiro, pupunheira e bacabeira), tendo o primeiro consórcio maior disponibilidade de K (Figura 3.3 e Tabela 3.2). A densidade de indivíduos entre os SAFs, provavelmente, é um dos fatores que acentua a diferença nas características químicas entre os solos, uma vez que no S2, com maior número de plantas devido à presença da bacabeira, há maior demanda e absorção de nutrientes.

Os valores obtidos para K tanto no S1 quanto no S2 ( $45,39\ mg\ dm^{-3}$ ) são classificados como médios (Venegas et al., 1999). O valor mínimo de  $40\ mg\ dm^{-3}$  de K no solo é uma referência para que não haja prejuízo na produção de frutos (Figueiredo et al., 2000a). O potássio é o segundo nutriente encontrado em maior quantidade nas folhas de cupuaçuzeiro (Figueiredo et al., 2000a; Oliveira; Oliveira,

2004; Ayres; Alfaia, 2007). Considerando-se que essa espécie é responsável pela maior parte da deposição de resíduos nos consórcios avaliados, pode-se dizer que a matéria orgânica é a principal fonte desse elemento nos sistemas agroflorestais estudados.

Quanto à soma de bases (SB), observam-se manchas bem definidas dos diferentes valores encontrados na área (Figura 3.3), com picos no S1. Essa diferença entre os SAFs para os resultados de SB foi significativa independente da área de copa, com superioridade do consórcio de cupuaçuzeiro com pupunheira. Como visto anteriormente, o S1 foi superior ao S2 nos teores de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , o que explica diretamente o resultado para SB. Amaral et al. (2000) observaram em Argissolos Vermelho-Amarelos em Nova Califórnia valores de SB variando entre  $0,94\ cmol_c\ dm^{-3}$  e  $3,75\ cmol_c\ dm^{-3}$ , com os teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  contribuindo com mais de 80% desse valor. Em ambos os SAFs avaliados a contribuição desses nutrientes para a soma de bases foi maior que 90%.

Seguindo o comportamento da SB, a capacidade de troca catiônica (CTC) no consórcio com a presença de bacabeira (S2) ( $4,01 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) foi estatisticamente inferior que a do S1 ( $4,67 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) (Tabela 3.2). Em solos sob condições tropicais a caulinita e os óxidos de ferro e alumínio são importantes componentes da fração mineral, podendo contribuir pouco para a capacidade de troca de cátions, enquanto a matéria orgânica pode representar mais de 80% do valor total da CTC (Ronquim, 2010). Observando o mapa de isolinhas (Figura 3.4) nota-se uma grande área no S1 (cupuaçuzeiro com pupunheira) com os valores mais elevados de CTC ( $4,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ – $5,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), contrastando com os resultados obtidos para o S2. Possivelmente, a diferença observada entre os consórcios está associada à quantidade de matéria orgânica no solo, além de que no S2 há mais um componente extraíndo nutrientes, a bacabeira.

Os valores para MO variaram entre 1,74% e 2,84%, com os maiores resultados no S1 (Figura 3.4). A análise de variância confirmou essa diferença na quantidade de MO disponível na área (Tabela 3.2). O S2 (1,97%) foi inferior estatisticamente ao S1 (2,24%). Por meio dos valores obtidos para MO é possível compreender os resultados para outras variáveis. Além de aumentar a CTC, a matéria orgânica contribui para redução das perdas de potássio por lixiviação (Werle et al., 2008).

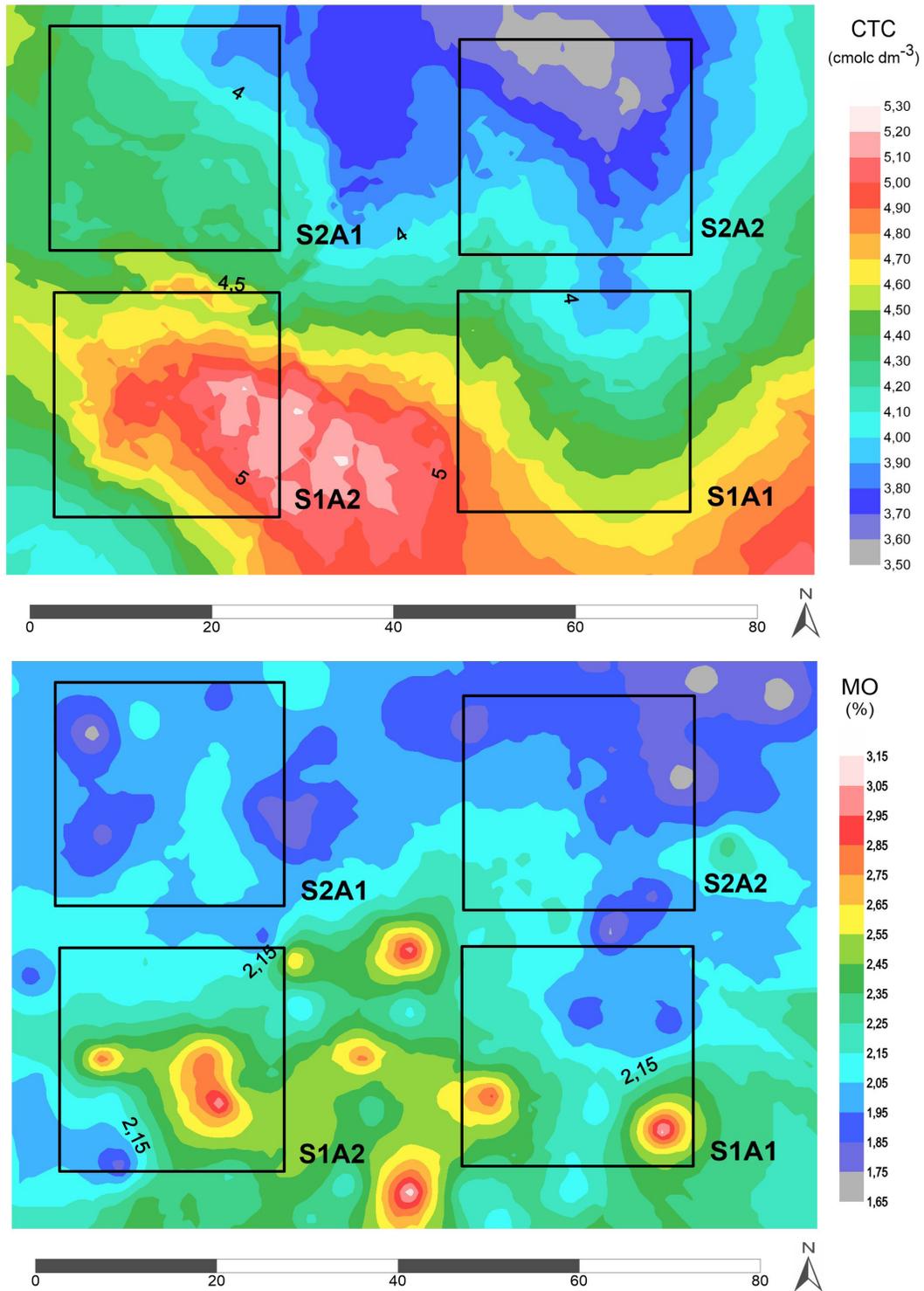
A diferença nos teores de MO entre os SAFs embasa os resultados das demais variáveis, que indicaram atributos químicos edáficos superiores no S1. Devido à capacidade de influenciar os teores de nutrientes e elementos tóxicos no solo, possivelmente, a MO foi uma das responsáveis pelas diferenças observadas.

Os SAFs contribuem com o maior aporte de resíduos, facilitando a manutenção da matéria orgânica do solo, tornando o sistema

menos dependente de insumos externos e fortalecendo a sustentabilidade da atividade, demonstrando ser uma opção viável tanto para a produção de alimentos quanto para ganhos ambientais. Entretanto, em sistemas agroflorestais de 20 anos com castanheira, cupuaçuzeiro e pupunheira, Butzke et al. (2020) verificaram que os valores de cálcio, magnésio, potássio, soma de bases e CTC do solo diminuíram em relação ao período de estabelecimento, por volta de 4 a 7 anos após a implantação. Os resultados indicaram necessidade de enriquecimento do arranjo com espécies adubadoras ou árvores de “serviço” e adubação orgânica ou mineral suplementar para manutenção dos níveis de nutrientes e da produtividade ao longo do tempo.

No caso do cupuaçuzeiro, adaptado às condições de clima e solo amazônicos, o fato de em alguns casos haver declínio de determinados atributos do solo com o tempo pode não refletir em quedas de produtividade. Conforme afirmaram Schroth et al. (2001), a sensibilidade de uma espécie de cultura à redução da fertilidade do solo é um fator que determina se, ou em que estágio, o declínio da fertilidade causa insustentabilidade. De qualquer forma, o monitoramento da fertilidade e práticas de correção e adubação (seja mineral ou orgânica) são recomendadas.

O maior número de indivíduos no sistema com cupuaçuzeiro, pupunheira e bacabeira (S2) contribuiu para as diferenças observadas nos teores de nutrientes no solo, uma vez que ocorreu o aumento do dreno de nutrientes sem o aumento da fonte (Silva, 2018). Em consórcios agroflorestais com pupunheira e cupuaçuzeiro os teores de nutrientes, matéria orgânica e outros atributos do solo tendem a ser maiores do que nos sistemas que incluem a mesma densidade de bacabeiras como componente adicional.



**Figura 3.4.** Variabilidade espacial da capacidade de troca catiônica (CTC) e matéria orgânica (MO) no solo (0 cm–20 cm) em consórcios agroflorestais com diferentes áreas de copas no ramal Baixa Verde, distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia.

Fonte: Adaptado de Silva (2018).

## Desempenho produtivo do cupuaçuzeiro sob diferentes condições de cultivo

Em termos de produtividade, o número de frutos foi superior estatisticamente no S1A2 (33,64 frutos por planta) e no S2A1 (36,68 frutos por planta). O mesmo foi observado para massa média de frutos por planta, que apresentou 40,20 kg por planta no S1A2 e 38,80 kg por planta no S2A1 (Tabela 3.3).

O fato da fertilidade do solo ser maior no consórcio cupuaçuzeiro x pupunheira pode explicar a maior produção, especialmente em se tratando dos teores de  $K^+$  (Figura 3.3). No entanto, destaca-se que no S1A1 a produção foi menor. Ayres e Alfaia (2007), em estudo sobre os efeitos da adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais, observaram incremento de 56% no número de frutos produzido por planta com a dose de 80 kg de  $K_2O$   $ha^{-1}$  e concluíram que o fornecimento desse nutriente aumenta a produtividade dessa frutífera.

**Tabela 3.3.** Valores de radiação fotossinteticamente ativa (PAR), número médio de frutos (NMF), massa média de frutos (MMF) e produção total do cupuaçuzeiro na safra 2017, em sistemas agroflorestais no ramal Baixa Verde, distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia.

	A1 <sup>(1)</sup>	A2	CV (%)
PAR ( $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ )			
S1 <sup>(2)</sup>	591,50 Aa	278,12 Ab	60,24
S2	244,47 Ba	190,19 Bb	59,75
Número médio de frutos por planta			
S1	23,96 Bb	33,64 Aa	60,13
S2	36,68 Aa	21,64 Bb	57,85
Massa média de frutos (quilograma por planta)			
S1	24,67 Bb	40,20 Aa	65,71
S2	38,80 Aa	22,93 Bb	55,30
Produção total			
Número de frutos por subparcela de 25 plantas <sup>(3)</sup>			
S1	599	841	
S2	917	541	
Quilograma por subparcela de 25 plantas <sup>(3)</sup>			
S1	616,75	1.005,02	
S2	970,10	573,35	

<sup>(1)</sup> Área de copa das palmáceas com 20% de cobertura (A1), área de copa das palmáceas de 20%–45% de cobertura (A2), coeficiente de variação (CV).

<sup>(2)</sup> Consórcio cupuaçuzeiro e pupunheira (S1), consórcio cupuaçuzeiro, pupunheira e bacabeira (S2).

<sup>(3)</sup> Somatório da produção de todas as plantas em cada subparcela dos diferentes sistemas e áreas de copa (safra 2017).

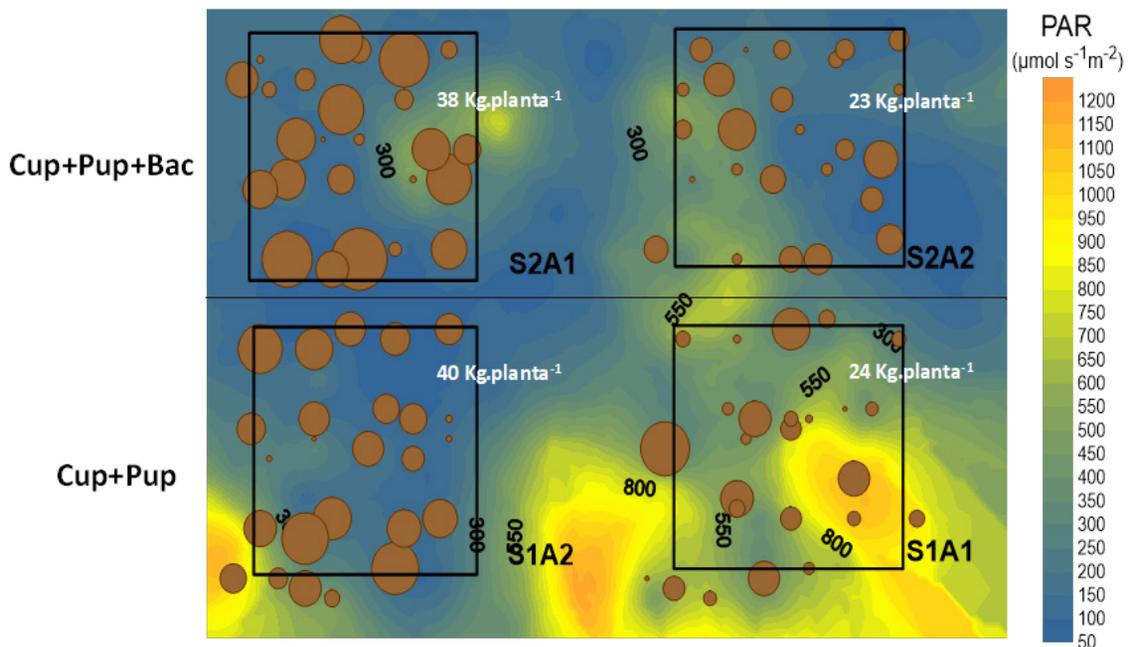
Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Fonte: Adaptado de Silva (2018).

Mesmo com fertilidade do solo menor, o quadrante com cobertura de copa da pupunha e bacaba de 20% (S2A1) apresentou produtividade estatisticamente igual ao sistema cupuaçuzeiro x pupunheira (S1A2) (Tabela 3.3). Para essa análise deve-se considerar outro fator extremamente relevante na produção vegetal, a luminosidade. Nota-se que a intensidade luminosa teve grande influência para essas variáveis de produção, pois apesar do S2 (cupuaçuzeiro, pupunheira e bacabeira) apresentar atributos químicos do solo inferiores ao S1, as produtividades foram próximas em determinados quadrantes da área (Figura 3.5). Tanto no S1A2 quanto no S2A1 a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) apresentou valores intermediários

(Tabela 3.3), com  $278,1 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$  (S1A2) e  $244,5 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$  (S2A1).

Ao relacionar os dados de produtividade e luminosidade (Figura 3.5) dos outros dois quadrantes na área, têm-se menores valores de número e massa de frutos nos extremos de luminosidade, com o mais elevado de  $591,50 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$  (S1A1) e o inferior de  $190,19 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$  (S2A2). Diante desses resultados, nota-se que os extremos de luminosidade (elevada no S1A1 e baixa no S2A2) são menos indicados para o cupuaçuzeiro, pois implicaram em produtividades de 22 kg a 24 kg por planta, enquanto sob condições de luminosidade intermediária a produtividade foi de 38 kg a 40 kg por planta, uma variação de 57% a 63% de produção a mais.



**Figura 3.5.** Representação da estrutura espacial da massa de frutos por planta de cupuaçu e luminosidade (PAR:  $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ) em consórcios agroflorestais com diferentes áreas de copas no ramal Baixa Verde, distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia.

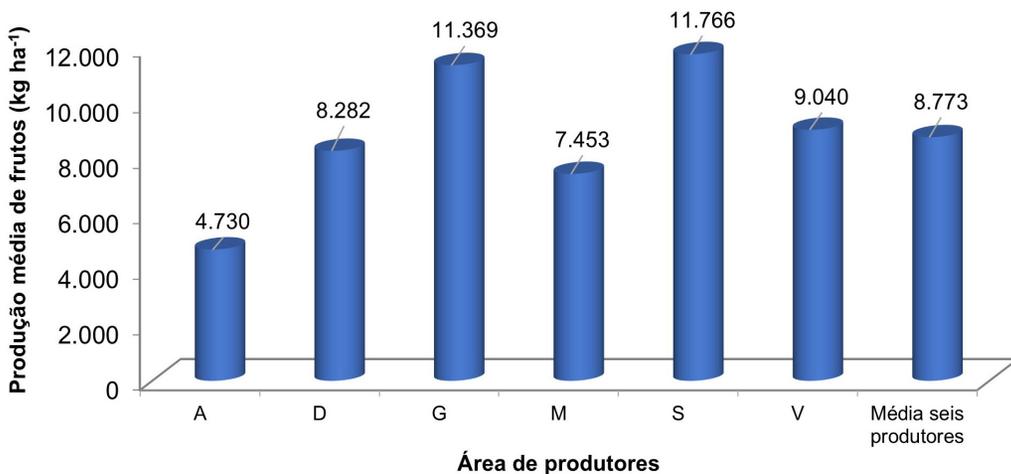
Fonte: Adaptado de Silva (2018).

Bernardes et al. (2009) mencionaram diversos trabalhos com cafeeiro, pupunheira, cana, açazeiro, seringueira, feijoeiro, milho e soja, em que a intensidade da radiação ou do sombreamento era o principal fator que determinava o crescimento e a produção da cultura. Em condições de luminosidade moderada o cupuaçuzeiro expressa a sua maior produtividade.

Em geral, a produtividade obtida foi satisfatória, principalmente considerando que não houve adubação dessas plantas nos sistemas. Esses resultados são superiores aos citados por Venturieri et al. (1993), os quais sugeriram que o manejo e fertilização adequados podem aumentar a produtividade para 20 a 30 frutos por planta e 20,1 kg a 29,9 kg por planta, em cupuaçuzeiros de 7 anos. Em plantas de 5 anos de idade, Figueiredo et al. (2000b) obtiveram 14,28 frutos por planta e 14,37 kg por planta. Bastos et al. (2016) obtiveram em SAFs de 8 anos de idade em Tomé-Açu, PA, produção média de frutos de 8,35 kg por planta.

Além da adubação, observa-se correlação entre idade e produtividade. Araújo et al. (2007) citam que as plantas de cupuaçuzeiro iniciam a produção aos 3 anos após o plantio e alcançam a estabilidade aos 9 anos, com declínio a partir dos 18 anos. Com aplicação de NPK (60 kg de N ha<sup>-1</sup>; 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; 160 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, respectivamente) em monocultivo de cupuaçuzeiro com 10 anos de idade, Alfaia e Ayres (2004) obtiveram 21,5 frutos por planta com massa de 21,14 kg por planta.

De acordo com a média de produção de três safras, em áreas de seis produtores do Projeto Reca (Figura 3.6), existe grande variação no desempenho produtivo da cultura do cupuaçuzeiro, seja pela densidade de plantas que atingiram a fase produtiva, seja pelas condições de cultivo. Os dados expressos na Figura 3.6 representam produtividades de 16,7 kg até 33,7 kg por planta, o que demonstra o quanto o potencial de produção da cultura pode ser mais bem aproveitado.



**Figura 3.6.** Produção média de cupuaçuzeiro em três safras de seis áreas de produtores do Projeto Reca, distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia.

Fonte: Alexsandro Queiroz dos Santos, coordenador-presidente do Projeto Reca (2016–2019).

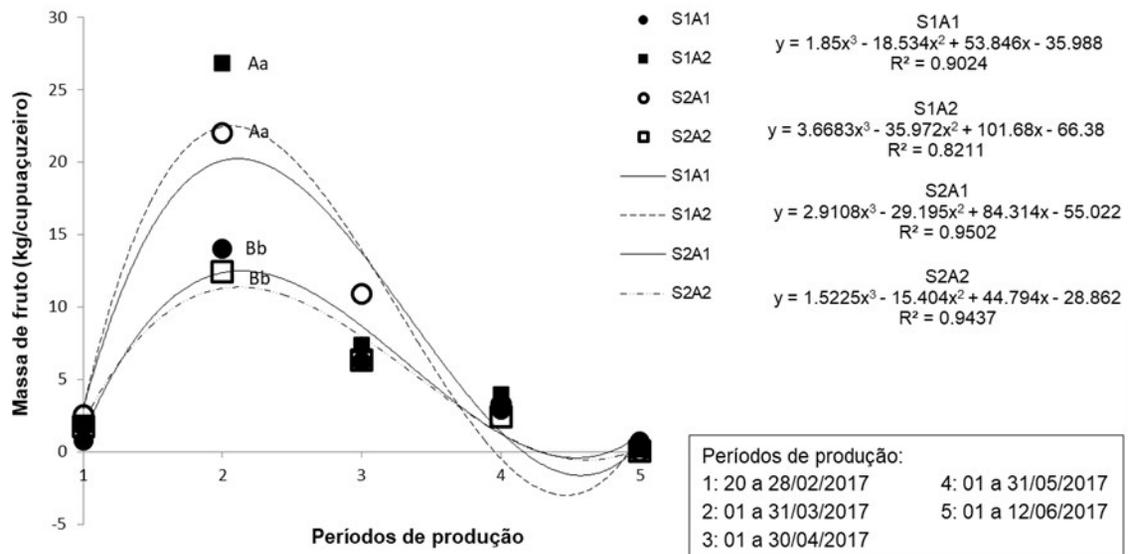
O comportamento da produção ao longo de todo o período da safra 2017 (Figura 3.7) demonstrou que o mês de março foi o mais produtivo e representou de 55,8% a 63% da produção anual. Ainda nesse mês, a superioridade das áreas com luminosidade moderada (S1A2 e S2A1) foi expressa pela produção de 22 kg e 26 kg por planta, respectivamente, enquanto nas outras duas áreas foram produzidos de 12 kg a 14 kg por planta.

Em SAFs no Projeto Reça, Silva (2019) também observou que 52,3% do número total de frutos de cupuaçu produzidos na safra se concentrou no mês de março. Esse comportamento é típico do cupuaçuzeiro, com o pico da produção entre fevereiro e março (Gondim et al., 2001) e a presença de frutos temporões em junho e até mesmo julho (Müller et al., 1995; Venturieri et al., 1993).

Nos sistemas agroflorestais,

os parâmetros das árvores, como arquitetura da copa, fenologia, comportamento decíduo das folhas, entre outros, podem determinar a intensidade da competição ou complementaridade com as culturas e com outras árvores (Bernardes et al., 2009, p. 461).

Em trabalhos de Silva (2019), a interação do cupuaçuzeiro cultivado na mesma linha de plantio com pupunha, andiroba e copaíba mostrou que a espécie arbórea em consórcio pode influenciar o desempenho produtivo. No consórcio com 32 pupunheiras por hectare, o número total de frutos foi semelhante nas linhas da copaíba (24 frutos por planta) e da andiroba (23 frutos por planta). Já na linha das pupunheiras esse número foi menor, com média de 17 frutos por planta.



**Figura 3.7.** Comportamento produtivo do cupuaçuzeiro ao longo da safra 2017 em consórcios agroflorestais com diferentes áreas de copas no ramal Baixa Verde, distrito de Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia.

Fonte: Silva (2018).

Em outro módulo, com o dobro de pupunheiras por hectare, em ambiente de maior competição, a massa média dos frutos de cupuaçu foi menor que 1 kg nas linhas com andiroba, entretanto o número de frutos foi superior, próximo de 2,5 vezes o que se produziu nas linhas com pupunheira. Esse fato implicou na massa total de frutos por planta acima de 32 kg nas linhas com andiroba, equivalente a 68,5% maior que os valores médios de produção das linhas com pupunha e copaíba (Silva, 2019).

Embora o desempenho do cupuaçuzeiro tenha sido melhor nas linhas com andiroba, por meio do maior espaçamento e práticas como desrama, é possível que se alcancem produtividades satisfatórias também com a copaíba, mesmo sendo cultivados na mesma linha, devido a alterações promovidas na arquitetura das copas. De acordo com Schroth et al. (2001), dependendo das condições do local, é possível que até mesmo a substituição de árvores de “serviço” por árvores madeireiras de rápido crescimento leve a problemas de competição por nutrientes e água, que podem ser amenizados por arranjos de plantio adequados. Em relação a podas e desramas, como demonstrado por Blaser-Hart et al. (2021), para a cultura do cacau, árvores de sombra com copas elevadas têm grandes efeitos positivos sobre a produtividade, enquanto árvores de sombra com copas baixas apresentaram maiores reduções na entrada de luz, o que foi associado a um menor rendimento.

No caso da pupunheira, Silva (2019) observou que o cupuaçuzeiro cultivado na mesma linha produz menos, aproximadamente 60% da produção do cupuaçuzeiro cultivado nas entrelinhas dessa palmeira, a pelo menos 6 m de distância. Esses resultados comprovam relatos de produtores do Reça, registrados por Lunz e Melo (1998), que observaram

efeitos negativos da pupunheira sobre a produção do cupuaçuzeiro e diferença visível no desempenho de plantas que crescem nas mesmas linhas de plantio intercaladas com a palmeira. Outros autores como Gama (2003), em avaliação produtiva de 13 safras do cupuaçuzeiro, também observaram que a pupunheira foi a espécie que mais afetou negativamente a cultura do cupuaçu e outras a ela associadas, como a banana e a pimenta-do-reino.

Em geral, além do fator genético, a produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais é influenciada pela densidade e arranjo de plantio, espécies consorciadas, tipo de solo e manejo da cultura (incluindo adubações, podas e controle fitossanitário). Por meio da combinação adequada desses fatores, podem-se evitar possíveis prejuízos e obter melhores rendimentos do cupuaçuzeiro nos sistemas agroflorestais.

## Referências

- ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem semente, na região da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 320-325, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000200033>.
- AMARAL, E. F.; MELO, A. W. F.; OLIVEIRA, T. K. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos da região de inserção do Projeto Reça, estados de Rondônia, Acre e Amazonas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 40 p. (Embrapa Acre. Boletim de pesquisa, 27). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/498493>. Acesso em: 14 out. 2022.
- ARAÚJO, A. C.; RAMOS, J. V.; FRAIFE FILHO, G. A.; ARAÚJO, L. V.; MIDDLEJ, R. R. A cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) como alternativa de diversificação da região produtora de cacau da Bahia: um estudo de viabilidade financeira. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., Londrina. **Conhecimento para a Agricultura do Futuro**: anais. Brasília, DF: SOBER, 2007.

ARZENO, J. L.; VIEIRA, S. R.; SIQUEIRA, G. M.; O. GUEDES FILHO. Variabilidade espacial da resistência à penetração na superfície do solo em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, p. 343-352, jul./set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v9i3a3505>.

AYRES, M. I.; ALFAIA, S. S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais da Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 957-963, jul. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700007>.

BASTOS, A. J. R.; TEIXEIRA, A. L.; RODRIGUES, J. D. B.; FERNANDES, J. R. Q.; ALVES. Avaliações da produção de frutos e da ocorrência de “vassoura de bruxa” em híbridos de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum) em três ambientes de cultivo no nordeste paraense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 24., São Luís. **Anais...** São Luís: SBF, 2016. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1060850>. Acesso em: 24 nov. 2022.

BERNARDES, M. S.; PINTO, L. F. G.; RIGHI, C. A. Interações biofísicas em sistemas agroflorestais. In: PORRO, R. (ed.). **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 453-476.

BERNARDI, A. C. de C.; GREGO, C. R.; ANDRADE, R. G.; RABELLO, L. M.; INAMASU, R. Y. Spatial variability of vegetation index and soil properties in an integrated crop-livestock system. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 8, p. 513-518, ago. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n8p513-518>.

BLASER-HART, W. J.; HART, S. P.; OPPONG, J.; KYEREH, D.; YEBOAH, E.; SIX, J. The effectiveness of cocoa agroforests depends on shade-tree canopy height. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 322, 107676, Dec. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107676>.

BRIENZA JÚNIOR, S.; MANESCHY, R. Q.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GAZEL FILHO, A. B.; YARED, J. A. G.; GONÇALVES, D.; GAMA, M. B. Sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira: análise de 25 anos de pesquisas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 67-76, dez. 2009. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/660158>. Acesso em: 14 out. 2022.

BUTZKE, A. G.; OLIVEIRA, T. K. de; PAULA, A. E. B. de; FIUZA, S. da S. Fertilidade e carbono orgânico do solo em sistemas agroflorestais de duas décadas compostos de castanheira, cupuaçuzeiro e pupunheira na Amazônia Ocidental. **Científica**, v. 48, n. 2, p. 160-169, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2020v48n2p160-169>.

CARVALHO, J. C. B.; ESPIDONLA, C. R.; ALVES, M. C.; GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Spatial analysis of soil physical attributes from a degraded area under different types of management. **African Journal of**

**Environmental Science and Technology**, v. 11, n. 9, p. 486-498, Sept. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJEST2016.2256>.

CORRÊA, F. L. O. **Ciclagem de nutrientes em sistema agroflorestal com espécies frutíferas e florestais em Rondônia, Brasil**. 2005. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CORREIA, M. D.; MENEZES, R. S. C.; OLINDA, R. A. de. Modelagem geoestatística da distribuição de carbono do solo e biomassa de herbáceas em sistema silvopastoril na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 31, n. 2, p. 116-129, maio/jul. 2014.

FIGUEIREDO, N. N.; MACÊDO, J. L. V.; CRAVO, M. S. Avaliação do estado nutricional do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Wild. ex Spreng.) Schum) em um sistema agroflorestal na Amazônia Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Sistemas agroflorestais: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural: resumos expandidos**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000a. p. 48-50. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/670591>. Acesso em: 14 out. 2022.

FIGUEIREDO, N. N.; MACÊDO, J. L. V.; CRAVO, M. S. Efeito de níveis de adubação na fertilidade do solo e na produção do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) em um sistema agroflorestal na Amazônia Central. **Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1-2, p. 61-70, jan./dez. 2000b. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/678467>. Acesso em: 14 out. 2022.

GAMA, M. de M. B. **Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais 2003 em Machadinho d'Oeste, Rondônia**. 2003. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/9221>. Acesso em: 14 out. 2022.

GONDIM, T. M. S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. J. B.; SOUZA, J. M. L. **Aspectos da produção do cupuaçu**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 43 p. (Embrapa Acre. Documentos, 67). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/498481>. Acesso em: 14 out. 2022.

GREGO, R. G.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 169-177, abr. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000200002>.

LOCATELLI, M.; SOUZA, V. F.; VIEIRA, A. H.; QUISEN, R. C. **Nutrientes e biomassa em sistemas agroflorestais com ênfase no cupuaçuzeiro, em solo de baixa fertilidade**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2001. 17 p. (Embrapa Rondônia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 1). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/703754>. Acesso em: 14 out. 2022.

LUNZ, A. M. P.; MELO, A. W. F. de. **Monitoramento e avaliação dos principais desenhos de sistemas agroflorestais multiestratos do projeto RECA**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 1998. 4 p. (Embrapa Acre. Pesquisa em andamento, 134). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/492881>. Acesso em: 14 out. 2022.

MÜLLER, C. H.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; NASCIMENTO, W. M. O. do; GALVÃO, E. U. P.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. de B.; RODRIGUES, J. E. L. F.; CARVALHO, J. E. V. de; NUNES, A. M. L.; NAZARÉ, R. F. R. de; BARBOSA, W. C. A. **A cultura do cupuaçu**. Brasília, DF: Embrapa SPI, 1995. 61 p. (Coleção plantar, 24).

OLIVEIRA, I. A. de; CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; AQUINO, R. E. de; MARQUES JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, E. P. do. Variabilidade espacial de atributos físicos em um cambissolo háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, p. 1103-1112, jul./ago. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000400027>.

OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, L. A. Associação micorrízica e teores de nutrientes nas folhas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e guaranazeiro (*Paullinia cupana*) de um sistema agroflorestal em Manaus, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 6, p. 1063-1068, dez. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000600015>.

RAO, M. R.; NAIR, P. K. R.; ONG, C. K. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 38, p. 3-50, July 1997. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1005971525590>.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 8). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/882598>. Acesso em: 14 out. 2022.

SÁ, C. P. de; SANTOS, J. C. dos; LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. Análise financeira e institucional dos três principais sistemas agroflorestais adotados pelos produtores do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA). In: CONGRESSO MUNDIAL DE SOCIOLOGIA RURAL, 10.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Campinas: Unicamp; Brasília, DF: SOBER, 2000. p. 1-11. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/503007>. Acesso em: 14 out. 2022.

SALTON, J. C.; GODINHO, V. de P. C.; SANTOS, H. P. dos; RIBASKI, J.; WUNSCH, J. A.; NICODEMO, M. L. F.; RANGEL, J. H. de A.; MULLER, M. D.; SANTOS, J. C. F. dos; TEIXEIRA NETO, M. L.; VIANA, J. H. M.; NOCE, M. A. Pesquisa, desenvolvimento e inovação em iLPF. In: BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L.

F. (ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. p. 91-100.

SCHROTH, G.; LEHMANN, J.; RODRIGUES, M. R. L.; BARROS, E. MACÊDO, J. L. V. Plant-soil interactions in multistrata agroforestry in the humid tropics. **Agroforestry Systems**, v. 53, n. 2, p. 85-102, Oct. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:101336000633>.

SILVA, C. S. da; MENDONÇA, B. A. F. de; PEREIRA, M. G.; ARAUJO, E. J. G.; CASTELLANI, D. C. Spatial dependency and correlation of properties of soil cultivated with oil palm, *Elaeis guineensis*, in agroforestry systems in the eastern Brazilian Amazon. **Acta Amazonica**, v. 48, n. 4, p. 280-289, out./dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201704423>.

SILVA, D. V. da. **Caracterização de consórcios, variabilidade de atributos do solo e desempenho produtivo do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais no Projeto RECA**. 2018. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1120367>. Acesso em: 14 out. 2022.

SILVA, G. C. **Desempenho do cupuaçuzeiro e atributos do solo em consórcio agroflorestal com as espécies pupunha, copaiba e andiroba**. 2019. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal) – Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1120370>. Acesso em: 14 out. 2022.

VENEGAS, V. H. A.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (org.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1999. V. 1, p. 25-32.

VENTURIERI, G. A.; RONCHI-TELES, B.; FERRAZ, I. D. K.; LOURDE, M.; HAMADA, N. **Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamentos**. Belém: Clube do Cupu, 1993. 108 p.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: TÓPICOS em ciência do solo, v. 1. Viçosa, MG: SBCS, 2000. p. 1-54.

VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: TÓPICOS em ciência do solo, v. 2. Viçosa, MG: SBCS, 2002. p. 1-45.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2297-2305, dez. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000600009>.

## Capítulo 4

# Variabilidade dos estoques de carbono do solo na área de ação do Projeto Reça, Amazônia Sul-Occidental

Eufnan Ferreira do Amaral  
Tadário Kamel de Oliveira  
Antonio Willian Flores de Melo  
Nilson Gomes Bardales  
Edson Alves do Araújo  
João Carlos Ker  
Lucieta Guerreiro Martorano  
José Reinaldo da Silva Cabral Moraes  
Idésio Luis Franke  
João Batista Martiniano Pereira

### Introdução

Os solos podem ser considerados como o mais importante reservatório de carbono dos compartimentos existentes (ar, solo e biomassa) e, entre os ecossistemas terrestres, contabilizam, aproximadamente, 1.500 Pg, equivalendo a 4,5 vezes a quantidade de carbono (C) presente na biomassa terrestre, ou seja, representam 3,3 vezes da quantidade de C estocada na atmosfera (Bruce et al., 1999; Watson, 2001, Lal, 2006; Roscoe et al., 2006).

Os estoques de C do solo variam espacialmente em decorrência de fatores locais e regionais, tais como: clima, cobertura vegetal, uso da terra, topografia, fertilidade e densidade dos solos, entre outros (Ceri et al., 2004; Holmes et al., 2006, Sleutel et al., 2006, Fidalgo et al., 2007, Loss et al., 2011, Assad et al., 2013; Oliveira, 2015). As ações conjuntas desses fatores influenciam direta ou indiretamente a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica no solo, importante componente para determinação do C orgânico e quantificação dos estoques de C no solo.

As informações disponíveis sobre os estoques de carbono no Brasil ainda são incipientes ou em escala muito local, em nível de parcela experimental (Vezzanii; Mielniczuk, 2011), ou em nível territorial (Brasil, 1978). Assim, existe demanda por informações que contemplem a regionalização e extrapolação dos estoques de carbono para subsidiar ações de planejamento territorial. O manejo e conservação de uma determinada área influenciam nos estoques de carbono, sendo um forte indicador de prestação de serviços ambientais relacionados à qualidade do solo manejado pelo homem (Fidalgo et al., 2007; Oliveira, 2015).

O estoque de carbono dos solos da Bacia Amazônica foi calculado por Moraes et al. (1995), a partir de resultados analíticos contidos nos estudos do projeto RadamBrasil. Os resultados apontaram que nos primeiros 100 cm estão estocados  $47 \times 10^6$  g de carbono, sendo 4% na camada de 0 cm–20 cm de profundidade. O total armazenado foi de 47 gigatoneladas (Gt C), com uma média geral de 94 Mg C ha<sup>-1</sup>, sendo o erro padrão de 24,5% em relação à média. Nesses estudos ainda é alta a incerteza devido à necessidade

de precisão nas avaliações dos estoques para garantir estimativas mais confiáveis do armazenamento regional de carbono no solo (Cerri et al., 2000; Sombroek et al., 2000).

A maior parte da área (50% a 70%) da Bacia Amazônica é representada por duas ordens de solo: Argissolos e Latossolos (Rodrigues, 1996). Outras ordens importantes de solo incluem Gleissolos e Neossolos, representando cada uma cerca de 8% da área (Batjes; Dijkshorn, 1999; Cerri et al., 2000, 2007). Os estoques de C em Argissolos e Latossolos são similares, em média, de 44 Mg C ha<sup>-1</sup> (Argissolos) a 55 Mg C ha<sup>-1</sup> (Latosolos) nos 30 cm da camada superior e de 85 Mg C ha<sup>-1</sup> (Argissolos) a 100 Mg C ha<sup>-1</sup> (Latosolos) nos 100 cm da camada superior (Batjes; Dijkshorn, 1999). Fidalgo et al. (2007), avaliando estoques de carbono por classe de solo em todo o Brasil, obtiveram valores de carbono de 4,18 kg m<sup>-2</sup> para Latossolos e 3,79 kg m<sup>-2</sup> para Argissolos.

Cidin (2016), realizando estimativas de estoques para as diferentes ordens de solos do Brasil, encontrou os seguintes resultados, expressos em Mg ha<sup>-1</sup>: Argissolos (46,7); Cambissolos (57,6); Chernossolos (76,8); Espodossolos (58,2); Gleissolos (72); Latossolos (53,2); Luvisolos (43,1); Neossolos Flúvicos (43,1); Neossolos Litólicos (56,7); Neossolos Quartzarênicos (34,5); Neossolos Regossólicos (30,8); Nitossolos (67,1); Organossolos (105); Planossolos (31,9); Plintossolos (47,9); e Vertissolos (60).

Solos dentro da mesma ordem tendem a ter estoques mais baixos de C no estado do Acre (Amazônia Ocidental) do que em outras regiões na Amazônia Central e Oriental. Melo (2003) observou que os solos do Acre apresentaram menores estoques de C (média de 6,5 kg m<sup>-3</sup>) quando comparados com a média dos solos na Amazônia, embora tivessem maior fertilidade natural, e atribuiu o resultado à maior taxa de

decomposição da matéria orgânica nesses solos, influenciados pelos ciclos de seca e umedecimento ao longo do tempo. Esses ciclos estão associados à interação entre o regime pluvial e as características físicas e mineralógicas inerentes desses solos, sobretudo, textura e estrutura.

Em decorrência dessa complexidade se faz necessária a realização de mais pesquisas que visem não unicamente à quantificação pontual dos estoques de C no solo, mas também sua distribuição vertical e espacial. Esse conhecimento é fundamental para a caracterização e monitoramento de áreas, contribuindo no estabelecimento de indicadores importantes na prestação de serviços ambientais (Oliveira, 2015).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade dos estoques de carbono do solo, baseando-se em perfis de solos coletados em levantamento em escala de média resolução, na região de inserção do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reca) na Amazônia Sul-Ocidental.

## Revisão de literatura

### Matéria orgânica do solo: aspectos conceituais e importância agrícola e ambiental

A matéria orgânica do solo tem sido objeto de muitas investigações em ciências ambientais e do solo, uma vez que vários atributos físicos, biológicos e químicos dos solos se encontram relacionados à matéria (Cheng et al., 2007), sendo considerada fundamental na manutenção e sustentabilidade de ecossistemas naturais e/ou manejados.

A matéria orgânica do solo é considerada um produto de resíduos orgânicos, vegetação

parcialmente decomposta, em várias fases que dependem da complexidade e da diversidade estrutural (Feldpausch et al., 2004; Frouz et al., 2007).

O carbono orgânico do solo é proveniente de restos animais e vegetais ou de microrganismos em forma de resíduos em várias etapas de decomposição, materiais carbonizados e compostos humificados (Roscoe; Machado, 2002). Pode também ser definido como o C do solo em todas as suas formas sob diversas conformações estruturais e constituintes (Passos et al., 2007). Entre os compostos orgânicos, aproximadamente um terço se encontra na matéria orgânica do solo, na biomassa viva e na água (Boina, 2008).

O carbono orgânico é uma variável importante para o monitoramento do solo, tanto a médio quanto a longo prazo, sendo o indicador químico mais sensível para a análise de processos ou dinâmica do solo, uma vez que afeta a produtividade das culturas, a disponibilidade de água às plantas e a resistência do solo a mudanças de pH (Robertson; Thorburn, 2001; Brienen et al., 2015). O crescente interesse científico na identificação de sistemas de manejo do solo e de cultura visa avaliar a estabilidade do carbono no solo (Bayer et al., 2000; Freitas, 2001; Campos, 2006; Six et al., 2006; Galdos et al., 2009).

A presença de matéria orgânica nos solos é de grande importância por ser o principal agente gerador de cargas elétricas negativas responsáveis pela retenção de nutrientes e água, pela agregação do solo, além de servir de substrato, participando ativamente na manutenção da diversidade biológica do solo (Silva et al., 2004).

As mudanças em seus estoques geradas pelas práticas de manejo são observadas normalmente a curto prazo, sendo influenciadas pela composição química e

contribuição de resíduos ao solo, analisados de forma integrada às características de clima e solo. Sistemas de cultivos podem levar à perda acelerada dos estoques de carbono de origem orgânica (Loss et al., 2011).

Solos de textura argilosa, com elevados teores de óxidos e hidróxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al), contribuem para aumentar a estabilidade do carbono orgânico em razão da alta capacidade de proteção na forma de complexos organominerais (Roscoe; Buurman, 2003). Esses mecanismos atuam como proteção do carbono contra o ataque microbiano, uma vez que as moléculas orgânicas são adsorvidas pela superfície desses minerais (Dominy et al., 2002; Bronick; Lal, 2005). Por isso, solos com textura mais argilosa geralmente apresentam maior teor de carbono (Zinn et al., 2007).

Segundo Helyar (2003), a mudança no pH do solo pode ser influenciada pela adsorção de hidrogênio em sítios de trocas de cátions, dependentes do pH na matéria orgânica do solo. A matéria orgânica assim como a argila e os óxidos de Fe e Al afetam diretamente a acidez potencial (H+Al), no sentido de reduzir sua mobilidade no solo (Pitta et al., 2007). Ao promover o aumento da CTC-dependente de pH, a matéria orgânica beneficia a adsorção de cátions trocáveis (Ca, Mg, K) mediante trocas com íons H<sup>+</sup> dos grupos funcionais orgânicos, aumentando dessa forma a saturação por bases do complexo coloidal, com melhorias na fertilidade do solo. Além disso, em função da ciclagem de íons, há formação de complexos organometálicos (substituição do Al<sup>3+</sup> pelo Ca<sup>2+</sup>) e imobilização do Al<sup>3+</sup> pelos ligantes orgânicos (Muzilli, 2002).

Os solos sob vegetações naturais apresentam equilíbrio no estoque de carbono como resultado do balanço entre a entrada de C pelo aporte de matéria orgânica e pela saída por decomposição e respiração microbiana,

sendo os teores de carbono no solo, nessas situações, praticamente constantes ao longo do tempo (D'Andréa et al., 2002; Costa et al., 2006).

O solo mantido em estado natural está em um equilíbrio dinâmico e, sob vegetação nativa, apresenta características químicas e físicas adequadas ao desenvolvimento das plantas. Nessas condições, o volume de solo explorado pelas raízes é relativamente grande. À medida que o solo é submetido ao uso agrícola, as propriedades físicas sofrem alterações, geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal (Spera et al., 2004).

Na Amazônia brasileira, ainda persiste em muitos locais a agricultura de derruba e queima, onde a abertura de áreas com fins agrossilvipastoris inicia-se com a retirada das árvores de interesse comercial e derrubada da floresta de forma manual, seguida da queima, após secagem da biomassa sobre o solo. Depois de queimada implanta-se a lavoura de subsistência, principalmente o arroz, milho, feijão e mandioca, utilizando apenas o preparo manual do solo, e após 2 ou 3 anos consecutivos a área é abandonada (Costa et al., 2004).

O desmatamento na Amazônia brasileira é principalmente relacionado à conversão de florestas em pastagens, que dependendo do manejo adotado podem provocar ou não decréscimo nos estoques de carbono (Araújo et al., 2011). Com o manejo inadequado, há uma diminuição do carbono no solo, principalmente devido à rápida mineralização da fração lábil da matéria orgânica (Desjardins et al., 2004; Marchão et al., 2009; Rangel; Silva, 2007; Silva Junior et al., 2009). Essa conversão causa alterações nos teores de C nas camadas, variando de acordo com a física do solo (Silva Junior et al., 2009).

Estudos visando elevar a qualidade dos solos da Amazônia têm crescido na última década. O uso inadequado desse recurso pode limitar a capacidade em manter ou elevar a produção. Práticas inapropriadas de manejo provocam redução acelerada dos teores de matéria orgânica e elevação dos níveis de compactação do solo, refletindo desfavoravelmente na produtividade das culturas (Linhares et al., 2016).

Os efeitos da conversão de florestas nativas na Amazônia em áreas agrícolas e pastagens foram estudados, sendo constatada uma redução nos estoques de C no solo em cerca de 80%, após a conversão. A rápida redução no estoque de C foi registrada em pastagens mal manejadas ao comparar com pastos bem manejados que tiveram estoques similares ou superiores aos de solos sob floresta (Fujisaka et al., 1998).

A matéria orgânica (MO) do solo é um importante componente na definição dos sistemas agrícolas e no desenvolvimento das plantas, influenciando nos processos físicos, químicos e biológicos do solo. Apresenta-se como um sistema complexo de substâncias, cuja dinâmica é condicionada pela adição de resíduos orgânicos de diversas naturezas e contínuas transformações (Moreira; Siqueira, 2006). A MO é considerada um importante indicador de qualidade do solo (Amado et al., 2001).

### **Sistemas agroflorestais e potencial para estocar matéria orgânica no solo**

De modo geral, tendo em vista o conceito de produção sustentável, os sistemas agroflorestais (SAFs) são utilizados com alguns dos seguintes objetivos: diversificação da produção; diminuição dos efeitos da

sazonalidade; incremento dos níveis da matéria orgânica no solo; fixação biológica de nitrogênio atmosférico; ciclagem de nutrientes; modificação do microclima e otimização dos sistemas de produção (Somarriba, 1992). Esse tipo de integração entre árvores, culturas agrícolas e/ou animais que compõem um sistema agroflorestal apresenta potencial para melhorar a fertilidade do solo, reduzir a erosão, melhorar a qualidade da água, aumentar a biodiversidade e sequestrar C no solo e na biomassa (Garrity, 2004; Jose, 2009; Nair et al., 2009).

Os sistemas agroflorestais são considerados uma estratégia de uso da terra capaz de sequestrar e armazenar grande quantidade de carbono atmosférico, compensando as emissões de gases do efeito estufa (GEEs) (Albrecht; Kandji, 2003). Segundo Dixon (1995), a adoção de sistemas de uso da terra como os agroecossistemas, os sistemas silviculturais e/ou os agroflorestais quando bem manejados podem estocar até 228 Mg ha<sup>-1</sup> de C na parte aérea. Complementando essa informação, Osterroht (2002) cita que entre os diversos sistemas agropecuários de uso da terra, os SAFs acumulam o maior ativo de biomassa.

Para Albrecht e Kandji (2003), os SAFs apresentam grande potencial para o sequestro de C atmosférico em tecido vegetal ou matéria orgânica no solo, apesar da necessidade de se estudar outros GEEs para determinar o benefício líquido do sistema. Esses autores estimaram o potencial dos sistemas agroflorestais em sequestrar C e obtiveram uma média de 95 Mg ha<sup>-1</sup>, após um ciclo de cultivo e maturidade do sistema.

O acúmulo de carbono orgânico no solo sob sistema agroflorestal depende de sua localização, função, composição, fatores ambientais e econômicos, assim como das

espécies arbóreas e arbustivas usadas no plantio, tipo de manejo e principalmente tempo de formação do sistema (Rodriguez, 2015).

Brito et al. (2012), ao avaliarem os estoques de C e N no sudoeste amazônico, registraram em ambiente de terra firme um estoque de 41,19 Mg ha<sup>-1</sup> de C, entre 0 cm e 40 cm de profundidade em SAF, implantado por 4 anos, e de 42,34 Mg ha<sup>-1</sup> de C na área de pastagem, formada ao mesmo tempo da implantação do SAF. O estoque ligeiramente maior na área de pasto foi atribuído ao elevado valor de densidade do solo, o que ressalta a importância de se fazer a correção dos estoques entre áreas pelo método da massa equivalente, para evitar assim esse tipo de comparação, quando se estudam diferenças entre usos distintos.

Brancher (2010), ao estudar o estoque e a ciclagem de carbono orgânico em quatro sistemas agroflorestais com 14 e 9 anos de formação, na Amazônia Oriental, registrou um estoque de carbono no solo variando entre 82,4 Mg ha<sup>-1</sup>, 90,7 Mg ha<sup>-1</sup> e 97,9 Mg ha<sup>-1</sup>, em áreas de capoeira. O autor conclui que o sistema agroflorestal pode acumular carbono orgânico no solo em quantidade similar aos da capoeira e significativamente maior que o sistema plantio direto, sendo, portanto, uma categoria de uso e cobertura da terra capaz de armazenar eficientemente carbono em diferentes compartimentos no ecossistema solo.

Na Amazônia setentrional, Schaefer et al. (2000), ao avaliarem a dinâmica da matéria orgânica em Latossolos, perceberam que os teores de carbono orgânico foram mais elevados em SAF e floresta nativa (25,19 g kg<sup>-1</sup> e 23,04 g kg<sup>-1</sup> de C, respectivamente).

Em termos proporcionais, os usos do solo como sistemas agroflorestais podem manter entre 80% e 100% do carbono orgânico do solo em relação à floresta primária; capoeiras

em pousio de longo prazo, entre 90% e 100%; pastagens manejadas 80%; capoeiras de curto prazo 65%; e pastagens degradadas 50% ou menos. Exceto pela capoeira de curto prazo, as outras alternativas de uso do solo perdem menos de 20% do carbono da superfície. Os dados mostram que o potencial de sequestro de C no Trópico Úmido se encontra principalmente acima do solo, na vegetação de cobertura (Srinivas, 2012).

As taxas de sequestro de C se tornam positivas em capoeiras secundárias ( $5 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ – $9 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), sistemas agroflorestais complexos ( $2 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ – $4 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e SAFs simples com uma espécie dominante como palma de óleo ( $7 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ – $9 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). Porém, a extração de material vegetal realizada pelos produtores, tanto em SAFs como em capoeiras ao longo do desenvolvimento, pode representar quedas no acúmulo de C (Tomich et al., 1998). Nair et al. (2011) também verificaram que o histórico de uso da terra é um dos fatores preponderantes para a determinação dos estoques de C no solo; o uso determina a qualidade do material que servirá de aporte para acúmulo ou perda do carbono orgânico. Assad et al. (2013) constataram que as práticas de manejo adequadas (pastagens manejadas, sistemas agropecuários e regeneração natural) podem promover aumento nos estoques de C no solo.

Os sistemas agroflorestais com seringueira possuem uma grande capacidade de estocar carbono orgânico do solo (COS). Esses sistemas proporcionam maior quantidade e estabilidade dos macroagregados, principalmente na superfície, bem como maior reservatório de COS, em relação aos microagregados e fração silte + argila. Esse resultado corrobora que os sistemas conservacionistas, por meio da manutenção dos resíduos no solo e baixo revolvimento,

funcionam como forma de conservação e armazenamento de C no solo (Salgado, 2016).

Marques et al. (2015) demonstraram que áreas de sistema silvipastoril e sistema agroflorestal recuperam o C orgânico do solo e são alternativas viáveis de uso de solo submetido à degradação e aos cultivos intensos na Amazônia. Os maiores estoques totais de C nas frações do solo foram: ( $101,3 \text{ Mg ha}^{-1}$  – SAF) > ( $98,4 \text{ Mg ha}^{-1}$  – floresta primária) > ( $92,9 \text{ Mg ha}^{-1}$  – sistema silvipastoril) > ( $64 \text{ Mg ha}^{-1}$  – pastagem). As formas de uso do solo na Amazônia influenciam a distribuição do C nas frações do solo, ocasionando modificações em curto ou longo prazo. O C orgânico nos sistemas florestais correlacionou-se significativamente com os atributos químicos e físicos dos solos e o teor da matéria orgânica aumentou nos sistemas agroflorestais (56%) e florestais (7%); já na pastagem diminuiu 90% depois da conversão da mata (Santos, 2008).

Os sistemas agroflorestais, a partir de 10 anos ou mais de implantação, promovem o aumento do estoque de C do solo e recuperam a qualidade físico-química dos atributos, outrora perdida pela conversão da floresta por área de agricultura itinerante (corte e queima) e pecuária extensiva. Essa dinâmica, aparentemente, é mais rápida nos quintais agroflorestais sul-amazônicos, possivelmente devido à diversidade de espécies arbóreas e, principalmente, pela disposição espacial assimétrica das espécies adotadas pelo caboclo sul-amazônico. Essa disposição difere do espaçamento rigoroso e metódico defendido no meio acadêmico de engenharia florestal, agrônômica entre os ramos das ciências agrárias e exatas (Linhares et al., 2016).

Além dos fatores inerentes à natureza e qualidade pedogenética do solo, alguns

estudos têm constatado aumento nos teores de C orgânico do solo associado ao tempo de implantação do sistema agroflorestal. A esse respeito, Marin Perez (2002) esclarece que as mudanças nas variáveis químicas do solo em sistemas agrícolas conservacionistas não ocorrem em curto prazo e afirma que o tempo de percepção visando verificar possíveis alterações nos atributos químicos do solo pode variar de 10 a 35 anos após implantação do sistema agroflorestal.

Os sistemas agroflorestais também têm como característica a prestação de serviço ambiental, que é a valorização econômica do uso dos benefícios ambientais que um sistema pode trazer (Andrade; Romeiro, 2009). Spagnollo (2004), Diekow et al. (2005), Bayer et al. (2006) e Costa et al. (2008) citam que boas práticas de manejo, sem revolvimento do solo e com alto aporte de resíduos que promovam incrementos ou manutenção dos níveis de matéria orgânica no solo, devem ser indicadas, não somente como um meio de aumentar a produtividade dos cultivos, mas também como uma forma de reduzir os impactos adversos causados pela elevada concentração de GEEs na atmosfera.

### **Carbono no solo no contexto das mudanças climáticas**

As práticas de reflorestamento podem proporcionar ao agricultor, no futuro, um benefício complementar, uma vez que a retirada de CO<sub>2</sub> da atmosfera e seu armazenamento no solo (sequestro) poderão conferir reduções certificadas de emissões. É provável que mudanças do clima resultem em liberações significativas de C do solo na Amazônia. O efeito estufa resultará, obviamente, em temperaturas do solo mais altas, porém o aumento de temperatura na Amazônia varia

muito entre os diferentes modelos do clima global. O modelo HadCM3 do Centro Hadley, no Escritório Meteorológico do Reino Unido (UKMO), prediz que o efeito estufa não mitigado resultaria em aumento da temperatura em até 6 °C na parte ocidental da Amazônia (Cox et al., 2000, 2004). Essas mudanças de temperatura, junto com a diminuição da chuva predita pelos mesmos modelos, resultariam em uma mortalidade generalizada da floresta na Amazônia até o ano 2080. Isso reduziria ainda mais os estoques de C no solo, além dos efeitos diretos dessa mudança climática.

Os estudos do ciclo do C apresentam grande interesse devido à sua implicação nas mudanças do clima, por influência da alteração das emissões dos GEEs. As práticas agrícolas e as mudanças do uso do solo devido ao desmatamento são as principais fontes de emissão dos GEEs. O Brasil, considerando essas ações antrópicas, encontra-se em quinto lugar na classificação mundial dos países emissores desses gases. Aproximadamente 75% do CO<sub>2</sub> emitido na atmosfera são derivados de práticas agrícolas inadequadas e do desmatamento e apenas 18% são originados da queima de combustíveis fósseis (Brasil, 2010).

Recentemente o Brasil anunciou, na 21ª Conferência das Partes (COP-21), ocorrida em Paris em 2015, a sua contribuição para o acordo do clima. A Intended Nationally Determined Contribution (INDC), referindo-se à Contribuição Nacionalmente Determinada Pretendida, incluiu reduzir em 43% as emissões de GEEs em 2030 em relação aos níveis de 2005; alcançar 45% de energias renováveis (incluindo hidrelétrica); zerar o desmatamento ilegal na Amazônia em 15 anos; e restaurar 12 milhões de hectares de florestas. O Brasil teve como meta no Plano de Agricultura de Baixo Carbono (ABC) o desenvolvimen-

to sustentável na agricultura, recuperando 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e promovendo um incremento de 5 milhões de hectares de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) até 2030 (Brasil, 2016).

Com o Plano ABC o governo federal incentiva financiamentos para agricultores e cooperativas em atividades que pretendem aliar produção de alimentos e bioenergia com técnicas que garantem eficiência no campo, com balanço positivo entre sequestro e emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Brasil, 2020). Das emissões brasileiras anuais, o desmatamento da Amazônia contribui com aproximadamente 60% (Higuchi et al., 2012). Além da mitigação das emissões de GEEs, o armazenamento de C no solo pode favorecer o mercado de créditos de carbono no País. Assim, as informações devem ser consistentes na elaboração de projetos necessários para a efetivação dessa categoria de mercado, ainda em evolução no Brasil (Cidin, 2016).

O conhecimento do acúmulo de C nos solos tem se destacado como uma das mais promissoras medidas mitigadoras do aquecimento global. Dessa forma, é necessário que estimativas do estoque de C nos solos sejam desenvolvidas (Eswaran et al., 1993). As vantagens de se construir um banco de dados para realizar estimativas se referem à forma eficiente de agrupar as informações, com um baixo custo de armazenagem (Ramakrishnan; Gehrke, 2003), e à possibilidade de integração de tais dados com sistemas de informações geográficas. Assim, um banco de dados que forneça um inventário permanente de estoque de C e estabeleça métodos de estimativa e de normas para a qualidade dos dados é essencial para melhorar as predições em longo prazo (Negra et al., 2008).

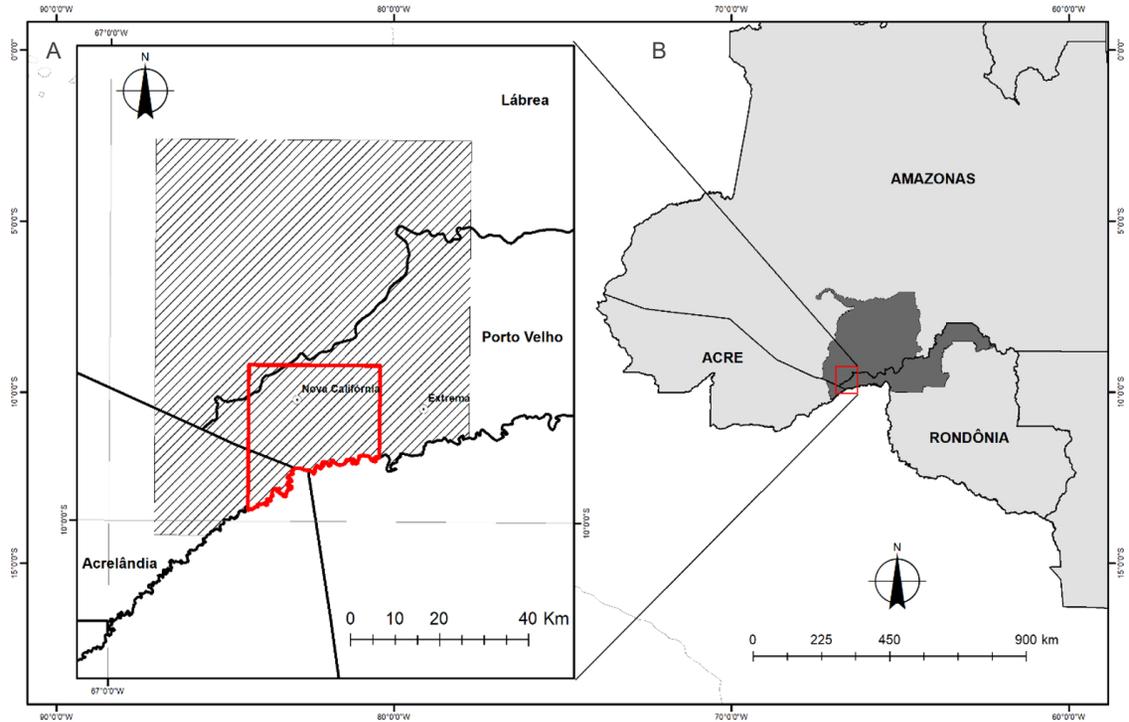
## Metodologia

### Área de estudo

A área de estudo ocupa, aproximadamente, 72.016 ha, entre as latitudes de 09°41'02" e 10°01'44" S e as longitudes de 67°42'54" e 67°26'55" W. Apresenta condições territoriais de fronteira tríplice entre os estados do Acre, Amazonas e Rondônia e faz fronteira internacional com a Bolívia (Figura 4.1).

Para caracterização geológica da área de estudo, utilizaram-se as informações disponibilizadas em Brasil (1976), referentes à folha SC19 – Rio Branco, em que aparecem duas seções geológicas. A primeira pertence ao período Quaternário formado por aluviões de areias, siltes e argilas e sedimentos inconsolidados da planície fluvial, depósitos recentes e atuais. Nessas áreas, encontram-se os Neossolos Flúvicos sob relevo plano. A segunda está representada por sedimentos da Formação Solimões, referentes ao Terciário/Quaternário do plioceno-pleistoceno, compostos por argilitos maciços ou acamados, com concreções carbonáticas e gipsíferas, vênulas de calcita e gipsita. Esses sedimentos representam materiais formadores dos Latossolos e Argissolos encontrados sob várias formas de relevo.

Na área de estudo são caracterizadas três formações florestais bem definidas: Floresta Equatorial Subperenifólia aberta com bambu, Floresta Equatorial Subperenifólia aberta com bambu e palmeira e Floresta Equatorial Perenifólia aberta de várzea com palmeiras (Brasil, 1976).



**Figura 4.1.** Localização da área de estudo (quadrado vermelho) na tríplice fronteira (Acre, Amazonas e Rondônia) com indicação dos municípios (A) e distribuição das unidades político-administrativas (B).

## Caracterização climática

Considerando-se a baixa densidade de estações meteorológicas convencionais e automáticas de superfície na Amazônia (Drumond et al., 2014), foram utilizados dados contendo séries históricas homogêneas de estações de superfície (SWS), disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET), bem como dados por estimativas a partir de modelos de circulação geral da atmosfera (GSM) em forma de grids, obtidos na base do European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF). Também foram utilizados dados climáticos da base disponível interpolada por Hijmans et al. (2005) para analisar dados médios mensais de temperatura do ar (máxima, média e mínima), total de precipitação mensal oriundos de modelos globais, Global Historical Climate Network (GHCN), com resolução espacial

de 1 km<sup>2</sup>, incluindo-se precipitação mensal e anual, precipitação acumulada no trimestre mais seco (junho, julho e agosto) e tipologia climática conforme adaptação ao método de Köppen proposto por Martorano et al. (1993).

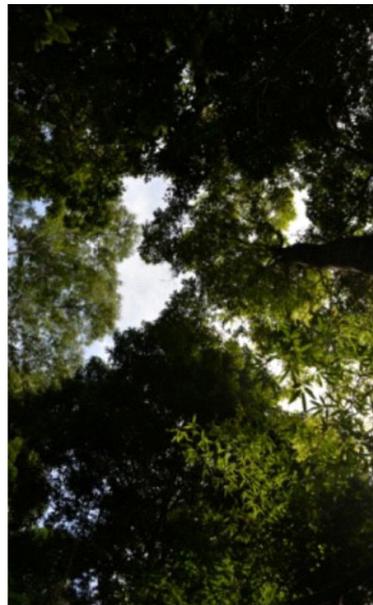
Assim sendo, utilizou-se a mesma base de dados de Martorano et al. (2017) e Moraes et al. (2020), fazendo-se recortes na área de estudo para caracterizar a tipologia e variáveis climáticas, abrangendo os três estados que integram a área de estudo. Para elaboração dos mapas foram realizados recortes fazendo-se a representação por gradação de cores em função da escala espacial que limita a separação em faixas de variabilidade. Vale destacar que no gráfico, no qual se apresenta o boxplots do regime mensal de chuva, fez-se um deslocamento no eixo “Y” para evidenciar os meses com redução da precipitação na área de estudo, muito próximo a zero.

## Diagnóstico térmico utilizando termografia infravermelha

Para subsidiar as análises de estoques de C em sistema de produção agroflorestal (SAF) fez-se o diagnóstico termográfico em 24 de maio de 2017 no período entre 12h36min15 e 14h06min05 considerando-se diferentes pontos amostrais.

Na Figura 4.2 estão representadas imagens que foram analisadas para extrair respostas térmicas nos alvos. Vale destacar que os termogramas expressam a condução de calor em cada alvo tendo como princípio físico a Lei de Fourier em que as diferenças térmicas diagnosticam a capacidade de propagação da energia solar sob as áreas com diferentes tipos de culturas.

Fotos: Eufraim Ferreira do Amaral



**Figura 4.2.** Registros feitos na área de estudo, no Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, utilizando câmera termográfica.

O monitoramento a campo foi realizado usando um termógrafo infravermelho (FLIR T650sc, Wilsonville, OR, EUA, 2015), lente de 25 mm e escala térmica entre 40 °C e 150 °C com sensibilidade de 50 mK (< 0,05 °C em temperatura ambiente a 30 °C). Na Figura 4.2 são apresentadas imagens que evidenciam diferentes ângulos de captura de termogramas para avaliar a temperatura no dossel, temperatura interna no sistema agroflorestal (SAF), temperatura atenuada por componentes arbóreos, temperatura no solo que é condicionada pela abertura nas copas das árvores e temperatura na palhada depositada no solo para subsidiar as análises de atenuação de calor pela cobertura de folhas caídas, responsáveis pelo aporte de carbono anual no sistema.

O termógrafo possui uma escala espectral com abrangência de 0,7 µm a 100 µm, resolução ótica de 640 x 480 pixels e 0,95 de emissividade. As imagens foram analisadas no programa Flir Tools, 6.3v (FLIR Systems, Inc., Wilsonville, OR, EUA, 2015) fazendo-se a separação térmica de acordo com padrões de cores no solo, no tronco e nas folhas das plantas que integram determinados arranjos no sistema agroflorestal, considerando alvos térmicos no solo, no tronco e nas folhas para evidenciar possíveis indicadores por prestação de serviço ambiental pelos diferentes arranjos de espécies arbóreas nos sistemas agroflorestais (SAFs). Foram analisados quatro tipos de SAFs (SAF1, SAF2, SAF3 e SAF4), descritos conforme a Tabela 4.1 e Figura 4.3.

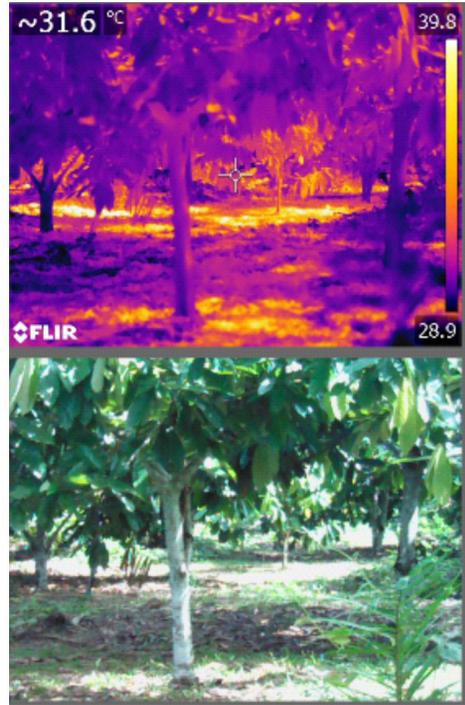
**Tabela 4.1.** Descrição dos consórcios amostrados no Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Amazônia Sul-Occidental.

Sistema agroflorestal	Composição	Ano de implantação
SAF1	Consórcio cupuaçu x rambotã – espaçamento do cupuaçuzeiro (4 m x 7 m): 357 plantas ha <sup>-1</sup> ; e do rambotãzeiro (8 m x 7 m): densidade de 178 plantas ha <sup>-1</sup>	1992
SAF2	Consórcio cupuaçu x pupunha – espaçamento do cupuaçuzeiro (6 m x 5 m): 333 plantas ha <sup>-1</sup> ; e da pupunheira (12 m x 12 m): 69 plantas ha <sup>-1</sup>	2006
SAF3	Consórcio cupuaçu, castanha e pupunha – espaçamento do cupuaçuzeiro (4 m x 7 m) + 14 m: 240 plantas ha <sup>-1</sup> ; da castanheira (12 m x 21 m): 40 plantas ha <sup>-1</sup> ; e da pupunha para semente (2 plantas entre castanheiras, a cada 4 m): 80 plantas ha <sup>-1</sup>	1991
SAF4	Consórcio cupuaçu, castanha e pupunha (semelhante ao SAF3) – espaçamento do cupuaçuzeiro (4 m x 7 m) intercalado com castanheira (12 m x 21 m) e pupunheira: densidade inicial de 80 plantas ha <sup>-1</sup> . O SAF tem espaçamento mais amplo devido à mortalidade de plantas ao longo de 27 anos, desbaste de pupunheiras e vegetação espontânea no sub-bosque	1991

Fotos: Eulfran Ferreira do Amaral



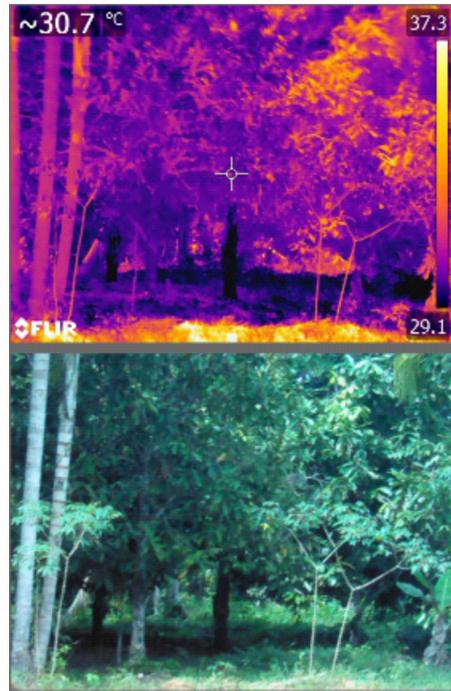
SAF 1



SAF2



SAF3



SAF4

**Figura 4.3.** Imagens termográficas e no visível evidenciando os arranjos na área de estudo, no Projeto Reforestamento Econômico Consorciado e Adensado.

Foi coletado um total de 92 amostras de temperatura nos alvos, conforme padrão de cor na paleta Rainbow extraindo-se 9 amostras na superfície do solo, 4 amostras no tronco e 8 nas folhas, seguindo o rigoroso critério de aleatorização de acordo com o padrão de cores nos SAFs. Com o auxílio de rotinas no R para Windows R Core Team (2018) foram elaborados gráficos para evidenciar os gradientes nos alvos tratados, considerando-se todas as informações, com o objetivo de apontar os alvos com maiores variações térmicas.

Com relação ao uso da terra, a região do Projeto Reça sofre uma alta pressão por desmatamento visando à abertura de novas áreas de pastagens e roçados anuais. Atualmente já possui 55,3% da área desmatada, que corresponde a 39.799,8 ha, sendo a maior parte ocupada por pastagem. A floresta remanescente ocupa 32.216,2 ha que correspondem a 44,7% da área de estudo.

### Obtenção de dados pedológicos

Os dados pedológicos utilizados foram obtidos em duas etapas. A primeira, configurou-se na compilação de dados já existentes na área de estudo, sendo considerados os trabalhos de Brasil (1976) (1 perfil), Rondônia (2000) (9 perfis), Silva et al. (2006) (3 perfis) e Couto (2010) (13 perfis). Todos esses perfis foram reclassificados de acordo com o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018).

Em uma segunda etapa, realizou-se a coleta de mais 11 perfis, com 61 amostras. Ao todo foram incorporados no estudo 45 perfis (Figura 4.4) com 251 amostras de horizontes.

Por ocasião da coleta, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e, posteriormente, preparadas para a caracteriza-

ção física e química no Laboratório de Solos da Embrapa Acre, sendo determinados pH em H<sub>2</sub>O, C<sup>1</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, H+Al, P e calculados CTC pH 7,0, SB, valor V, soma de bases (SB) e saturação por alumínio. A caracterização da análise granulométrica e a densidade aparente (cilindro volumétrico) foram realizadas segundo metodologias de Donagema (2011).

### Amostragem para caracterização da fertilidade do solo e dos estoques de C dos solos em propriedades do Projeto Reça

Foram coletadas 115 amostras compostas (Figura 4.5) a partir de três amostras simples na profundidade 0 cm–20 cm, para avaliação da fertilidade do solo e estoques de C em 68 propriedades de 11 grupos de produtores do Projeto Reça, realizada no Laboratório de Solos da Embrapa Acre, conforme metodologia indicada em Donagema (2011).

### Construção da base geográfica de dados

As atividades de geoprocessamento foram realizadas utilizando-se o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS, desenvolvido pelo Environmental Systems Research Institute (ESRI) de Redlands, Califórnia (Ormsby et al., 2001).

Para elaboração da base cartográfica foram utilizadas imagens de radar Aster com pixel de 30 m (Nasa, 2011), imagens de radar Alos Palsar com resolução espacial de 12,5 m (Japan Aerospace Exploration Agency, 2017), imagens de satélite Sentinel do ano

<sup>1</sup> O carbono orgânico total foi determinado por meio do processo de oxidação da matéria orgânica, por via úmida, com dicromato de potássio 0,1667 mol L<sup>-1</sup> sem aquecimento (Walkley; Black, 1934).

de 2017 e a base cartográfica da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (Brasil, 2019). Para elaborar a base cartográfica e a coleta de dados de campo utilizou-se o Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator (UTM) com Datum Sirgas 2000.

As interpretações do material cartográfico básico para identificar e verificar a distribuição das várias unidades de mapeamento no campo foram feitas antes, durante e após os trabalhos de campo, resultando na elaboração do mapa pedológico em nível de reconhecimento de

média intensidade na escala de 1:100.00 e de sua legenda final.

Com base nas observações, exames e descrições morfológicas de solos efetuados durante os trabalhos de campo, nos resultados analíticos de perfis de solo e na comparação das legendas, resultantes das avaliações de diferentes viagens de campo, foi elaborada a legenda final, seguindo as recomendações constantes em Santos et al. (1995) e IBGE (2015).

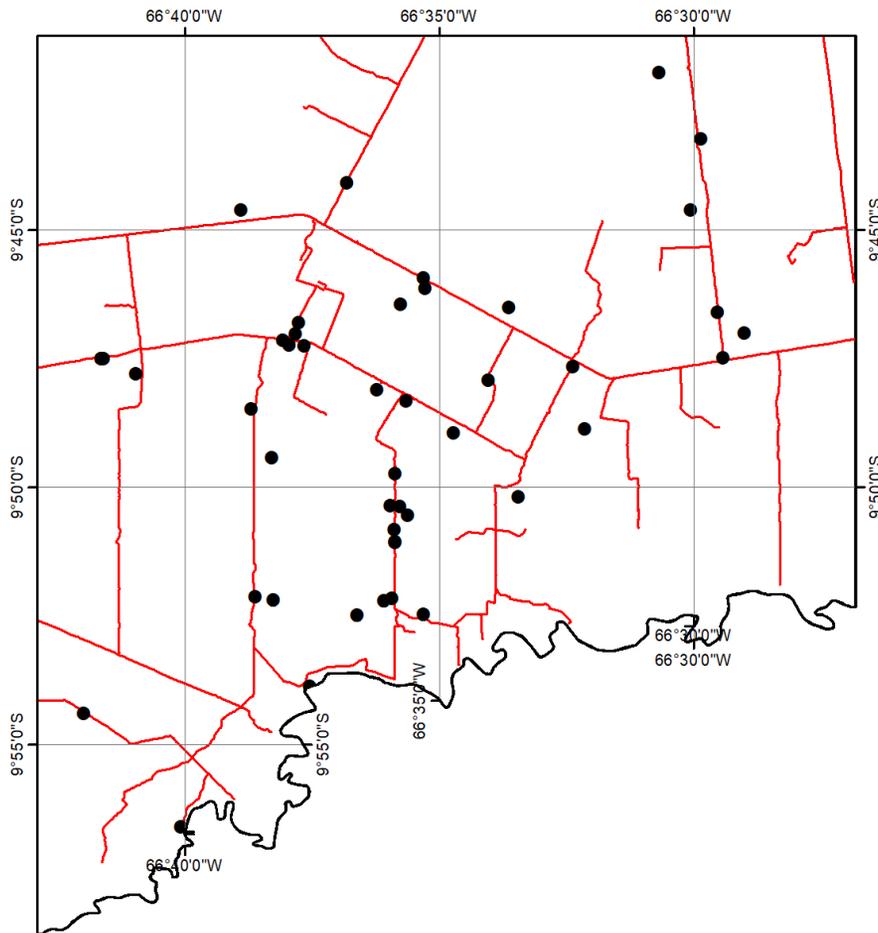


Figura 4.4. Distribuição dos pontos amostrais dos perfis de solo na área de estudo.

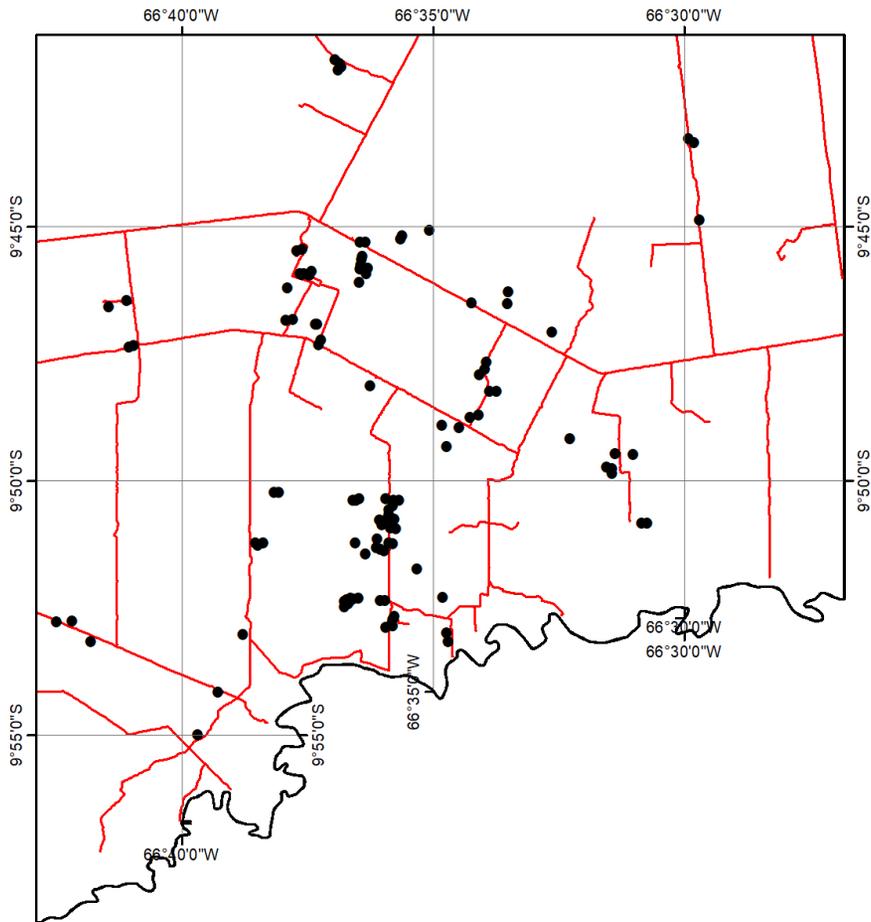


Figura 4.5. Distribuição dos pontos amostrais para fins de fertilidade do solo.

## Determinação dos estoques de carbono

Os solos descritos foram classificados até o quarto nível categórico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, e apresentados de acordo com a classificação vigente (Santos et al., 2018). As médias por uso e cobertura da terra foram obtidas identificando-se, para cada perfil, o uso e cobertura da terra reportada para o dado de carbono.

Para os solos sem resultados de densidade aparente, aplicou-se a função de pedotransferência, desenvolvida por Benites et al.

(2007), para estimar a densidade do solo nos horizontes:

$$D_s = 1,56 - (0,0005 \times \text{argila}) - (0,01 \times C) + (0,0075 \times \text{SB})$$

em que

$D_s$  = densidade do solo.

argila = proporção de argila na análise granulométrica, expressa em g kg<sup>-1</sup>.

$C$  = concentração de carbono no solo, expressa em g kg<sup>-1</sup>.

SB = soma de bases ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$ ), expressa em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Em seguida, a partir dos dados de estoque de C por horizonte, foi calculado o carbono total até as profundidades de 0 cm–20 cm e de 0 cm–100 cm do solo. Esses dados então foram integrados em cada unidade de mapeamento de solo, de acordo com a ocorrência de cada classe, para se obter o carbono total por área ocupada.

Nas amostras para avaliação da fertilidade foram utilizados os dados de C orgânico para calcular os estoques até a profundidade de 20 cm. A partir da determinação da densidade e do teor de C do solo foi possível calcular o estoque de carbono do solo (Silva et al., 2004) em cada profundidade. O cálculo dos estoques foi realizado pela equação<sup>2</sup>:

$$E_c = D_s \times h \times C$$

em que

$E_c$  = estoque de carbono ( $Mg\ ha^{-1}$ ).

$D_s$  = densidade aparente do solo ( $g\ cm^{-3}$ ).

$h$  = espessura da camada de solo amostrada (cm).

$C$  = teor de C ( $g\ kg^{-1}$ ).

## Análise estatística

Os resultados dos estoques de carbono foram submetidos à análise de variância com o objetivo de conhecer as diferenças significativas entre as profundidades e entre as classes de solos pelo procedimento Anova. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade para caracterizar as diferenças entre as ordens e subordens.

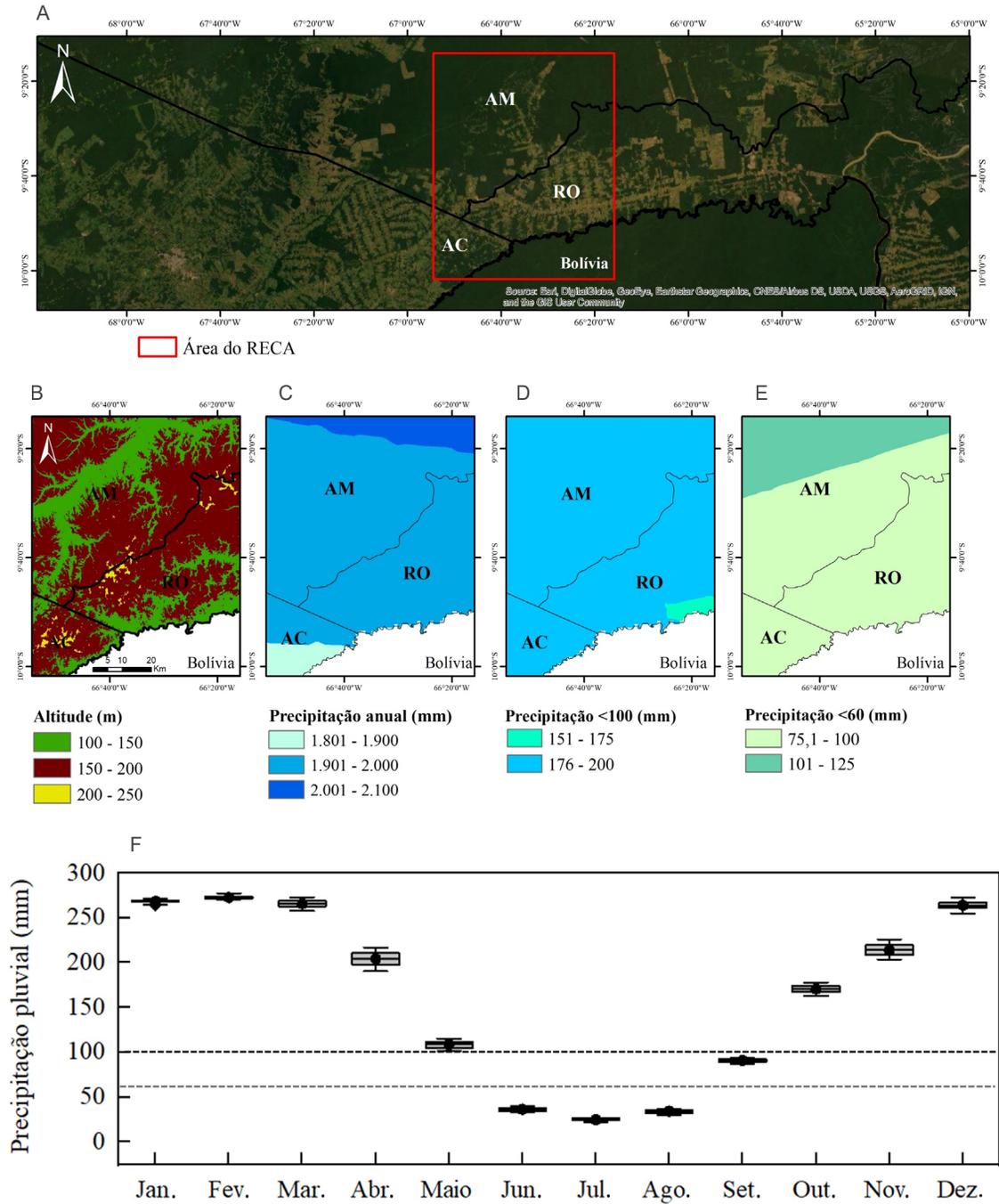
## Resultados e discussão

### Condições climáticas na área de estudo

Na área do Reca (Figura 4.6A), os valores altimétricos variam entre 200 m e 250 m em relação ao nível médio do mar (Figura 4.6B). Em função dos dados espaciais, verifica-se que as chuvas anuais apresentam reduções (1.800 mm a 1.901 mm) (Figura 4.6C) na parte sudeste-sul, nas áreas sob o domínio do estado do Acre. Ao contabilizar o total de chuva com valores mensais menores de 100 mm, há uma quase uniformidade na área de estudo, mas, ao analisar o total nos meses abaixo de 60 mm, nota-se que as áreas apresentam espacialmente dimensões semelhantes, reforçando a importância dessa variável climática no aporte de C.

Em se tratando do regime de chuva mensal, verifica-se que janeiro, fevereiro, março e dezembro são os meses mais pluviosos. Em quatro meses (junho a setembro) as chuvas mensais ficam abaixo de 100 mm (Figura 4.6D), mas as atenções devem ser focadas no período entre junho e agosto, quando o volume de chuva não ultrapassa os 60 mm (Figura 4.6E), indicando que reduções na quantidade de água disponível às plantas poderão causar maiores aportes de C na superfície do solo e menor decomposição pela redução da chuva (Figura 4.6F), na avaliação desse componente climático.

<sup>2</sup> Não foi realizada a correção por equivalente de massa uma vez que se tratava de usos agroflorestais similares; utilizaram-se duas profundidades de 0 cm–20 cm e 0 cm–100 cm.



**Figura 4.6.** Área do Projeto Reforestamento Econômico Consorciado e Adensado (A), mapas de altitude em metros (B), precipitação pluvial anual em mm (C), total de precipitação nos meses com chuva abaixo de 100 mm (D) e de 60 mm (E) e boxplot de distribuição mensal das chuvas (F).

Na área de estudo (Figura 4.7A), a umidade relativa do ar (%) variou anualmente em média entre 80% e 90% (Figura 4.7B). Nas áreas mais altas ocorrem os menores valores em termos de percentual de vapor d'água presente na atmosfera. A temperatura média anual variou de 26 °C a 27 °C (Figura 4.7C), as máximas entre 31,5 °C e 32 °C (Figura 4.7D) e as mínimas entre 20,5 °C e 21,5 °C (Figura 4.7E), reforçando a importância da variável hídrica nas análises dos estoques de C no solo, ao considerar, em função da escala de detalhe do trabalho, baixa variabilidade térmica na área de estudo. Todavia, ao analisar a dinâmica térmica mensal, os meses mais quentes foram setembro, outubro e novembro, com temperaturas médias de aproximadamente 27 °C, e junho e julho, com valores mais próximos dos 25 °C (Figura 4.7F).

Em Bastos (1972) foi apontado que a temperatura média anual em Rio Branco é da ordem de 24,3 °C, sendo os meses mais quentes setembro, novembro e dezembro, com temperaturas médias em torno de 25 °C, que caem para 22,9 °C a 22 °C, entre junho e julho, respectivamente. Essas reduções térmicas são influenciadas nesses meses pela ocorrência de ondas de frio, que podem atingir até 4 °C, com duração de 3 a 8 dias. As análises de Duarte (2006) confirmam que no Acre em julho são observados valores térmicos variando entre 17 °C e 22 °C. Corroborando as análises climáticas de Amaral et al. (2019), em 2005, as friagens são mais frequentes com mínimas em julho da ordem de 13 °C, indicando nesse ano registros de madrugadas mais frias no Acre.

O padrão climático com base na tipologia de Köppen adaptada por Martorano et al. (1993, 2017) confirma que há uma área com moderada estação seca e ocorrência

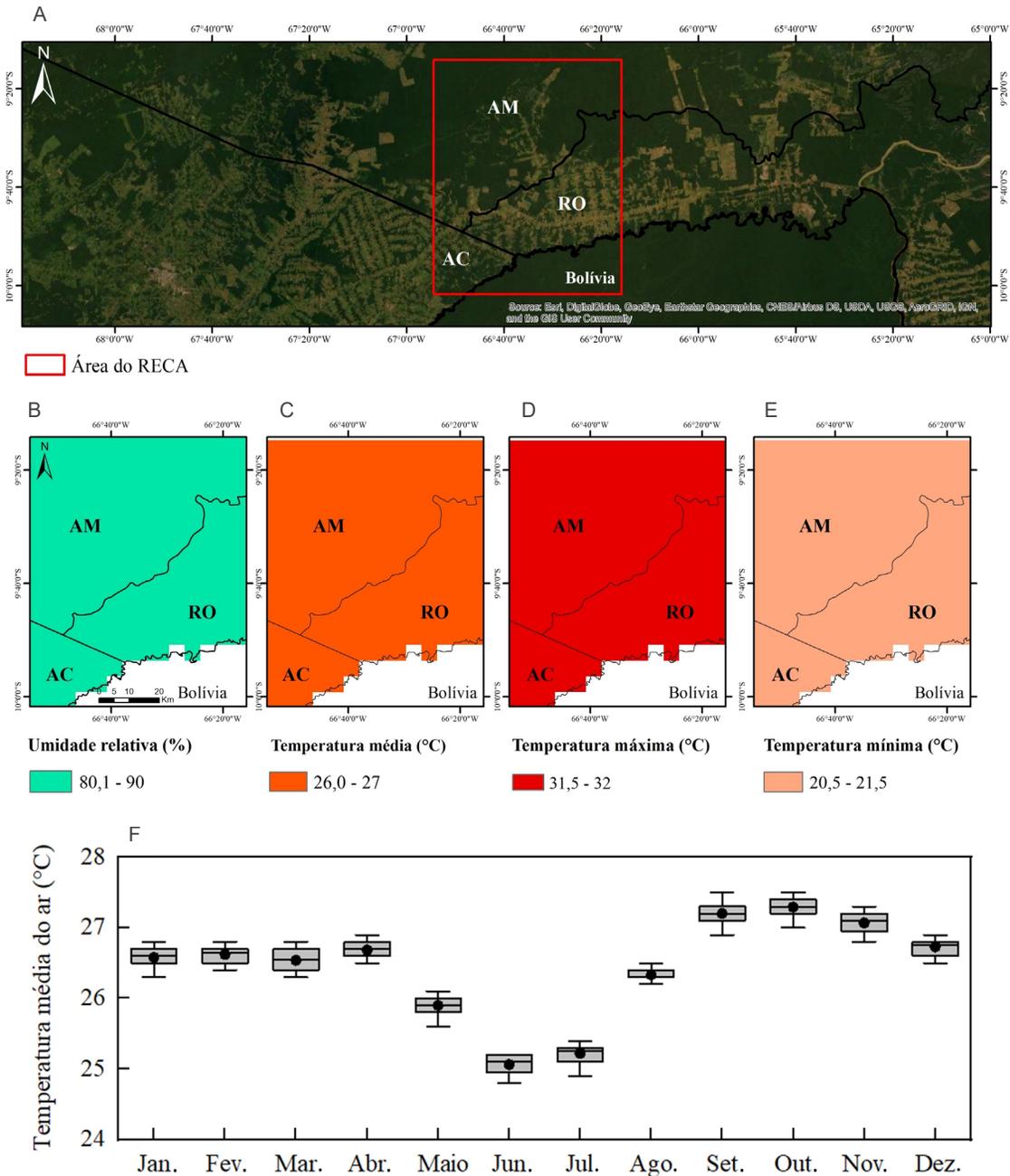
de precipitação média mensal inferior a 60 mm pertencente à tipologia Am<sub>3</sub>. A área está regida por duas tipologias climáticas, Am<sub>4</sub> e Aw<sub>4</sub>, reforçando que o volume de chuva anual varia entre 1.500 mm e 2.000 mm (Figura 4.8). Com base na tipologia de Thornthwaite; Mather (1955), conforme os estudos de Moraes et al. (2020) para a Amazônia (Figura 4.8), a área de estudo é regida pelo tipo B3rA'a', caracterizando clima úmido, sem ou com pequena deficiência hídrica, com evapotranspiração potencial maior ou igual a 1.140 mm (Pereira et al., 2002).

Os estudos de Bastos (1972) e Alvares et al. (2013) apontam que o Projeto Reça está inserido na condição climática Am<sub>4</sub> em transição com o Aw<sub>4</sub>, inferindo-se que na série histórica analisada pelos autores os meses menos chuvosos foram mais marcantes e Rio Branco enquadrou-se na tipologia Aw. Todavia, ao avaliar as análises apresentadas em Brasil (1976), conclui-se que a vegetação florestal é reflexo de uma estação seca de pequena duração, em decorrência da precipitação que se distribui quase uniformemente, corroborando com as condições típicas de Am<sub>4</sub>.

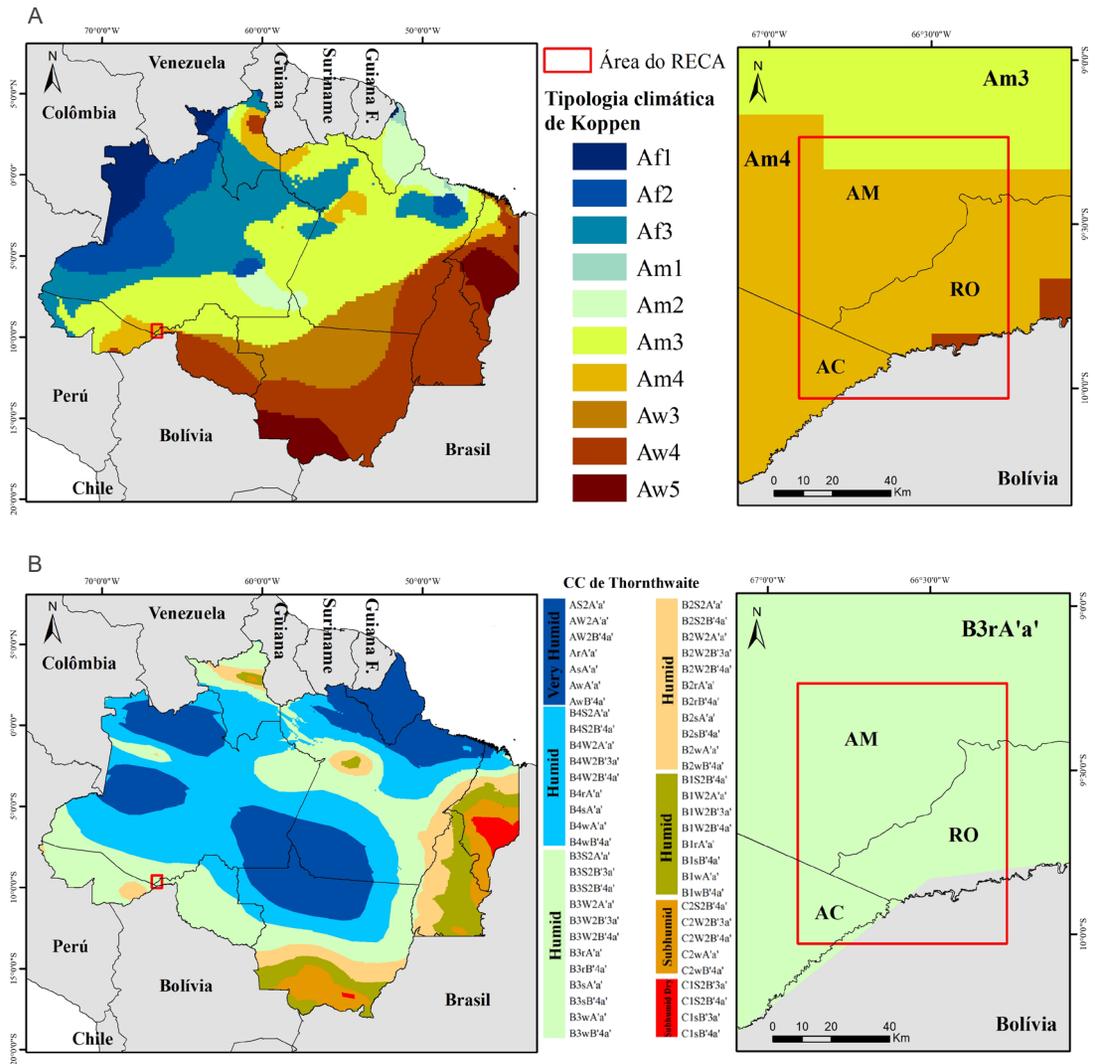
Machado (2015) reforça sobre o processo interativo no sistema climático, em que cada componente (atmosfera, hidrosfera, criosfera, superfície terrestre e biosfera) responde em função de fatores externos, a exemplo, efeitos em decorrência da energia solar e pelo processo antrópico. Os componentes atmosféricos gases, particulados e vapor d'água são responsáveis, principalmente, na troposfera terrestre pela atenuação da radiação solar (342 W m<sup>-2</sup>) e absorção da radiação infravermelha emitida pela Terra. O fluxo interativo solo-planta-animais-atmosfera mantém naturalmente a tempera-

tura da Terra em torno de 14 °C, mas os modelos de Field e Barros (2014) reforçaram as evidências de que o efeito antrópico é variável sensível ao apontar elevações

térmicas na temperatura da Terra da ordem de 1 °C ou, em cenários pessimistas, atingir valores próximos a 4 °C, em prognósticos de mudanças climáticas.



**Figura 4.7.** Área do Projeto Reforestamento Econômico Consorciado e Adensado (A), valores de umidade relativa do ar (B), temperatura média (C), máxima (D) e mínima (E) e boxplot da temperatura média (F).



**Figura 4.8.** Tipologias climáticas, na área do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, de acordo com a classificação de Köppen.

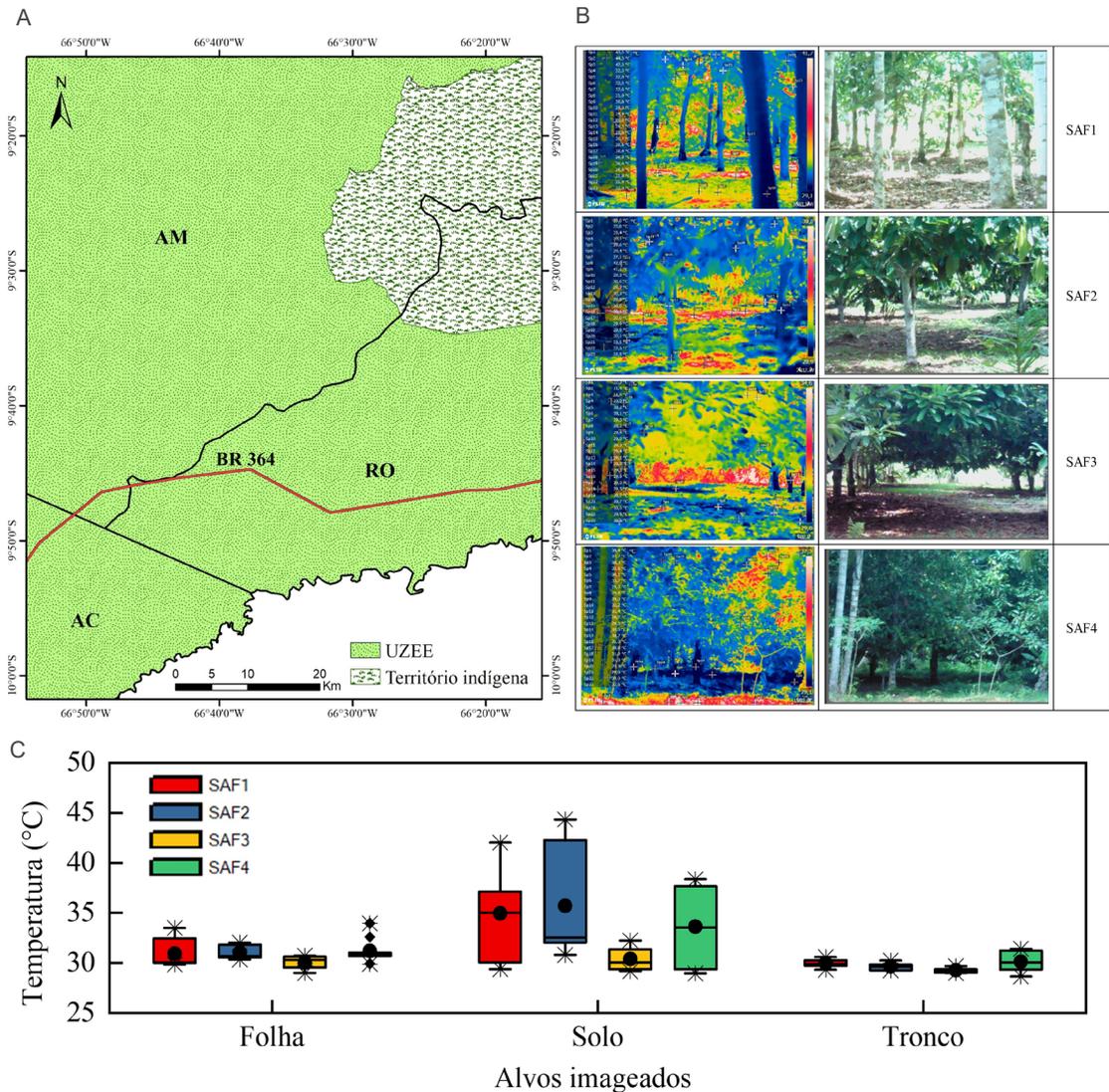
Fonte: Adaptado por Martorano et al. (1993) (A) e Moraes et al. (2020) (B).

Considerando que o mês de maio apresenta transição entre o período de menor precipitação pluvial na área de estudo, reduzindo também as temperaturas médias do ar, os diagnósticos termográficos subsidiam a importância de manutenção da vegetação no solo em horários de intensa incidência de raios solares. Observa-se na Figura 4.9B que o padrão térmico identificado em cada SAF (SAF1 – cupuaçu x rambotã; SAF2 – cupuaçu

x pupunha; SAF3 – cupuaçu x castanha x pupunha; e SAF4 – cupuaçu x castanha x pupunha, área borda) reforça a importância do componente arbóreo nessas áreas que foram apontadas como antrópicas pelo Projeto Uniformização do Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal (UZEE) (Figura 4.9A), por Martorano et al. (2017) nos estudos de zoneamento topoclimático para indicação de plantios de espécies nativas

da Amazônia. Os boxplots nos troncos e nas folhas apresentam baixa variabilidade (Figura 4.9C), porém nas áreas com solo mais exposto aos raios solares as temperaturas

foram mais elevadas, indicando que entre 12h e 14h do dia 24 de maio de 2017 havia locais no solo que registraram 45 °C.



**Figura 4.9.** Mapa indicando áreas antrópicas na Amazônia pelo Projeto Uniformização do Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal (A), imagens termográficas analisadas considerando quatro arranjos de sistemas agroflorestais no Projeto Reforestamento Econômico Consorciado e Adensado (B) e boxplot de temperaturas correspondentes aos alvos solo, tronco e folhas (C).

Por outro lado, no SAF3, com maior fechamento do dossel pelas copas das árvores com quase 30 anos de idade, as temperaturas foram em torno de 30 °C, evidenciando diferenças de cerca de 15 °C entre os alvos imageados

no SAF3 e SAF4, reforçando a prestação de serviço ambiental como atenuador de calor pelo arranjo de plantas no SAF3, que confirma a baixa variabilidade térmica desse sistema. No SAF4, que apresenta diversificação,

inclusive no sub-bosque, a presença de palmeiras pela arquitetura das folhas e caule explica a variação térmica, mas os resultados estão muito próximos às temperaturas no solo do SAF1 (Figura 4.9C).

### **Estoque de carbono nas diferentes classes de solos do Projeto Reça e diferentes profundidades**

Das cinco ordens que ocorrem na área de estudo, a que possui maior extensão é a dos Argissolos, com 47,2%; os Plintossolos ocupam 28,8%; os Latossolos 3,9%; os Neossolos 0,1%; e os Cambissolos ocorrem com inclusão em duas unidades de mapeamento. Em todas as ordens os teores de cátions trocáveis foram baixos associados a altos teores de alumínio, solos distróficos com maiores teores de C orgânico (Corg) no horizonte superficial (Tabela 4.2).

A análise granulométrica permitiu classificar os horizontes A e B em diferentes classes texturais, predominando textura argilosa nos Argissolos e Plintossolos e textura média nos Latossolos. A relação silte/argila demonstra graus diferenciados de evolução pedológica em função do material de origem sedimentar e a densidade aparente ( $D_s$ ) aumenta com a profundidade (Tabela 4.3).

Os estoques de C variaram de  $76,8 \text{ Mg ha}^{-1}$  a  $219,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ , considerando o volume de solos até 100 cm de profundidade da superfície (Tabela 4.4). Os maiores estoques foram encontrados nos Cambissolos, sendo 26,7% nos primeiros 20 cm de profundidade, em função das maiores densidades e da textura. Esses valores são superiores aos encontrados por Melo (2003) para o estado do Acre ( $64 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), por Fidalgo et al. (2007) para solos do Brasil ( $55 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e por aqueles estimados por Cidin (2016) para solos do Brasil

( $57,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Apesar de serem solos distróficos foram coletados sob sistemas agroflorestais com pupunha, cupuaçu, castanha-da-amazônia do Projeto Reça que contribuíram para o incremento nos estoques, conforme postulado por Somarriba (1992), Albrecht; Kandji (2003), Garrity (2004), Jose (2009), Nair et al. (2009) e Oliveira (2015), associados às características da ordem com baixa evolução no desenvolvimento pedológico.

No segundo grupo de ordens, com estoques similares, na profundidade de 100 cm, estão os Latossolos e Argissolos. Os estoques de C encontrados nos Latossolos foram de  $118,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ , sendo 45,1% nos primeiros 20 cm de profundidade, superiores aos encontrados por Melo (2003) ( $74 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), Fidalgo et al. (2007) ( $41,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e Cidin (2016) ( $53,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Ressalta-se que esses são os solos mais desenvolvidos da área com caráter distrófico. Para os Argissolos foram estimados estoques de C de  $96 \text{ Mg ha}^{-1}$ , sendo 45,6% nos primeiros 20 cm de profundidade, com valores superiores aos encontrados por Melo (2003) ( $61 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), Fidalgo et al. (2007) ( $37,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e Cidin (2016) ( $46,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Portanto, estudos locais são importantes para melhor definir os estoques que se apresentaram maiores que em trabalhos já realizados e integram informações recentes de perfis coletados na área de estudo como os de Couto (2010) que permitem estimativas com menor dispersão.

No terceiro grupo de ordens, com estoques similares, na profundidade de 100 cm, estão os Plintossolos e Neossolos Flúvicos. Os estoques de C encontrados nos Plintossolos foram de  $87,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ , sendo 43,7% nos primeiros 20 cm de profundidade, valores superiores aos encontrados por Fidalgo et al. (2007) ( $36,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e Cidin (2016)

(47,9 Mg ha<sup>-1</sup>). Ressalta-se que esses são solos pouco desenvolvidos e de baixa fertilidade natural. Para os Neossolos Flúvicos foram estimados estoques de 76,8 Mg ha<sup>-1</sup>, dos quais 94,3% nos primeiros 20 cm de profundidade, ressaltando a importância da deposição de sedimentos para sua gênese e acúmulo de C nos horizontes superficiais. Esses estoques foram superiores aos encontrados por Fidalgo et al. (2007) (36,5 Mg ha<sup>-1</sup>) e Cidin (2016) (43,1 Mg ha<sup>-1</sup>), indicando uma tendência de estoques maiores que as médias já definidas para os solos do Brasil.

Na camada de 0 cm–20 cm os estoques de C seguiram sequência decrescente (Cambissolo > Latossolo > Neossolo > Argissolo > Plintossolo) e para os estoques totais na camada de 0 cm–100 cm de profundidade a sequência foi Cambissolo > Latossolo > Argissolo > Plintossolo > Neossolo. Destaca-se a importância de estratificar as ordens para avaliação dos estoques e o conhecimento da sua concentração nos primeiros 20 cm, parâmetros que podem ser utilizados como base para indicadores ambientais de efetividade no uso da terra.

**Tabela 4.2.** Atributos químicos das subordens de solos encontradas na área de inserção do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Amazônia Sul-Occidental, nas profundidades de 0 cm–20 cm e 0 cm–100 cm.

Subordem	Dado químico									
	pH (H <sub>2</sub> O)	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )					(mg dm <sup>-3</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )	(%)	
		Ca	Mg	K	H+Al	CTC pH7	P	Corg	V	Valor m
Argissolo Amarelo										
Horizonte A	4,64	1,57	1,08	0,12	6,21	8,98	5,69	16,89	31,06	44,28
Horizonte B	4,74	0,28	0,48	0,10	7,08	7,93	1,15	6,62	13,62	79,89
Argissolo Vermelho										
Horizonte A	4,47	1,43	1,17	0,14	4,86	7,60	4,96	12,12	34,26	33,62
Horizonte B	4,62	0,14	0,28	0,06	5,73	6,20	0,80	4,49	7,26	84,90
Argissolo Vermelho-Amarelo										
Horizonte A	4,50	3,35	2,20	0,26	7,19	13,02	3,01	19,40	45,46	18,00
Horizonte B	4,68	0,09	0,70	0,07	8,43	9,30	1,06	4,94	8,57	96,00
Cambissolo Háplico										
Horizonte A	4,12	0,25	1,66	0,10	8,94	10,94	0,50	22,46	22,80	58,37
Horizonte B	4,31	0,00	1,36	0,09	8,31	9,76	0,50	13,65	15,80	73,69
Latossolo Amarelo										
Horizonte A	4,59	2,44	2,11	0,16	7,16	11,88	2,47	18,42	40,84	15,66
Horizonte B	4,65	0,14	0,87	0,07	6,15	7,22	0,81	6,51	15,61	65,73
Latossolo Vermelho										
Horizonte A	4,49	1,60	0,97	0,26	5,79	8,63	1,68	21,60	32,44	41,85
Horizonte B	4,65	0,16	0,35	0,09	4,45	5,05	0,60	6,72	11,82	78,21

Continua...

**Tabela 4.2.** Continuação.

Subordem	Dado químico									
	pH (H <sub>2</sub> O)	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )					(mg dm <sup>-3</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )	(%)	
		Ca	Mg	K	H+Al	CTC pH7	P	Corg	V	Valor m
Latossolo Vermelho- -Amarelo										
Horizonte A	4,59	2,77	0,50	0,46	2,60	6,33	1,09	17,21	43,51	44,16
Horizonte B	4,44	0,85	0,26	0,11	3,76	4,97	0,65	7,16	21,30	65,83
Neossolo Flúvico										
Horizonte A	5,00	6,51	4,57	0,30	8,50	19,87	10,00	35,45	50,39	28,82
Horizonte C	5,41	3,69	2,02	0,13	6,17	12,02	6,64	1,76	51,78	44,32
Plintossolo Argilúvico										
Horizonte A	4,48	1,26	0,91	0,14	5,87	8,20	1,88	17,42	28,49	39,82
Horizonte B	4,66	0,12	0,32	0,08	6,88	7,41	0,49	5,66	7,73	88,30
Plintossolo Háplico										
Horizonte A	4,12	2,50	0,40	0,16	4,47	7,53	1,65	14,50	41,52	51,10
Horizonte B	4,32	0,48	0,28	0,12	7,79	8,67	0,66	4,87	11,90	85,62
Plintossolo Pétrico										
Horizonte A	4,00	1,03	0,52	0,29	3,60	5,44	2,05	18,20	34,00	59,31
Horizonte B	3,93	0,13	0,12	0,09	5,74	6,07	0,53	5,78	5,50	93,88

Couto (2010) ressalta que os atributos químicos do solo do Projeto Reca não são considerados bons indicadores na seleção de áreas para a implantação de sistemas agroflorestais, pois os valores de estoques de carbono do solo até a profundidade de 1 m apresentam alta variabilidade e os maiores valores foram encontrados em geral nas áreas de floresta. Essa afirmativa refere-se a uma área específica e utilizando somente 13 perfis. Para este estudo foram considerados, além desses perfis, mais 32, incluindo 11 coletados de forma a complementar o banco de dados geográfico, o que permitiu, além de produzir um mapa temático, a redução da variabilidade e um melhor ajuste da estratificação.

Para os Argissolos, os estoques variaram de 39,1 Mg ha<sup>-1</sup> a 45 Mg ha<sup>-1</sup> na camada de 0 cm–20 cm e os Argissolos Amarelos apresentaram os maiores valores, que foram iguais aos estoques dos Argissolos Vermelho-Amarelos. Os Argissolos Vermelhos foram os que apresentaram menores estoques nessa camada. Na camada de 0 cm–100 cm, os estoques variaram de 80,6 Mg ha<sup>-1</sup> a 108,8 Mg ha<sup>-1</sup>, sendo os Argissolos Amarelos os que apresentaram maior estoque e os Argissolos Vermelho-Amarelos, os menores (Tabela 4.5). Os resultados evidenciam a sensibilidade da resposta da camada de 0 cm–20 cm em função do uso e os estoques totais refletem a expressão da gênese de cada subordem.

**Tabela 4.3.** Atributos físicos das subordens de solos encontradas na área de inserção do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Amazônia Sul-Occidental, nos horizontes A, B e C.

Subordem	Atributo físico					Ds <sup>(1)</sup> (kg dm <sup>-3</sup> )
	(g kg <sup>-1</sup> )				Silte/argila	
	Areia grossa	Areia fina	Argila	Silte		
Argissolo Amarelo						
Horizonte A	50	190	450	310	1,89	1,27
Horizonte B	30	151	326	493	0,69	1,46
Argissolo Vermelho						
Horizonte A	64	229	328	330	1,17	1,39
Horizonte B	39	139	311	511	0,65	1,44
Argissolo Vermelho-Amarelo						
Horizonte A	27	94	579	300	2,28	1,18
Horizonte B	15	52	412	520	0,83	1,40
Cambissolo Háplico						
Horizonte A	20	80	490	410	1,20	1,40
Horizonte B	23	60	440	477	0,93	1,58
Latossolo Amarelo						
Horizonte A	30	296	211	462	0,58	1,33
Horizonte B	29	183	150	638	0,28	1,44
Latossolo Vermelho						
Horizonte A	43	166	209	581	0,40	1,22
Horizonte B	29	129	133	708	0,20	1,32
Latossolo Vermelho-Amarelo						
Horizonte A	41	232	226	500	0,65	1,37
Horizonte B	30	237	240	493	0,75	1,48
Neossolo Flúvico						
Horizonte A	10	235	480	275	2,06	1,28
Horizonte C	16	334	353	300	1,94	1,57
Plintossolo Argilúvico						
Horizonte A	24	146	501	329	1,61	1,29
Horizonte B	24	94	383	498	0,84	1,42
Plintossolo Háplico						
Horizonte A	52	180	368	400	1,05	1,42
Horizonte B	36	130	260	574	0,46	1,50
Plintossolo Pétrico						
Horizonte A	42	168	285	505	0,57	1,37
Horizonte B	45	180	212	562	0,38	1,48

<sup>(1)</sup> Densidade aparente (Ds).

**Tabela 4.4.** Estoques de carbono das ordens de solos encontradas na área de inserção do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Amazônia Sul-Occidental, nas profundidades de 0 cm–20 cm e 0 cm–100 cm.

Ordem	Estoque C (Mg ha <sup>-1</sup> )	
	0 cm–20 cm	0 cm–100 cm
Argissolo	43,8ab	96,0b
Cambissolo	58,5a	219,2a
Latossolo	53,6a	118,8b
Neossolo Flúvico	47,0ab	76,8c
Plintossolo	38,3b	87,6c

Na mesma coluna, letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.5.** Estoques de carbono (Mg ha<sup>-1</sup>) das subordens de solos encontradas na área de inserção do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Amazônia Sul-Occidental, nas profundidades de 0 cm–20 cm e 0 cm–100 cm.

Subordem	Estoque C (Mg ha <sup>-1</sup> )	
	0 cm–20 cm	0 cm–100 cm
Argissolo Amarelo	45,0abcde	108,8bc
Argissolo Vermelho	39,1bcde	102,3bcd
Argissolo Vermelho-Amarelo	44,7abcde	80,6bcde
Cambissolo Háptico	58,5a	219,2a
Latossolo Amarelo	52,7ab	140,2b
Latossolo Vermelho	55,4a	116,1b
Latossolo Vermelho-Amarelo	45,7abc	99,8bcde
Neossolo Flúvico	47,0abc	76,8de
Plintossolo Argilúvico	36,3cd	86,8bcde
Plintossolo Háptico	33,9de	80,3cde
Plintossolo Pétrico	49,7abc	100,4bcde

Na mesma coluna, letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Nos Latossolos os estoques variaram de 45,7 Mg ha<sup>-1</sup> a 55,4 Mg ha<sup>-1</sup> na camada de 0 cm–20 cm e os Latossolos Vermelhos apresentaram os maiores valores, que foram iguais às demais duas subordens (Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos). Na camada de 0 cm–100 cm os estoques variaram de

99,8 Mg ha<sup>-1</sup> a 140,2 Mg ha<sup>-1</sup>, sendo os Latossolos Amarelos os que apresentaram maior estoque e os Latossolos Vermelho-Amarelos, os menores. Verifica-se a tendência de valores maiores que os Argissolos e uma concentração nos estoques na camada superior do perfil.

Para os Plintossolos, os estoques foram entre 33,9 Mg ha<sup>-1</sup> e 49,7 Mg ha<sup>-1</sup> na camada de 0 cm–20 cm. Os Plintossolos Pétricos tiveram os maiores valores em relação aos Plintossolos Háplicos e iguais aos Plintossolos Argilúvicos. Para a camada de 0 cm–100 cm, os estoques variaram de 80,3 Mg ha<sup>-1</sup> a 100,4 Mg ha<sup>-1</sup>, com a mesma tendência de valores decrescentes dos Plintossolos Pétricos para os Plintossolos Háplicos.

### Estoque de carbono nos solos da área de estudo

As estimativas para as unidades de mapeamento resultaram em estoques médios de carbono na camada de 0 cm–20 cm de 48,5 Mg ha<sup>-1</sup> ± 6,9 Mg ha<sup>-1</sup>, e para a camada de 0 cm–100 cm o estoque médio de 99,3 Mg ha<sup>-1</sup> ± 27,9 Mg ha<sup>-1</sup>, menores que os dados de perfis individuais, mas ainda maiores que os encontrados por Melo (2003), Fidalgo et al. (2007) e Cidin (2016). Os dados integrados no mapa de solos resultaram em um estoque total para a área de estudo de 7,6 Mt<sup>3</sup> C, dos quais 3,2 Mt C estão na camada de 0 cm–20 cm (42% do estoque total).

Na camada de 0 cm–20 cm os valores variaram de 28,7 t ha<sup>-1</sup> a 72,1 t ha<sup>-1</sup>, com os maiores estoques no setor sul (Figura 4.10) associados aos Neossolos Flúvicos. Nas associações Argissolos e Plintossolos do setor norte foram encontrados os menores estoques.

Os valores na camada de 0 cm–100 cm variaram de 58,3 t ha<sup>-1</sup> a 157 t ha<sup>-1</sup>, com os maiores estoques encontrados no setor norte (Figura 4.11) associados aos Latossolos Vermelhos. Nas unidades de mapeamento em associações Argissolos e Plintossolos do setor norte foram encontrados os menores estoques na profundidade de 0 cm–100 cm. No setor sul

predominam estoques médios de C no solo para essa área.

Os resultados de estoques totais de C por unidade de mapeamento mostram um acúmulo de 3,2 Mt C na camada de 0 cm–20 cm, com valores variando por unidade de 19 Mg a 625.124 Mg, em função da variabilidade da área ocupada por cada mancha. A média de estoque por mancha foi de 18.049 Mg, distribuídos nos 178 polígonos do mapa de solos da área de inserção do Projeto Reça.

Considerando a profundidade de 0 cm–100 cm, o total de C armazenado foi de 7,6 Mt C, com uma variação por unidade de 42 Mg a 1.845.284 Mg em função da área ocupada. A média de estoque por mancha foi de 42.705 Mg.

### Emissões e sumidouros de carbono em função do manejo: um método de valoração do carbono

Segundo Couto (2010), os produtores associados do Projeto Reça constituem um grupo de, aproximadamente, 220 famílias que vivem em sua maioria (72,4%) em lotes de 50 ha a 100 ha, sendo a produção oriunda de 150 propriedades divididas em 12 grupos. Dessa forma, as amostras do presente trabalho envolveram 45% das propriedades que estavam distribuídas em 92% dos grupos do Reça.

Há uma queda na produção dos sistemas agroflorestais a partir do sétimo ano de cultivo que é observada por todos os produtores (Ayres; Alfaia, 2007), muito associada a não reposição adequada de nutrientes e à baixa intensidade de estratégias de manejo do solo para melhorar a produtividade.

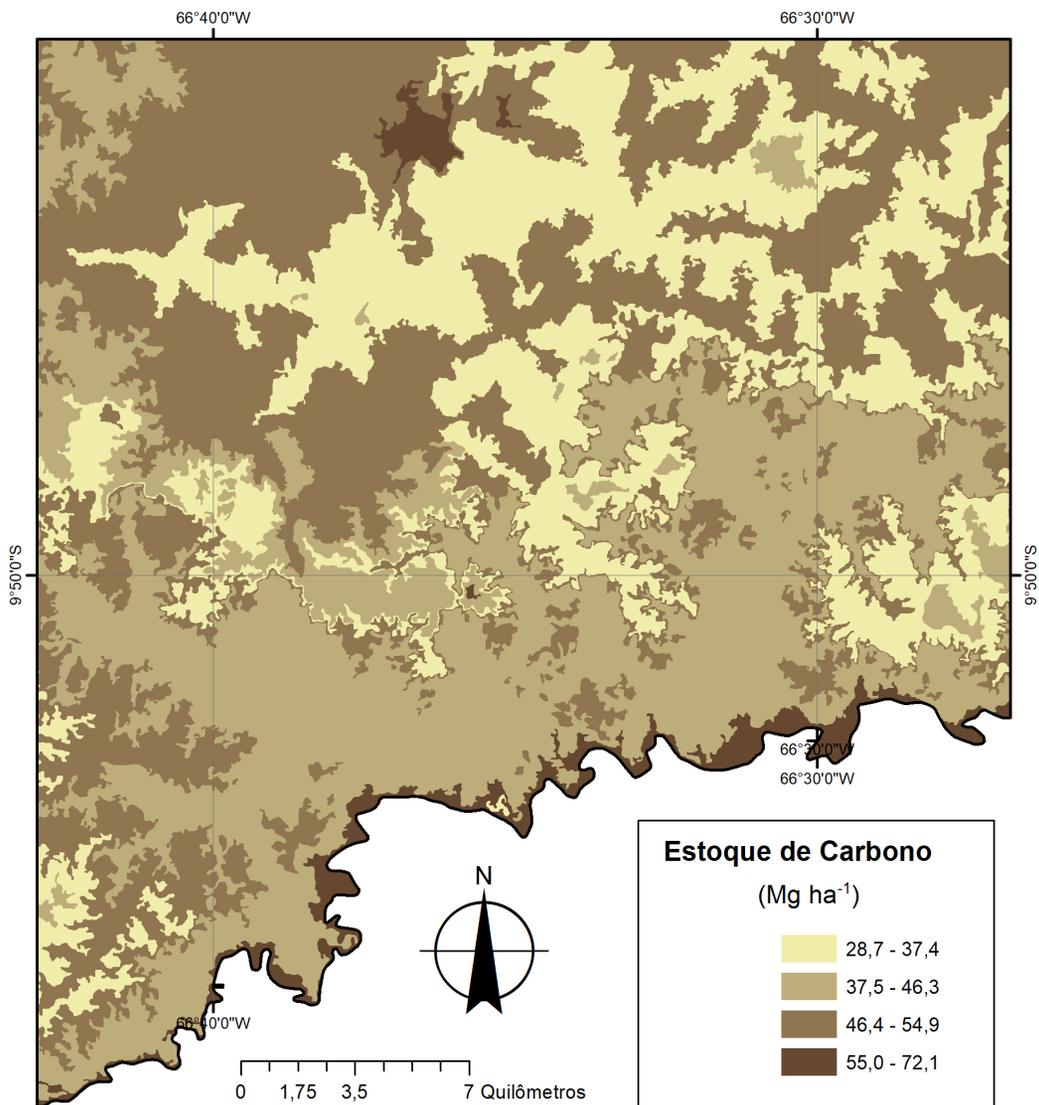
Silva (2018), estudando solos de propriedades do Reça, observou correlação significativa e positiva da MO com os outros atributos

<sup>3</sup> 1 Mt = 1 milhão de toneladas.

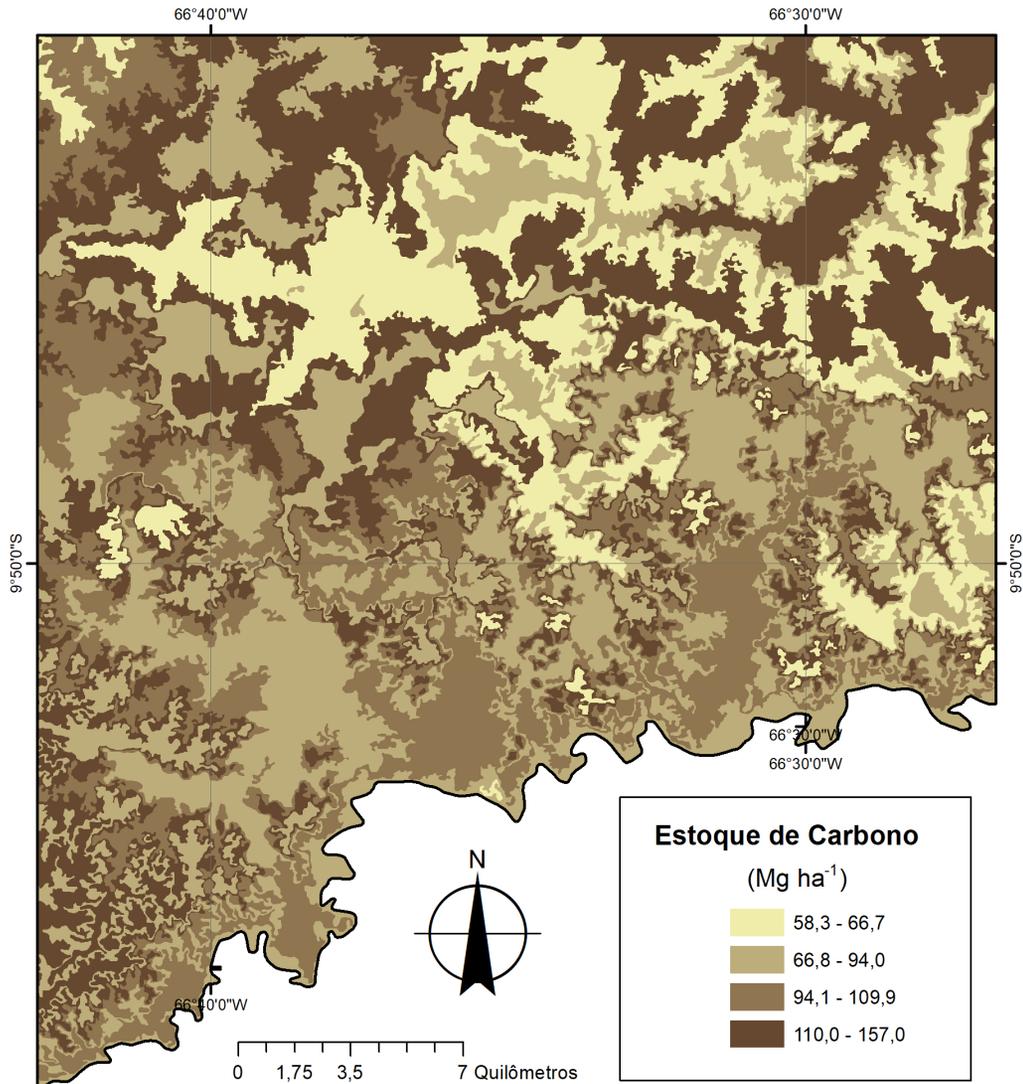
químicos do solo, exceto para a saturação de alumínio, demonstrando a efetividade da sua influência nos atributos químicos, o que ressalta a importância da quantificação e manejo da matéria orgânica para os sistemas agroflorestais produtivos.

Os estoques de C da camada de 0 cm–20 cm do solo das propriedades do Reca variaram de  $16,6 \text{ Mg ha}^{-1}$  a  $57,6 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Figura 4.12). A média geral das 115 amostras analisadas foi

de  $29,9 \text{ Mg ha}^{-1} \pm 7,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ , indicando haver uma alta amplitude de variação nas amostras em função dos valores encontrados. Quinze por cento dos produtores foram enquadrados na faixa mais alta de estoques ( $36,8 \text{ Mg ha}^{-1}$  a  $57,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e 41% deles na faixa mais baixa ( $16,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  a  $27,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), indicando ser possível fazer uma estratificação dos estoques.



**Figura 4.10.** Distribuição dos estoques de carbono médios ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) na camada de 0 cm–20 cm dos solos na área de inserção do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado.



**Figura 4.11.** Distribuição dos estoques de carbono médios (Mg ha<sup>-1</sup>) na camada de 0 cm–100 cm dos solos na área de inserção do Projeto Reforestamento Econômico Consorciado e Adensado.

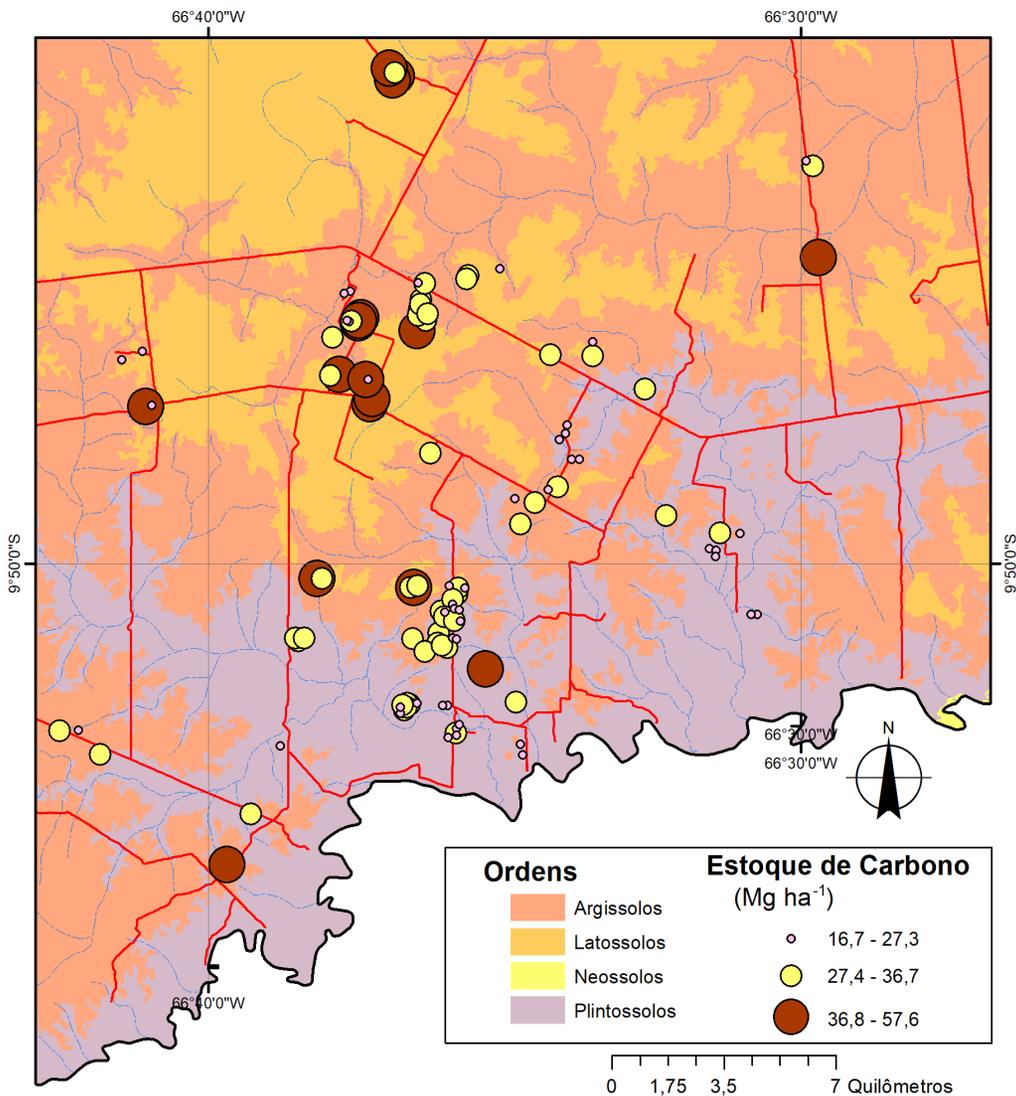
Os resultados mostram um estoque médio de 30,1 Mg ha<sup>-1</sup> nos grupos (Tabela 4.6) do Projeto Reca, sendo os menores estoques identificados na Linha 08, na qual predominam Plintossolos e Argissolos, e os maiores foram observados nos produtores do Grupo Aspromacre, em que predominam Argissolos, ressaltando a influência das ordens de solos e do manejo na definição dos estoques.

Todas as coletas foram realizadas em consórcios agroflorestais com diferentes históricos de uso anterior, manejo e classes de solos com variabilidade local. Silva (2019) concluiu que sistemas agroflorestais com cupuaçuzeiro em consórcio com andiroba, copaíba e pupunheira, com menor adensamento (35 plantas por hectare), apresentaram melhores qualidades físicas

e químicas de solo do que consórcios com 69 pupunheiras por hectare. Isso indica que há um nível adequado de sombreamento a ser obtido com os arranjos agroflorestais para melhores resultados com os solos manejados.

Em 2010, o governo do estado do Acre instituiu, por meio da Lei nº 2.308, o Sistema de Incentivos a Serviços Ambientais (Sisa), uma legislação inovadora com o objetivo de promover iniciativas que levem à conservação, recuperação e incremento dos serviços am-

bientais/ecossistêmicos originados e prestados no estado (Amaral et al., 2015). Cada serviço ambiental constitui um programa e o ISA Carbono é o mais avançado do Sisa. Há também a previsão do Programa de Manejo de Solos que considera melhorias dos estoques de C como uma estratégia de valoração econômica em diferentes usos da terra (Acre, 2014) que foi utilizada como referência para os autores construir as estimativas e os deltas em cada propriedade.



**Figura 4.12.** Distribuição dos estoques de carbono (Mg ha<sup>-1</sup>) no solo (0 cm–20 cm) em propriedades do Projeto Reforestamento Econômico Consorciado e Adensado.

**Tabela 4.6.** Estoques de carbono médios em solos por grupo de agricultores do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, na profundidade de 0 cm–20 cm.

Grupo	Propriedade	Estoque de C (Mg ha <sup>-1</sup> )
Aspromacre	3	39,3
Pioneiros I	22	35,0
Linha 05	2	33,0
Pioneiros II	9	32,9
Pioneiros III	8	30,7
Baixa Verde	43	27,7
Cascalho	4	27,5
BR	18	27,0
Linha 06	3	26,7
Linha 07	2	26,0
Linha 08	1	25,2
Média geral		30,1

Esse arranjo institucional do Sisa pode constituir uma estratégia de geração de créditos, conforme postulado por Amaral et al. (2015), e para que isso esteja definido é importante um banco de dados para as estimativas (Ramakrishnan; Gehrke, 2003), que deve ter caráter de inventário permanente de estoque de C, com metodologia global (Negra et al., 2008), permitindo a integração com mapas de alta e média resolução.

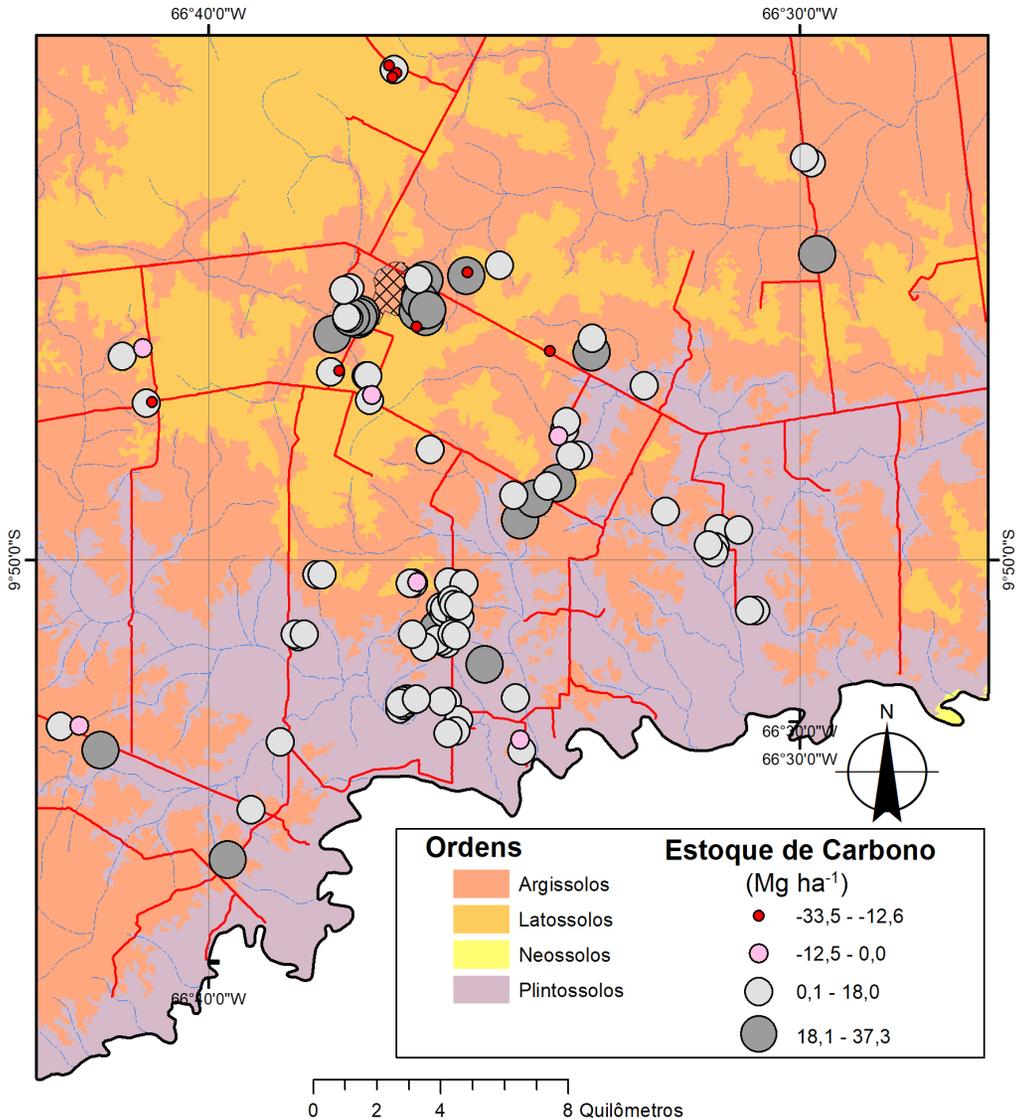
Sobre a evolução das condições de solos sob cultivo com sistemas agrofloretais, Butzke (2015) evidenciou que com o passar dos anos, possivelmente, a exportação de nutrientes e a imobilização desses na biomassa aérea condicionam mudanças profundas na fertilidade do solo, havendo, portanto a necessidade de enriquecimento do arranjo e de adubação orgânica ou mineral para a manutenção da fertilidade desses solos ao longo do tempo. Conclui que de maneira geral, para todas as áreas de SAFs, o efeito

do tempo proporcionou resultados superiores, comparando-se aos resultados advindos da primeira análise do solo (1999) em relação a segunda (2014), sendo 15 anos de intervalo entre as avaliações.

De fato, se por um lado já há evidências de melhoria de estoques de C e nutrientes, por outro havia demanda por informações em escala mais detalhada para se chegar aos estoques nas propriedades e nos plantios. Utilizando a base de dados de amostras de propriedades foi possível estruturar um banco de dados geográfico para integrar as duas informações e, a partir desse ponto, estabelecer uma estratégia de monitoramento e de estabelecimento de linhas de base para remuneração e definição de um sistema de incentivos aos serviços ambientais que integre C no solo.

Nas amostras analisadas os deltas de C (Figura 4.13) variaram de  $-33,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  a  $37,2 \text{ Mg ha}^{-1}$  com uma média geral de  $10,6 \text{ Mg ha}^{-1} \pm 11,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ , o que permite identificar os usos da terra nas propriedades em que houve redução dos estoques de C, correspondendo

a 14 amostras com deltas negativos, o que significa que os estoques reduziram com o tempo, em relação às médias de estoques no levantamento de solo realizado, em função do manejo utilizado.



**Figura 4.13.** Distribuição da variação dos estoques de carbono ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) em propriedades do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, em relação ao mapa de solos e às coletas realizadas no ano de 2016.

O delta médio foi de 11,4 Mg ha<sup>-1</sup> nos grupos do Projeto Reca (Tabela 4.7), sendo os menores identificados no Grupo Cascalho, em que predominam Latossolos Vermelhos, e os maiores observados nos produtores do Grupo Pioneiros II, no qual predominam Argissolos Vermelho-Amarelos.

Dessa forma, as áreas cultivadas nas propriedades têm, em média, um incremento de 11,4 Mg C, que correspondem a 41,8 t CO<sub>2</sub> de incremento de C em função do uso. A média das transações de C no mundo variou de 3–6 dólares Mg<sup>-1</sup> CO<sub>2</sub> (Donofrio; Thiel, 2018); para a transação com os produtores do Reca, 6 dólares por tonelada seria um valor justo por se tratar de um carbono sociocultural

(que poderá inclusive alcançar valores mais elevados, dependendo do investidor). Nesse caso, a remuneração poderia atingir 251 dólares ao ano, o que corresponde ao estoque acumulado da implantação dos sistemas até 2016.

Em discussões sobre o futuro da Floresta Amazônica, diversos segmentos da sociedade reconhecem a vocação florestal dessa região e consideram ser possível conciliar o desenvolvimento com a conservação de seu imenso patrimônio natural (Azevedo, 2006), e a inserção do tema serviços ambientais pode reforçar ações de produção sustentável.

**Tabela 4.7.** Delta dos estoques de C (Mg ha<sup>-1</sup>) médios por grupo do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, em relação aos estoques definidos nas subordens dos solos, Amazônia Sul-Occidental, na profundidade de 0 cm–20 cm.

Grupo	Produtor	Delta C (Mg ha <sup>-1</sup> )
Cascalho	4	-4,2
Pioneiros I	22	6,7
Pioneiros III	8	9,5
BR	18	9,7
Baixa Verde	43	11,2
Linha 07	2	11,5
Linha 05	2	12,6
Linha 08	1	13,8
Linha 06	3	15,2
Aspromacre	3	18,7
Pioneiros II	9	20,9
Média geral		11,4

## Considerações finais

O arranjo dos consórcios agroflorestais reduz a variação da temperatura, indicando que a manutenção da cobertura foliar é um fator de prestação de serviços ambientais tanto por aprisionar carbono, quanto por regulação térmica no sistema solo-planta-atmosfera.

Os estoques de C, na camada de 0 cm–100 cm de profundidade, variaram de 76,8 Mg ha<sup>-1</sup> a 219,2 Mg ha<sup>-1</sup>. Os maiores estoques foram encontrados nos Cambissolos, nos quais 26,7% se concentraram nos primeiros 20 cm de profundidade, em função das maiores densidade e textura.

Os estoques totais de C, considerando a profundidade de 0 cm–20 cm, seguiram sequência decrescente (Cambissolo > Latossolo > Neossolo > Argissolo > Plintossolo) e para os estoques totais de 0 cm–100 cm de profundidade a sequência foi Cambissolo > Latossolo > Argissolo > Plintossolo > Neossolo, o que ressalta a importância de estratificação das ordens de solos em escala adequada para a avaliação dos estoques, como base para indicadores de serviços ambientais em função da mudança de uso da terra.

O estoque médio de carbono na profundidade de 0 cm–20 cm foi de 30,1 Mg ha<sup>-1</sup> nos grupos do Projeto Reça, que constitui a linha de base para referência em projetos de serviços ambientais, sendo os menores estoques identificados nos Plintossolos associados com Argissolos e os maiores nos Argissolos, ressaltando a influência das ordens de solos e do manejo agroflorestal na definição dos estoques.

## Referências

ACRE (Estado). Instituto de Mudanças Climáticas. **Nota técnica**: nível de referência estadual (SISA-ISA Carbono) vs submissão do nível de referência nacional à UNFCCC. Rio Branco, AC, 2014. 7 p.

ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 99, n. 1-3, p. 15-27, Oct. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00138-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00138-5).

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 189-197, mar. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000100020>.

AMARAL, E. F. do; LEAL, M. J. de Los R.; BARDALES, N. G. Sistema estadual de incentivos aos serviços ambientais do Acre: lições para a construção de instrumentos econômicos nacionais. In: JENKINS, M.; BORGES, J. B. (coord.). **Incentivos econômicos para serviços ecossistêmicos no Brasil**. Rio de Janeiro: Forest Trends, 2015. p. 65-71.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico**: rumo a uma 'Economia dos Ecossistemas'. Campinas: Unicamp: Instituto de Economia, 2009. 24 p. (IE/ UNICAMP. Texto para discussão, 159).

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; SILVA, I. R.; OLIVEIRA, E. K. Impacto da conversão floresta - pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 1, p. 103-114, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672011000100012>.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; MARTINS, S. C.; GROppo, J. D.; SALGADO, P. R.; EVANGELISTA, B.; VASCONCELLOS, E.; SANO, E. E.; PAVÃO, E.; LUNA, R.; CAMARGO, P. B.; MARTINELLI, L. A. Changes in soil carbon stocks in Brazil due to land use: paired site comparisons and a regional pasture soil survey. **Biogeosciences**, v. 10, n. 10, p. 6141-6160, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5194/bg-10-6141-2013>, 2013.

AYRES, M. I. de C.; ALFAIA, S. S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais da Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 957-963, jul. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700007>.

AZEVEDO, C. P. **Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia Oriental: experimentação e simulação**. 2006. 254 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BASTOS, T. X. O estudo atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. In: IPEAN. **Zoneamento agrícola da Amazônia: 1ª aproximação**. Belém, PA, 1972. p. 68-122. (IPEAN. Boletim técnico, 54).

BATJES, N. H.; DIJKSHOORN, J. A. Carbon and nitrogen stocks in the soils of the Amazon Region. **Geoderma**, v. 89, n. 1-3, p. 273-286, May 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(98\)00086-X](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(98)00086-X).

BAYER, C.; LOVATO, T.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. A method for estimating coefficients of soil organic matter dynamics based on long-term experiments. **Soil and Tillage Research**, v. 91, p. 217-226, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.12.006>.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 3, p. 599-607, set. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832000000300013>.

BENITES, V. M.; MACHADO, P. L. O. A.; FIDALGO, E. C. C.; COELHO, M. R.; MADARI, B. E. Pedotransfer functions for estimating soil bulk density from existing soil survey reports in Brazil. **Geoderma**, v. 139, n. 1-2, p. 90-97, Apr. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.01.005>.

BOINA, A. **Quantificação de estoques de biomassa e de carbono em floresta estacional semidecidual, Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 2008. 98 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal; Meio Ambiente e Conservação da Natureza; Silvicultura; Tecnologia e Utilização de) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BRANCHER, T. **Estoque de carbono e ciclagem de sistemas agroflorestais em Tomé-açu, Amazônia Oriental**. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SC 19 - Rio Branco**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. p. 452. (Projeto Radambrasil. Levantamento de recursos naturais, 12).

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. **Folha SA - 20 Manaus**. Rio de Janeiro, 1978. (Projeto Radambrasil. Levantamento de recursos naturais, 18).

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Programa agricultura de baixo carbono**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade>. Acesso em: 11 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, DF, 2010. 280 p.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **3ª Comunicação Nacional do Brasil para a Convenção do Clima da Organização das Nações Unidas**: sumário executivo. Brasília, DF, 2016. 42 p.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Diretoria de Serviço Geográfico. **Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx)**. Versão 3.0. 2013. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/mediador/>. Acesso em: 13 maio 2019.

BRIENEN, R. J. W.; PHILLIPS, O. L.; FELDPAUSCH, T. R.; GLOOR, E.; BAKER, T. R.; LLOYD, J.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; MONTEAGUDO-MENDOZA, A.; MALHI, Y.; LEWIS, S. L.; VÁSQUEZ, R.; MARTINEZ, R.; ALEXIADES, M.; ÁLVAREZ DÁVILA, E.; ALVAREZ-LOAYZA, P.; ANDRADE, A.; ARAGÃO, L. E. O. C.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; ARETS, E. J. M.; ARROYO, M. L.; AYMARD, G. A.; BÁNKI, O. S.; BARALOTO, C.; BARROSO, J.; BONAL, D. Long-term decline of the Amazon carbon sink. **Nature**, v. 519, p. 344-348, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature14283>.

BRITO, E. S.; FRADE JUNIOR, E. F. F.; COSTA, F. S.; SILVA, A. G.; MENEZES, A. L. Estoque de carbono e nitrogênio em sistemas de uso e manejo de solos do Acre: sudoeste da Amazônia. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 19., 2012, Lages. **Conservação do solo e da água no Brasil**: preceitos e ações no ensino, na pesquisa e na extensão. Lages: SBCS: UDESC: IF: EPAGRI, 2012. 1 CD-ROM.

BRONICK, C. J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, v. 124, n. 1-2, p. 3-22, Jan. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.03.005>.

BRUCE, J. P.; FROME, M.; HAITES, E.; JANZEN, H.; LAL, R.; PAUSTIAN, K. Carbon sequestration in soils. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 54, n. 1, p. 382-389, jan./mar. 1999.

BUTZKE, A. G. **Dinâmica de atributos químicos em diferentes tipos de solos sob sistemas agroflorestais**. 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

CAMPOS, B. C. **Dinâmica do carbono em Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo de solo e de culturas**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; ARROUAYS, D.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C. Carbon stocks in soils of the Brazilian Amazon. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (ed.). **Global climate change and tropical ecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 33-50.

CERRI, C. E. P.; BERNOUX, M.; CHAPLOT, V.; VOLKOFF, B.; VICTORIA, R. L.; MELILLO, J. M.; PAUSTIAN, K.; CERRI, C. C. Assessment of soil property spatial variation in an Amazon pasture: A basis for selecting an agronomic experimental area. **Geoderma**, v. 123, n. 1-2, p. 51-68, Nov. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.027>.

CERRI, C. E. P.; EASTER, M.; PAUSTIAN, K.; KILLIAN, K.; COLEMAN, K.; BERNOUX, M.; FALLON, P.; POWLSON, D. S.; BATJES, N. H.; MILNE, E.; CERRI, C. C. Predicted soil organic carbon stocks and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 122, n. 1, p. 58-72, Sept. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.01.008>.

CHENG, L.; LEAVITT, S. W.; KIMBALL, B. A.; PINTER, JR. P. J.; OTTMAN, M. J.; MATTHIAS, A.; WALL, G. W.; BROOKS, T.; WILLIAMS, D. G.; THOMPSON, T. L. Dynamics of labile and recalcitrant soil carbon pools in a sorghum free-air CO<sub>2</sub> enrichment (FACE) agroecosystem. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 39, n. 9, p. 2250-2263, Sept. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.03.031>.

CIDIN, A. C. M. **Estoque de carbono em solos brasileiros e potencial de contribuição para mitigação de emissões de gases de efeito estufa**. 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – Universidade Federal de São Carlos, Araras.

COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; FONTOURA, S. M. V. Aumento da matéria orgânica num Latossolo Bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 587-589, abr. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000200041>.

COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 323-332, fev. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100030>.

COSTA, F. de S.; GOMES, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Métodos para avaliação das emissões de gases de efeito estufa no sistema solo-atmosfera. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 693-700, abr. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000200056>.

COUTO, W. H. do. **Indicadores edáficos e potencial agrícola em áreas do Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA) na Amazônia Ocidental**. 2010. 82 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

COX, P. M.; BETTS, R. A.; COLLINS, M.; HARRIS, P.; HUNTINGFORD, C.; JONES, C. D. Amazonian dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. **Theoretical and Applied Climatology**,

v. 78, p. 137-156, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-004-0049-4>.

COX, P. M.; BETTS, R. A.; JONES, C. D.; SPALL, S. A. & TOTTERDELL, I. J. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. **Nature**, v. 408, p. 184-187, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1038/35041539>.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 913-923, dez. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832002000400008>.

DESJARDINS, T.; BARROS, E.; SARRAZIN, M.; GIRARDIN, C.; MARIOTTI, A. Effects of forest conversion to pasture on soil carbon content and dynamics in Brazilian Amazonia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 103, n. 2, p. 365-373, July 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.12.008>.

DIEKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNICKER, H.; BAYER, C.; DICK, D. P.; KÖGEL-KNABNER, I. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilization in a southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 year. **Soil and Tillage Research**, v. 81, n. 1, p. 87-95, Mar. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.05.003>.

DIXON, R. K. Sistemas agroflorestales y gases de invernadero. **Agroforesteria em las Américas**, v. 2, n. 7, p. 22-26, jul./set. 1995. Disponível em: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6822>. Acesso em: 18 maio 2019.

DOMINY, C. S.; HAYNES, R. J.; van ANTWERPN, R. Loss of soil organic matter an related soil properties under long-term sugarcane production on two contrasting soil. **Biology and Fertility of Soils**, v. 36, n. 5, p. 350-356, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0538-5>.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

DONOFRIO, S.; THIEL, A. (ed.). **Voluntary carbon markets insights: 2018 outlook and first quarter trends**. Forest Trends, 2018. 31 p.

DRUMOND, A.; MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T.; NIETO, R.; MOREIRA, L.; GIMENO, L. The role of the Amazon Basin moisture in the atmospheric branch of the hydrological cycle: a Lagrangian analysis. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, v. 11, n. 1, p. 1023-1046, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/hessd-11-1023-2014>.

DUARTE, A. F. Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971-2000. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n. 3b, p. 96-15, 2006.

ESWARAN, H.; VAN DEN BERG, E.; REICH, P. Organic carbon in soils of the world. **Soil Science of America Journal**, v. 57, n. 1, p. 192-194, Jan./Feb. 1993. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1993.03615995005700010034x>.

FELDPAUSCH, T. R.; RONDON, M. A.; FERNANDES, E. C. M.; RIHA, S. J.; WANDELLI, E. Carbon and nutrient accumulation in secondary forests regenerating on pastures in Central Amazonia. **Ecological Applications**, 14, n. sp4, p. 164-176, Aug. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1890/01-6015>.

FIDALGO, E. C. C.; BENITES, V. de M.; MACHADO, P. L. O. de A.; MADARI, B. E.; COELHO, M. R.; MOURA, I. B. de; LIMA, C. X. de. **Estoque de carbono nos solos do Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 26 p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 121). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/216824>. Acesso em: 18 maio 2019.

FIELD, C. B.; BARROS, V. R. (ed.). **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: regional aspects: Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

FREITAS, H. C. **Efluxo de CO<sub>2</sub> do solo em uma pastagem na Amazônia (Rondônia): observações com câmara portátil e simulação do ciclo de carbono com o modelo SiB2**. 2001. 95 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FROUZ, J.; ELHOTTOVÁ, D.; PIZL, V.; TAJOUSKY, K.; SOURKOVÁ, M.; PICEK, T.; MALY, S. The effect of litter quality and soil faunal composition on organic matter dynamics in post-mining soil: a laboratory study. **Applied Soil Ecology**, v. 37, n. 1-2, p. 72-80, Oct. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.04.001>.

FUJISAKA, S.; CASTILLA, C.; ESCOBAR, G.; RODRIGUES, V.; VENEKLASS, E. J.; THOMAS, R.; FISHER, M. The effects of forest conversion on annual crops and pastures: Estimates of carbon emissions and plant species loss in a Brazilian Amazon colony. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 69, n. 1, p. 17-26, May 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(98\)00091-7](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00091-7).

GALDOS, M. V.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Soil carbon stocks under burned and unburned sugarcane in Brazil. **Geoderma**, v. 153, n. 3-4, p. 347-352, Nov. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.08.025>.

GARRITY, D. P. Agroforestry and the achievement of the millennium development goals. **Agroforestry Systems**, v. 61, p. 5-17, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:AGFO.0000028986.37502.7c>.

HELYAR, K. Manejo da acidez do solo a curto e longo prazo. **Potafos: Informações Agronômicas**, n. 104, p. 1-12, dez. 2003. Encarte técnico.

HIGUCHI, F.; FILHO, A.; SILVA, R.; LIMA, A.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. A floresta e mudanças climáticas. In: GASPARETO, M.; HIGUCHI, N. (ed.). **A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental**. 2. ed. Manaus: Inpa, 2012.

HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, n. 15, p. 1965-1978, Dec. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.1276>.

HOLMES, K. W.; CHADWICK, O. A.; KYRIAKIDIS, P. C.; FILHO, E. P. S de; SOARES, J. V.; ROBERTS, D. A. Large-area spatially explicit estimates of tropical soil carbon stocks and response to land-cover change. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 20, n. 3, GB3004, Sept. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1029/2005GB002507>.

IBGE. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015. 430 p.

JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY. **PALSAR data [CEOS]**. Fairbanks, Alaska: Americas ALOS Data Node. Disponível em: <http://www.asf.alaska.edu>. Acesso em: 14 jul. 2019.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, v. 76, p. 1-10, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>.

LAL, R. Enhancing Crop Yields in the Developing Countries through Restoration of the Soil Organic Carbon Pool in Agricultural Lands. **Land Degradation & Development**, v. 17, n. 2, p. 197-209, Mar./Apr. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1002/ldr.696>.

LINHARES, J. M. da S.; BASTOS, W. R.; SILVA, D. P. L.; SILVA JÚNIOR, R. F. da; OLIVEIRA, L. C. S. Variabilidade de atributos físico-químicos e dos estoques de carbono orgânico em argissolo vermelho sob sistemas agroflorestais no assentamento Umari sul do Amazonas. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 10, n. 1, p. 93-117, 2016.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. dos. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 565-579, Oct. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000022>.

MACHADO, P. L. O. de A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. **Química Nova**, v. 28, n. 2, p. 329-334, mar. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000200026>.

MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; PALUDO, A. L.; GUIMARÃES JUNIOR, R. **Impacto do pisoteio animal na compactação do solo sob integração lavoura pecuária no Oeste Baiano**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 6 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 163). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/697303>. Acesso em: 18 maio 2021.

MARIN PEREZ, A. M. **Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo**. 2002. 83 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MARQUES, J. D. de O.; LUIZÃO, F. J.; TEIXEIRA, W. G.; SARRAZIN, M.; FERREIRA, S. J. F.; BELDINI, T. P.; MARQUES, E. M. de A. Distribution of organic carbon in different soil fractions in ecosystems of Central Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 39, n. 1, p. 232-242, jan./fev. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20150142>.

MARTORANO, L. G.; NECHET, D.; PEREIRA, L. C. Tipologia climática do Estado do Pará: adaptação do método de Köppen. **Boletim de Geografia Teórica**, v. 23, p. 45-46, 1993.

MARTORANO, L. G.; VITORINO, M. I.; SILVA, B. P. P. C.; MORAES, J. R. da S. C.; LISBOA, L. S.; SOTTA, E. D.; REICHARDT, K. Climate conditions in the eastern amazon: rainfall variability in Belem and indicative of soil water deficit. **African Journal Agricultural Research**, v. 12, n. 21, p. 1801-1810, Mar. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.11801>.

MELO, A. W. F. de. **Avaliação do estoque e composição isotópica do carbono do solo no Acre**. 2003. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MORAES, J. F. L.; CERRI, C. C.; MELILO, J. M.; KICKLIGHTER, D.; NEILL, C.; SKOLE, D. L.; STEUDLER, P. A. Soil carbon stocks of the Brazilian Amazon basin. **Soil Science Society of America Journal**, v. 59, n. 1, p. 244-247, Jan./Feb. 1995. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1995.03615995005900010038x>.

MORAES, J. R. S. C.; ROLIM, G. S.; MARTORANO, L. G.; APARECIDO, L. E. O.; BISPO, R. C.; VALERIANO, T. T. B.; ESTEVES, J. T. Performance of the ECMWF in air temperature and precipitation estimates in the Brazilian Amazon. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 141, p. 803-816, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03231-2>.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 626 p.

MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no estado do Paraná.

**Potafos**: Informações Agronômicas, n. 100, p. 6-10, dez. 2002. Encarte técnico.

NAIR, P. K. R.; NAIR, V. D.; KUMAR, B. M.; HAILE, S. G. Soil carbon sequestration in tropical agroforestry systems: a feasibility appraisal. **Environmental Science and Policy**, v. 12, n. 8, p. 099-1111, Dez. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.01.010>.

NAIR, P. K. R.; TONUCCI, R. G.; GARCIA, R.; NAIR, V. D. Silvopasture and carbono sequestration with special reference to the Brazilian Savanna (Cerrado). In: KUMAR, B. M.; NAIR, P. K. R. (ed.). **Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges**. Dordrecht: Springer, 2011. p. 145-162. (Advances in agroforestry, 8).

NASA. **Surface meteorology and solar energy**. Disponível em: <http://en.openei.org/datasets/node/616>. Acesso em 12 mar. 2019.

NEGRA, C.; SWEEDO, C. C.; CAVENDER-BARES, K.; O'MALLEY, R. Indicators of carbon storage in US ecosystem baseline for territorial carbon. **Journal of Environmental Quality**, v. 37, n. 4, p. 1376-1382, July 2008. DOI: <https://doi.org/10.2134/jeq2007.0290>.

OLIVEIRA, E. S. **Estoques de carbono no solo estimado por regressão geograficamente ponderada na Bacia do Sarandí - DF**. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) – Universidade de Brasília, Brasília.

ORMSBY, T.; NAPOLEON, E.; BURKE, R.; GROESS, C.; BOWDEN, L. **Getting to know ArcGIS desktop**: basics of Arc View, ArcEditor and ArcInfo. Califórnia: ESRI, 2001. 541 p.

OSTERROHT, M. von. Manejo de SAF's. **Agroecologia Hoje**, v. 15, p. 12-13, 2002.

PASSOS, R. R.; RUIZ, H. A.; CANTARUTTI, R. B.; MENDONÇA, E. S. Carbono orgânico e nitrogênio em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 31, n. 5, p. 1109-1118, Oct. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000500026>.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PITTA, G. V. E.; COELHO, A. M.; ALVES, V. M. C.; FRANCA, G. E. de; MAGALHAES, J. V. de. Fertilidade de solos: calagem e gessagem. In: CRUZ, J. C. (ed.). **Cultivo do milho**. 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 1).

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 18 maio 2019.

RAMAKRISHNAN, R.; GEHRKE, J. **Database management systems**. 3. ed. Nova York: McGrawHill, 2003. 1065 p.

RANGEL, O.; SILVA, C. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1609-1623, dez. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000600037>.

ROBERTSON, F. A.; THORBURN, P. J. Crop residue effects on soil C and N cycling under sugarcane. In: REES, R. M.; BALL, B. C.; CAMPBELL, C. D.; WATSON, C. A. (ed.). **Sustainable management of soil organic matter**. Wallingford: CAB International, 2001. p. 112-119.

RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. In: ALVARES V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. (ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS: UFV: DPS, 1996. p. 19-60.

RODRIGUEZ, C. A. S. Serviços ambientais em sistemas agroflorestais. In: CIRO, A. R.; BERNARDES, M. S. **Caderno da disciplina de sistemas agroflorestais**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2015. 79 p.

RONDÔNIA (Estado). Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia. **Solos**. Porto Velho: Seplan: Sedam, 2000. 192 p.

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (org.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 17-41.

ROSCOE, R.; BUURMAN, P. Tillage effects on soil organic matter in density fractions of a Cerrado oxisol. **Soil & Tillage Research**, v. 70, n. 2, p. 107-119, Apr. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00160-5](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00160-5).

ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. **Fracionamento físico do solo em estudos de matéria orgânica**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 86 p.

SALGADO, G. de M. **Estoque de carbono orgânico do solo em sistemas agroflorestais com seringueira no sul do Estado da Bahia, Brasil**. 2016. 70 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

SANTOS, C. H. dos. **Alterações no estoque de carbono, na dinâmica da matéria orgânica e dos atributos químicos e físicos induzidas por diferentes usos dos solos de Colorado do Oeste-RO**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical)

– Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

SANTOS, H. G. dos; HOCHMÜLLER, D. P.; CAVALCANTI, A. C.; RÊGO, R. S.; KER, J. C.; PANOSO, L. A.; AMARAL, J. A. M. do. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 108 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SCHAEFER, C. E. R.; LIMA, H. N.; VALE JUNIOR, J. F.; MELLO, J. W. V. Uso dos solos e alterações da paisagem na Amazônia: cenários e reflexões. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, n. 12, p. 63-104, 2000.

SILVA JUNIOR, M. L.; DESJARDINS, T.; SARRAZIN, M.; MELO, V. S.; SANTOS, E. R.; CARVALHO, JR. Carbon content in Amazonian Oxisols after forest conversion to pasture. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 33, n. 6, p. 1603-1611, dez. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000600009>.

SILVA, D. V. **Caracterização de consórcios, variabilidade de atributos do solo e desempenho produtivo do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais no Projeto RECA**. 2018. 140 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

SILVA, G. C. **Desempenho do cupuaçuzeiro e atributos do solo em consórcio agroflorestal com as espécies pupunha, copaiba e andiroba**. 2019. 66 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; SILVA, E. F. Manejo de resíduos e matéria orgânica do solo em plantações de eucalipto: uma questão estratégia para a manutenção da sustentabilidade. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 10-20, 2004.

SILVA, J. M. L.; RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A.; CARVALHO, E. J. M.; CAMPOS, A. G. S.; RAPOSO, R. P. **Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos do município de Acrelândia, estado do Acre**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 54 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 270). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/903123>. Acesso em: 18 maio 2019.

SIX, J.; FREY, S. D.; THIES, R. K.; BATTEN, K. M. Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. **Soil Science Society America Journal**, v. 70, n. 2, p. 555-569, Mar. 2006. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2004.0347>.

SLEUTEL, S.; NEVES, S. de; HOFMAN, G. Estimates of carbon stock changes in Belgian cropland. **Soil Use and Management**, v. 19, n. 2, p. 166-171, June 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2003.tb00299.x>.

SOMARRIBA, E. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. **Agroforestry Systems**, v. 19, n. 3, p. 233-240, Sept. 1992. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00118781>.

SOMBROEK, W. G.; FEARNESIDE, P. M.; CRAVO, M. Geographic assessment of carbon stored in Amazonian terrestrial ecosystems and their soils in particular. p. 375-389. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (ed.). **Global climate change and tropical ecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 2000. 438 p. (Advances in soil science).

SPAGNOLLO, E. **Dinâmica da matéria orgânica em agroecossistemas submetidos à queima e manejos dos resíduos culturais**. 2004. 210 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Avaliações de alguns atributos físicos de solo em sistemas de produção de grãos, envolvendo pastagens sob plantio direto. **Revista Científica Rural**, v. 9, n. 1, p. 23-31, 2004.

SRINIVAS, K. **Soil carbon sequestration under agroforestry systems**. 2012. Disponível em: [https://core.ac.uk/display/288308488?utm\\_source=pdf&utm\\_medium=banner&utm\\_campaign=pdf-decoration-v1](https://core.ac.uk/display/288308488?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1). Acesso em: 18 maio 2019.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology: Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. VIII, n. 1).

TOMICH, T. P.; VAN NOORDWIJK, M.; VOSTI, S.; WHITCOVER, J. Agricultural development with rainforest conservation: methods for seeking Best Bet al., Alternatives to Slash-and Burn, with applications to Brazil and Indonesia. **Agricultural Economics**, v. 19, n. 1-2, p. 159-174, Sept. 1998. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-0862.1998.tb00523.x>.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 213-223, fev. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000100020>.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v. 37, n. 1, p. 29-38, Jan. 1934.

WATSON, R. T. (ed.). **Climate change 2001: synthesis report: third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University, 2001. 408 p.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Edaphic controls on soil organic carbon retention in the Brazilian Cerrado: texture and mineralogy. **Soil Science Society of America Journal**, v. 71, n. 4, p. 1215-1224, 2007. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2006.0014>.

## Capítulo 5

# Aptidão agroflorestal dos solos da área de inserção do Projeto Reca

Tadário Kamel de Oliveira  
Eufan Ferreira do Amaral  
Nilson Gomes Bardales  
Edson Alves de Araújo

### Introdução

O uso da terra tem relação direta com o desenvolvimento regional ao gerar impactos econômicos, ambientais e sociais. O conhecimento dos tipos de solos de ocorrência em determinada área permite estimar o seu potencial para uso agrícola, pecuário e/ou florestal. Na região do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reca) em Rondônia, os levantamentos de solos são escassos e disponíveis em escalas com pouco nível de detalhamento (Brasil, 1976; Adamy, 2010). Isso dificulta a tomada de decisões mais precisas em relação às práticas agrícolas e ao manejo sustentável das paisagens. Há mais de duas décadas, a Embrapa Acre realizou um levantamento de solos na escala de 1:150.000 na região de influência do Projeto Reca, em uma área de 160 mil hectares (Amaral et al., 2000). No entanto, devido à escala final do mapa, o estudo não permitia análises mais detalhadas. Nesse contexto, os estudos de aptidão agrícola e agroflorestal são ainda mais raros, uma vez que dependem de levantamentos prévios das classes de solos em escalas adequadas.

Os levantamentos de solos e estudos de aptidão agroflorestal são formas de zoneamento que permitem tomadas de decisão com menor

risco, seja pelo pequeno e médio produtor, órgãos governamentais ou empreendimentos privados. Por meio desses estudos é possível conhecer o maior ou menor potencial de determinada área e a quantificação e distribuição daquelas glebas mais aptas a determinado uso, desde sistemas agrícolas intensivos até pastagens, agrossilvicultura ou preservação.

O trabalho contou com equipes técnico-científicas da Embrapa Acre e Universidade Federal do Acre nos estudos de aptidão agroflorestal. Inicialmente, nos levantamentos de solos, contou com parceiros da Universidade Federal de Viçosa e Instituto de Mudanças Climáticas do Acre, que trabalharam em diferentes fases do levantamento. Isso possibilitou a obtenção de um mapa de solos em menor tempo e em escala mais detalhada, de 1:80.000 (Amaral et al., 2023), o qual foi a base para os estudos e elaboração do mapa de aptidão agroflorestal.

A aptidão agroflorestal representa a estratificação das terras dentro de grupos semelhantes quanto ao relevo, atributos químicos, físicos e classes de solos nas unidades de mapeamento; e na indicação dos usos ou alternativas promissoras às condições de determinadas paisagens (Bardales et al., 2015).

As formas de uso da terra indicadas são adequadas aos pedoambientes e vão desde a produção de grãos intensiva até consórcios agroflorestais, sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e áreas para preservação. Com a finalidade de ampliar os conhecimentos sobre zoneamentos e ordenamento territorial na região, objetivou-se neste estudo realizar a classificação da aptidão agroflorestal em escala de 1:80.000 da área de inserção do Projeto Reça.

## Metodologia

### Localização da área

A área de estudo está inserida na tríplice fronteira dos estados do Acre, Amazonas e Rondônia e ao sul com a Bolívia (Figura 5.1). A área de inserção do Projeto Reça ocupa 540 mil hectares. Os distritos de Nova Califórnia e Extrema possuem infraestrutura para apoio às comunidades rurais e fazem parte do município de Porto Velho, RO. Os dois distritos estão situados às margens da BR-364 sentido Rio Branco-Porto Velho, aproximadamente, a 150 km (vila Nova Califórnia) e 180 km (vila Extrema) de distância do município de Rio Branco, AC.

### Clima, hidrografia e vegetação

De acordo com o padrão climático baseado na tipologia de Köppen adaptada por Martorano et al. (1993, 2017), a área apresenta moderada estação seca e ocorrência de precipitação média mensal inferior a 60 mm (tipologia  $Am_3$ ), nesse período. A precipitação média anual é pouco superior a 2.000 mm e a temperatura média anual varia entre 26 °C e 27 °C (Instituto Nacional de Meteorologia, 2020).

A área de estudo possui densa rede de drenagem e apresenta parte de duas grandes bacias: a do Rio Purus e a do Rio Abunã. A Bacia do Rio Purus abrange 60,7% da área no setor norte e tem como seu principal afluente na região o Rio Ituxi. A Bacia do Rio Abunã ocupa 39,3% da área e tem como seu principal afluente o Rio Marmelo, abrangendo todo o setor sul da área de estudo. O Rio Abunã é a principal via fluvial da área de estudo e também representa uma fronteira natural com a Bolívia. Além disso, pequenos igarapés distribuem-se na área e são importantes fontes de alimento e de água para as comunidades (Amaral et al., 2023).

Ocorrem na área Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aberta, sendo a segunda predominante, ocupando 63% (Brasil, 1976). A Floresta Ombrófila Densa ocupa uma grande extensão no setor leste, em condições de preservação. É caracterizada como sendo vegetação arbórea heterogênea, com um sub-bosque constituído por denso estrato de porte arbustivo. A floresta aberta é caracterizada por árvores de grande porte, bastante dispersas, e se subdivide em floresta aberta com palmeiras e floresta aberta com bambu.

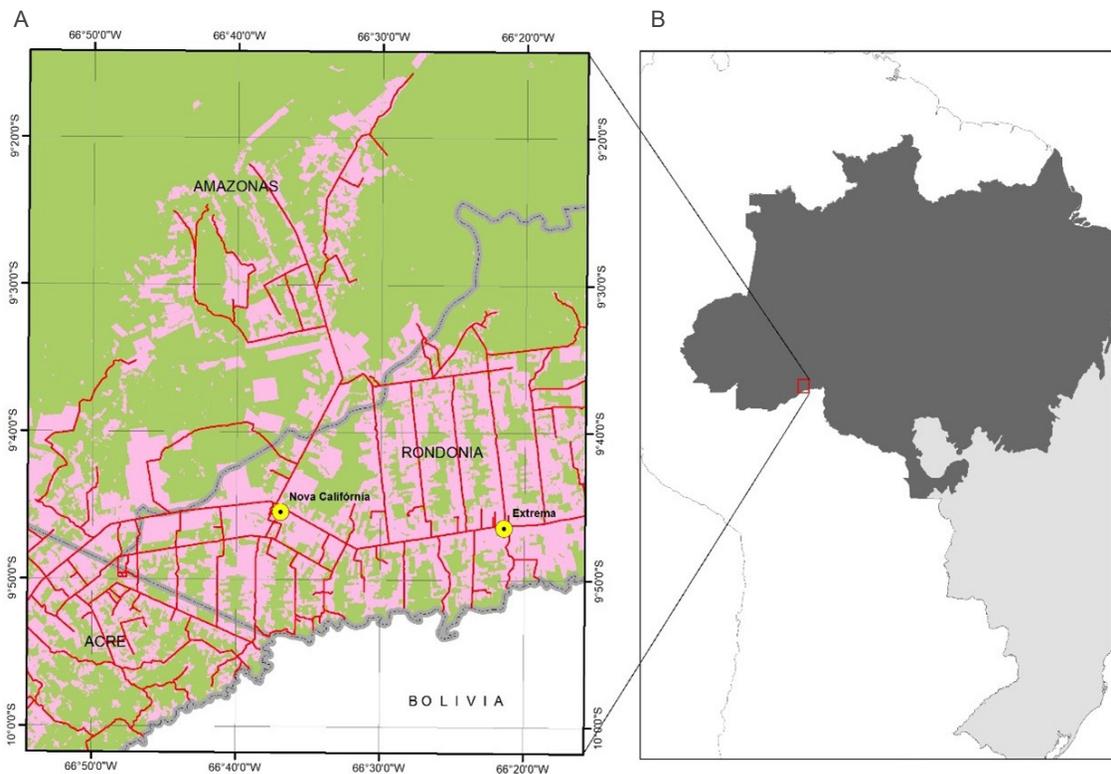
### Geologia e geomorfologia

As unidades geológicas da região são representadas pela Formação Solimões, que tem origem sedimentar Cenozoica e predomina na área. Na porção central a nordeste da região de estudo, destaca-se a Formação Jaci-Paraná, conforme descrito por Adamy e Romani (1990). Essa formação é composta por depósitos arenosos, siltosos e argilosos, predominantemente de origem fluvial. Na parte noroeste encontra-se a Formação Içá, que consiste de arenitos pouco consolidados a inconsolidados, de origem fluvial. Os sedimentos detrítico-lateríticos, os Aluviões

Holocênicos e os Terraços Holocênicos complementam a geologia da área (Brasil, 1976).

A unidade geomorfológica dominante (acima de 93% da área de estudo) é a Depressão do Endimari-Abunã, que compreende litologias plio-pleistocênicas, com altimetria média de 200 m, constituindo assim o nível topográfico mais baixo da região. O relevo da área não apresenta grandes irregularidades topográficas.

Sua feição topográfica característica são as colinas de aproximadamente 30 m–40 m de altimetria relativa, com interflúvios de dimensões inferiores a 250 m e drenagem entalhada. É constituída por um conjunto de formas de relevo de topos tabulares, conformando feições de rampas suavemente inclinadas e lombas esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas, denotando eventual controle estrutural (Brasil, 1976).



**Figura 5.1.** Área de estudo (A), com localização no Brasil (B), detalhes dos limites estaduais de Acre, Amazonas e Rondônia e localização das vilas Nova Califórnia e Extrema, Porto Velho, Rondônia.

## Levantamento e mapeamento de solos

O levantamento de solos foi realizado em nível de reconhecimento de média intensidade (Santos et al., 1995; IBGE, 2015), em escala de publicação de 1:80.000. Essa fase do

estudo envolveu etapas relacionadas com os trabalhos de escritório e de campo.

Foi realizada uma revisão bibliográfica com o propósito de analisar as informações disponíveis sobre estudos territoriais relacionados com a área de trabalho. As principais informações

consultadas foram mapas e relatórios de levantamentos pedológicos; mapas e relatórios de geologia, geomorfologia, vegetação, rede de drenagem superficial; além de documentos sobre práticas agrícolas predominantes e características culturais da região. Para isso, foram consultados os trabalhos de Brasil (1976); IBGE (1990); Acre (2000, 2006).

Na revisão bibliográfica, foram compiladas informações já existentes da área de estudo, que resultaram em 34 perfis completos descritos (Brasil, 1976; Amaral et al., 2000; Rondônia, 2000; Silva et al., 2006; Couto, 2010), coletados em diferentes escalas de trabalho. Esses perfis foram reclassificados, de acordo com o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018).

Posteriormente, foi realizada a aquisição de material cartográfico básico, ou seja, rede hidrográfica na escala de 1:100.000, rede viária, comunidades, vilas e estrutura fundiária da base do zoneamento ecológico-econômico, ao considerar que parte da área de influência do Projeto Reca abrange o estado do Acre (Acre, 2006). A principal base cartográfica utilizada na elaboração do mapa final de solos foi composta pela integração das cartas planialtimétricas da Diretoria de Serviço Geográfico, Brasil (2013), em diferentes escalas.

De posse desse material, foi realizada a interpretação dos principais padrões fisiográficos, de forma a obter o modelo pedológico preliminar. Foram considerados diferentes geoambientes e vários fatores interpretativos, como o padrão de drenagem, relevo predominante, aspectos geomorfológicos, geologia, vegetação, bem como, critérios de tonalidades, texturas e estruturas dos padrões de imagens de satélite e de radar disponíveis.

Após a análise e interpretação das informações disponíveis sobre os solos e de seus fatores

de formação, procedeu-se à programação dos trabalhos de campo, que se estendeu durante os períodos de estiagem dos anos de 2017, 2018 e 2019, em razão das melhores condições de acessibilidade da área nesse intervalo de tempo. Os trabalhos de campo foram realizados com o objetivo de identificar, verificar e estabelecer a distribuição e os limites das diversas unidades de mapeamento na área e posteriormente nos mapas.

Para verificação e definição do modelo pedológico utilizaram-se os acessos pelas rodovias, ramais, rios e igarapés. Os solos foram examinados e caracterizados quanto à morfologia; classificação taxonômica; proporção de ocorrência nas paisagens; situação topográfica; geologia e material de origem; altitude; drenagem; vegetação predominante e uso atual de acordo com o preconizado por Santos et al. (2015) e IBGE (2015).

Durante a prospecção foram selecionados locais para descrição de perfis de solo e coleta de horizontes pedogenéticos representativos das unidades de mapeamento. A descrição morfológica, amostragens, documentação fotográfica dos perfis típicos dos solos e coletas de amostras extras foram realizadas, conforme metodologia proposta por Santos et al. (1995, 2015) e IBGE (2015). Ao todo, foram descritos e coletados 15 perfis em ambientes representativos, totalizando 81 amostras. O banco de dados geográficos foi constituído de 68 perfis e 360 amostras de horizontes que foram consideradas para as avaliações.

Adicionalmente, foram coletadas 115 amostras extras na profundidade 0 cm–20 cm da superfície para avaliação da fertilidade do solo e estoques de carbono em 68 propriedades de 11 grupos de produtores do Projeto Reca. Foram coletadas também amostras

indeformadas para avaliação da densidade aparente, por meio do método do anel volumétrico (Donagemma et al., 2011).

Para a realização das atividades de geoprocessamento, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS, desenvolvido pelo Environmental Systems Research Institute (ESRI) de Redlans, Califórnia (Ormsby et al., 2001).

Para elaboração da base cartográfica, foram utilizadas imagens de radar Aster com pixel de 30 m (United States, 2018), imagens de radar Alos Palsar com resolução espacial de 12,5 m (Japan Aerospace Exploration Agency, 2017), imagens de satélite Landsat do ano de 2011 e a base cartográfica do ZEE Fase II (Acre, 2006).

As interpretações do material básico, para identificação e verificação da distribuição das várias unidades de mapeamento no campo, foram feitas antes, durante e após os trabalhos de campo, resultando na elaboração do mapa pedológico e da legenda preliminar.

Considerando as observações, exames e descrições morfológicas de solos efetuados durante os trabalhos de campo, os resultados analíticos de perfis de solo e a comparação das legendas, resultantes das avaliações de diferentes viagens de campo, foi elaborada a legenda geral dos solos que teve como base as normas, critérios e métodos de levantamentos pedológicos adotados por Santos et al. (1995).

Após a análise dos resultados, realizaram-se revisão das descrições, interpretação dos resultados analíticos dos perfis, ajustes no mapeamento e alterações da legenda preliminar e elaboração da legenda final de identificação dos solos. Posteriormente, foi elaborado o relatório final, assim como o mapa de solos em nível de reconhecimento de média intensidade na escala de 1:80.000.

## **Métodos de análises e classificação de solos**

Para as análises físicas e químicas dos solos, foram utilizados os métodos descritos em Teixeira (2017).

A classificação taxonômica dos perfis de solo, que deu suporte para definição das unidades de mapeamento, elaboração da legenda geral e mapa de solos, teve como base as informações dos estudos de campo, as interpretações dos resultados analíticos e as normas e critérios do atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018). Essas características possibilitaram a diferenciação de vários níveis categóricos, para efeito de distribuição geográfica das unidades de mapeamento. Além disso, são de grande importância porque evidenciam os atributos e propriedades dos solos, essenciais à interpretação e avaliação de suas potencialidades e limitações para uso em atividades agrícolas e não agrícolas.

## **Classificação das terras para aptidão agroflorestal**

A aptidão agroflorestal foi baseada em uma adaptação do índice de Storie (1970) e da metodologia do sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho; Beek, 1995) e já foi aplicada em outros trabalhos desenvolvidos por Acre (2000) e por Amaral et al. (2011). Com base no mapa pedológico elaborado em escala de publicação de 1:80.000 e de posse dos dados morfológicos, físicos e químicos, definiu-se a aptidão agroflorestal dos componentes de cada unidade de mapeamento, que seguiram a classificação em grupos de aptidão, considerando um nível de manejo com adoção de tecnologias direcionadas para as modalidades de sistemas agroflorestais.

Para cada unidade de mapeamento constante no mapa de solos, foram considerados cinco fatores (Tabela 5.1).

Esses fatores permitiram a qualificação de características importantes para o desenvolvimento das plantas. A multiplicação de valores predeterminados para cada fator (pesos), por meio de média ponderada, permitiu obter um índice para cada unidade de mapeamento. Esse índice estabelece os grupos de aptidão agroflorestal, representados por algarismos de 1 a 6, com os respectivos subgrupos (Tabela 5.2).

O grupo 1 representa as terras de melhor potencial, onde pode ser utilizada mecanização sem maiores restrições, sendo indicadas para produção intensiva de grãos. Os grupos 2 e 3 identificam terras cujo tipo de utilização mais intensiva são as culturas perenes em monocultivo ou dispostas em consórcios agroflorestais e agrossilvipastoris, respectivamente. O grupo de aptidão 4 é constituído de terras em que a possibilidade de uso indicada são as pastagens com ênfase em sistemas silvipastoris. O grupo 5 engloba terras com aptidão agroflorestal restrita, com indicação para manutenção da cobertura florestal presente, para manejo florestal de

baixo impacto, preferencialmente aquele com objetivo de manejar produtos não madeireiros, quando houver potencial na tipologia florestal de ocorrência. Em áreas de floresta atualmente convertidas, podem ser utilizadas pastagens e sistemas silvipastoris com árvores de regeneração natural. Por fim, o grupo 6 refere-se a terras inaptas para qualquer um dos tipos de utilização mencionados, mostrando-se adequadas para preservação ou recomposição da flora e fauna.

Em cada grupo identifica-se o tipo de utilização mais intensivo permitido pela terra, com pequenas variações que indicam seu potencial e suas restrições. A partir da adoção desses parâmetros, o uso da terra passa a ser cumulativo (Figura 5.2).

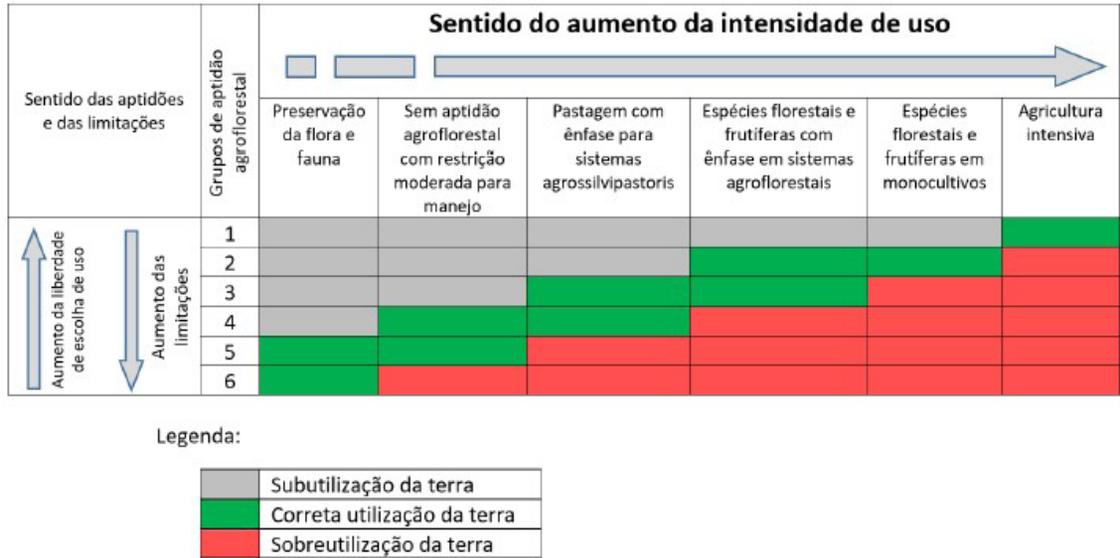
Uma área indicada para produção intensiva de grãos apresenta a maior amplitude das formas de uso e pode ser utilizada com sistemas silvipastoris, com relativa subutilização do potencial de produção dessa área. Em contrapartida, terras aptas para sistemas silvipastoris não são indicadas para o cultivo contínuo e intensivo de grãos, pois aumentaria a incidência de impactos negativos como menor produtividade, erosão, dificuldade de tráfego de máquinas agrícolas, etc. (Acre, 2000, p. 43).

**Tabela 5.1.** Fatores de aptidão considerados para cada unidade de mapeamento.

Fator de aptidão	Descrição
Caracterização dos perfis	Considerando sua inclusão em diferentes unidades fisiográficas, o grau de desenvolvimento, profundidade efetiva, presença de camadas endurecidas, acumulação de argila subsuperficial e desenvolvimento do subsolo
Grupamento textural	Textura das camadas/horizontes na porção superficial dos solos
Altimetria	Declividade na paisagem (susceptibilidade à erosão)
Classes de drenagem	Drenagem interna no perfil de solo
Fertilidade	Nível de nutrientes e grau de acidez

**Tabela 5.2.** Grupos de aptidão agroflorestal e descrição das características e indicações predominantes.

Grupo e subgrupo de aptidão agroflorestal	Descrição
1	Cultivo intensivo de grãos
2	Aptidão para culturas perenes, espécies frutíferas e florestais em monocultivos, com possibilidade de cultivos anuais
2.1	Aptidão para culturas perenes, espécies frutíferas e florestais em monocultivos (observar ocorrência de gradiente textural e relevo)
3	Consórcios agroflorestais e sistemas agrossilvipastoris
3.1	Consórcios agroflorestais e sistemas agrossilvipastoris (necessidade de adotar práticas de conservação do solo em áreas com relevo mais ondulado)
3.2	Consórcios agroflorestais e sistemas agrossilvipastoris (ciclos agrícolas de curto prazo e uso de espécies adaptadas para ambiente de drenagem deficiente)
3.3	Aptidão para exploração de culturas perenes e espécies florestais e frutíferas em sistemas agroflorestais, com possibilidade de usos agrícolas em sistemas agrossilvipastoris, com necessidade de adoção de práticas de conservação do solo e maior restrição para cultivo intensivo, devido ao relevo mais ondulado. Deve-se considerar a existência de gradiente textural nos Argissolos presentes nessa unidade de mapeamento, além de práticas para recomendação de calagem e adubação, devido à baixa fertilidade dos solos
3.4	Aptidão para exploração de culturas perenes e espécies florestais e frutíferas em sistemas agroflorestais, com possibilidade de ciclos agrícolas de culturas anuais em curtos períodos, em sistemas agrossilvipastoris. Observar critério para uso de espécies adaptadas a ambiente de drenagem deficiente. Práticas com uso de cobertura do solo em áreas degradadas e recomendação de calagem e adubação específicas para esses pedoambientes
3.5	Aptidão para exploração de culturas perenes e espécies florestais e frutíferas em sistemas agroflorestais, com possibilidade de usos agrícolas em sistemas agrossilvipastoris, com práticas de conservação do solo visando ao controle de erosão. Observar critério para uso de espécies adaptadas a ambiente de drenagem deficiente. Práticas com uso de cobertura do solo em áreas degradadas e recomendação de calagem e adubação específicas para esses pedoambientes
4	Aptidão para pastagem com ênfase para sistemas silvipastoris
4.1	Aptidão para pastagem com ênfase para sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris, sendo os cultivos nesses últimos restritos às áreas de topo (necessário fazer controle de erosão)
4.2	Aptidão para pastagem com ênfase para sistemas silvipastoris (árvores de regeneração natural e espécies forrageiras consorciadas adaptadas à drenagem deficiente)
4.3	Aptidão para pastagem com ênfase para sistemas silvipastoris com árvores de regeneração natural e pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas adaptadas a ambientes com drenagem deficiente (observar critérios para práticas de conservação do solo e controle de erosão)
5.1	Aptidão agroflorestal restrita, com indicação para manutenção das coberturas florestais presentes. Em áreas de floresta atualmente convertidas manter o uso com práticas adequadas, caso seja viável
6	Preservação da flora e fauna



**Figura 5.2.** Hierarquia de possibilidades de uso de acordo com a aptidão agroflorestal.

Fonte: Adaptado de Amaral et al. (2011).

## Aptidão agroflorestal dos solos da área de ação do Projeto Reça em Rondônia, Amazonas e Acre

O mapa de aptidão agroflorestal das terras na área de inserção do Projeto Reça pode ser observado no Apêndice A, e as quantificações das áreas de cada grupo são apresentadas na Tabela 5.3. Do total de mais de 540 mil hectares da região estudada, por volta de 47.856,9 ha (8,84%) foram classificados no grupo 1, correspondendo às unidades de mapeamento LVAa1 e LVd, onde predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos, associados a Argissolos, em relevo plano a suave ondulado (Tabela 5.2), ou seja, áreas com aptidão para o cultivo intensivo de grãos, mecanização e possibilidade de práticas com uso de alta tecnologia, como projetos de irrigação.

Em oito unidades de mapeamento há predominância de Latossolos, como componente principal, especialmente Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, profundo e bem drenado, relevo plano e suave ondulado, que ocorre em mais de 16 mil hectares (Figura 5.3). Geralmente são solos de topo de paisagem (altitudes ao redor de 190 m ou mais), com diversas formas de uso atual: áreas de floresta, pastagens e consórcios agroflorestais (Figura 5.4). O Latossolo Vermelho-Amarelo Alumínico, textura muito argilosa, profundo e bem drenado representa 70% da unidade de mapeamento LVAa1, a qual adiciona mais de 27 mil hectares de área com aptidão agroflorestal no grupo 1 (Tabela 5.3).



Fotos: Tádario Kamel de Oliveira (A); Giordano Bruno da Silva Oliveira (B)

**Figura 5.3.** Latossolo Vermelho Distrófico típico sob consórcio agroflorestal (A) (SAFs 30 anos, perfil Reça 4) (Apêndice B) e sob floresta (B) em área de relevo plano, principal paisagem de ocorrência dessa classe de solos na área de estudo.

Fotos: Tadário Kamel de Oliveira (A); Eulfran Ferreira do Amaral (B)



**Figura 5.4.** Paisagens com relevo plano em áreas de topo, com consórcios agroflorestais (A) e pastagem no período seco (B), onde predominam Latossolos na área de estudo.

**Tabela 5.3.** Unidades de mapeamento (UM) e aptidão agroflorestal dos solos da área de ação do Projeto Reca em Rondônia, Amazonas e Acre.

Símbolo da UM	Unidade de mapeamento	Aptidão agroflorestal (grupo ou subgrupo)	Distribuição	
			(ha)	(%)
LVAa1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico, textura muito argilosa, profundo e bem drenado (70%) + ARGISSOLO AMARELO Distrófico plintossólico, textura argilosa, pouco profundo e moderadamente drenado (30%), todos A moderado, relevo plano a suave ondulado e Floresta Ombrófila Aberta	1	27.796	5,13
LVd1	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, profundo e bem drenado, relevo plano e fase Floresta Ombrófila Aberta e Densa	1	8.140	1,50
LVd2	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (80%) + LATOSSOLO VERMELHO Alumínico (10%), ambos textura muito argilosa e bem drenado + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico latossólico, textura argilosa e moderadamente drenado (10%), todos A moderado, profundo, relevo suave ondulado e Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico	1	960	0,18
LVd3	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura muito argilosa e relevo plano (60%) + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, relevo suave ondulado (30%) + LATOSSOLO AMARELO Distrófico, relevo plano (10%), todos A moderado, profundo, bem drenado, Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de ARGISSOLO AMARELO Distrófico plíntico, ARGISSOLO VERMELHO Distrófico e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico	1	2.545	0,47
LVd4	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura muito argilosa (80%) + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa (10%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilosa (10%), todos A moderado, profundo, bem drenado, relevo suave ondulado e Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de LATOSSOLO VERMELHO Alumínico, ARGISSOLO VERMELHO Distrófico, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico	1	8.416	1,55
LAd	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, A fraco, relevo plano (70%) + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (20%) + LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico (10%), A moderado, relevo suave ondulado e todos textura argilosa, profundo, bem drenado e Floresta Ombrófila Aberta	2	534	0,10

Continua...

Tabela 5.3. Continuação.

Símbolo da UM	Unidade de mapeamento	Aptidão agroflorestal (grupo ou subgrupo)	Distribuição (ha) (%)	
LVAa2	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico (60%) + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (20%), ambos textura muito argilosa, bem drenado e relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilosa e moderadamente drenado (20%), todos A moderado, profundo e Floresta Ombrófila Densa com inclusão de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Plíntico e LATOSSOLO VERMELHO Alumínico	2	127	0,02
LVd5	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico concrecionário, profundo e bem drenado, relevo plano (50%) + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plintossólico, pouco profundo e moderadamente drenado (30%), ambos textura muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilosa, profundo e bem drenado (20%), relevo suave ondulado e todos A moderado, Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico	2	62.992	11,64
PVd5	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico latossólico (50%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (30%), ambos profundo + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plíntico, pouco profundo, todos A moderado, textura argilosa, moderadamente drenado, Floresta Ombrófila Aberta e relevo suave ondulado, com outras inclusões	2	168	0,03
PVd1	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa e moderadamente drenado (70%) + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura muito argilosa e bem drenado (30%), ambos A moderado, profundo, Floresta Ombrófila Aberta e relevo suave ondulado	2.1	13.261	2,45
PVd2	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa e moderadamente drenado (60%) + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura muito argilosa e bem drenado (30%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilosa e moderadamente drenado (10%), todos A moderado, profundo, Floresta Ombrófila Aberta e relevo suave ondulado	2.1	8.931	1,65
PVd4	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa e moderadamente drenado (50%) + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura muito argilosa e bem drenado (30%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, textura argilosa e moderadamente drenado (20%), todos A moderado, profundo, Floresta Ombrófila Aberta e relevo suave ondulado com inclusão de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico	2.1	3.859	0,71

Continua...

**Tabela 5.3.** Continuação.

Símbolo da UM	Unidade de mapeamento	Aptidão agroflorestal (grupo ou subgrupo)	Distribuição (ha)	Distribuição (%)
PVd3	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, moderadamente drenado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, moderadamente drenado (20%), ambos textura argilosa e Floresta Ombrófila Aberta + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura muito argilosa, bem drenado e Floresta Ombrófila Densa (20%), todos A moderado, profundo e relevo suave ondulado com inclusão de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plíntico e PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário	3.2	79	0,01
PVAa3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico típico, profundo, relevo ondulado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, pouco profundo, relevo plano e suave ondulado (aproximadamente 20%) + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plintossólico, profundo, relevo ondulado a forte ondulado (aproximadamente 20%), todos A moderado, textura argilosa, moderadamente drenado e Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico e ARGISSOLO AMARELO Distrófico cambissólico	3.3	22.059	4,07
PVAd2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, profundo (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico (20%), ambos relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plíntico e relevo ondulado (20%), pouco profundo e todos A moderado, textura argilosa, moderadamente drenado e Floresta Ombrófila Aberta com inclusão de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, ARGISSOLO VERMELHO Distrófico, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico e PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico	3.3	6.841	1,26
PVAd3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, profundo, Floresta Ombrófila Densa e relevo suave ondulado (60% da unidade) + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plíntico, relevo ondulado a forte ondulado (20% da unidade), ambos moderadamente drenado + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico, imperfeitamente drenado (20% da unidade), pouco profundo, Floresta Ombrófila Aberta e relevo suave ondulado, todos A moderado, textura argilosa com inclusão de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Plíntico e ARGISSOLO AMARELO Alumínico	3.3	44.016	8,13

Continua...

Tabela 5.3. Continuação.

Símbolo da UM	Unidade de mapeamento	Aptidão agroflorestal (grupo ou subgrupo)	Distribuição (ha) (%)	
PVAd5	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, pouco profundo e relevo plano a suave ondulado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, profundo e relevo suave ondulado (20%) + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plíntico, pouco profundo e relevo ondulado a forte ondulado (20%), todos A moderado, textura argilosa, moderadamente drenado e Floresta Ombrófila Aberta com inclusão de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico concrecionário	3.3	2.337	0,43
PVAa1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico plintossólico, pouco profundo e Floresta Ombrófila Aberta (70%) + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico latossólico, profundo e Floresta Ombrófila Densa (15%), ambos moderadamente drenado + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico concrecionário, pouco profundo e imperfeitamente drenado, Floresta Ombrófila Aberta (15%), todos A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado com inclusão de LATOSSOLO AMARELO Distrófico, ARGISSOLO AMARELO Plíntico e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Plíntico	3.4	16.025	2,96
PVAa2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico plintossólico, relevo suave ondulado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico (30%), ambos pouco profundo, moderadamente drenado, Floresta Ombrófila Aberta e relevo plano a suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, profundo, bem drenado, Floresta Ombrófila Densa e relevo suave ondulado (10%), todos A moderado, textura argilosa com inclusão de LATOSSOLO AMARELO Distrófico e PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico	3.4	13.100	2,42
PVAa4	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico típico, profundo, relevo suave ondulado a ondulado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, relevo plano e suave ondulado (20%) + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico, relevo suave ondulado (20%), sendo os dois últimos pouco profundo e todos A moderado, textura argilosa, moderadamente drenado, Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico	3.4	14.275	2,64
PVAd11	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, textura argilosa, moderadamente drenado e relevo plano a suave ondulado (70%) + PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, imperfeitamente drenado (20%) + ARGISSOLO AMARELO Distrófico plintossólico, moderadamente drenado (10%), sendo esses solos em menor proporção de textura muito argilosa, relevo suave ondulado, todos A moderado, pouco profundo, Floresta Ombrófila Aberta	3.4	6.137	1,13

Continua...

**Tabela 5.3.** Continuação.

Símbolo da UM	Unidade de mapeamento	Aptidão agroflorestral (grupo ou subgrupo)	Distribuição (ha) (%)	
PVAd4	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, pouco profundo e relevo plano a suave ondulado (70%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, profundo e relevo suave ondulado (20%) + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plíntico, pouco profundo e relevo forte ondulado (10%), todos A moderado, textura argilosa, moderadamente drenado, Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico e PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico	3.4	76.255	14,09
PVd6	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plíntico (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico (30%), ambos pouco profundo, moderadamente drenado, Floresta Ombrófila Aberta e relevo suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, profundo, bem drenado, Floresta Ombrófila Densa e relevo suave ondulado (10%), todos A moderado, textura argilosa com inclusão de LATOSSOLO AMARELO Distrófico	3.4	2.176	0,40
PVAd1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, profundo, moderadamente drenado e relevo suave ondulado a ondulado (70%) + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico, pouco profundo e imperfeitamente drenado (20%), ambos Floresta Ombrófila Aberta + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, profundo, bem drenado e Floresta Ombrófila Densa (10%), relevo suave ondulado e todos A moderado e textura argilosa com inclusão de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico, ARGISSOLO AMARELO Alumínico plíntico e distrófico, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico e PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico	3.5	434	0,08
PVAd6	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, relevo ondulado (70%) + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plíntico, relevo suave ondulado (15%), ambos textura argilosa e moderadamente drenado + PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, textura muito argilosa, imperfeitamente drenado e relevo plano a suave ondulado (15%), todos A moderado, pouco profundo, com inclusão de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico, PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário, CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico e ARGISSOLO AMARELO Alumínico plíntico	3.5	22.786	4,21

Continua...

Tabela 5.3. Continuação.

Símbolo da UM	Unidade de mapeamento	Aptidão agroflorestal (grupo ou subgrupo)	Distribuição (ha) (%)	
PVAd7	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, pouco profundo e relevo plano a suave ondulado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico típico, profundo (20%), ambos moderadamente drenado + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico, pouco profundo e imperfeitamente drenado (20%), relevo suave ondulado e todos A moderado, textura argilosa, Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, LATOSSOLO AMARELO Distrófico plíntico e ARGISSOLO VERMELHO Distrófico	3.4	14.416	2,66
PVAd8	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, pouco profundo e relevo ondulado (70%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, profundo e relevo suave ondulado (20%), ambos textura argilosa e moderadamente drenado + PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, textura muito argilosa, pouco profundo, imperfeitamente drenado, relevo plano a suave ondulado (10%), todos A moderado, Floresta Ombrófila Aberta com inclusão de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico	3.5	20.893	3,86
PVAd9	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, moderadamente drenado e relevo ondulado (60%) + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico, imperfeitamente drenado e relevo suave ondulado (30%), ambos pouco profundo + LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico, profundo, bem drenado e relevo plano a suave ondulado (10%), todos A moderado, textura argilosa, Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico	3.5	953	0,18
PVAd10	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, relevo plano e suave ondulado (60%) + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Alumínico cambissólico, relevo ondulado (30%), ambos pouco profundo e moderadamente drenado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, profundo, bem drenado e relevo plano (10%), todos A moderado, textura argilosa, Floresta Ombrófila Aberta com inclusão de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário	3.5	569	0,11
FTd1	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico argissólico, imperfeitamente drenado (60%) + ARGISSOLO AMARELO Alumínico plintossólico (20%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico plintossólico (20%), sendo esses últimos moderadamente drenado e todos A moderado, textura argilosa, pouco profundo, relevo suave ondulado e Floresta Ombrófila Aberta com inclusão de PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico	4.2	13.052	2,41

Continua...

**Tabela 5.3.** Continuação.

Símbolo da UM	Unidade de mapeamento	Aptidão agroflorestal (grupo ou subgrupo)	Distribuição (ha) (%)	
FTd2	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico argissólico, imperfeitamente drenado e relevo suave ondulado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, moderadamente drenado e relevo plano a suave ondulado (20%) + PLINTOSSOLO HÁPLICO Alumínico, imperfeitamente drenado e relevo suave ondulado (20%), todos A moderado, textura argilosa e pouco profundo com inclusão de PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico, CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico e ARGISSOLO AMARELO Distrófico plíntico	4.2	2.686	0,50
FTd3	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, textura muito argilosa e relevo suave ondulado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, relevo plano a suave ondulado (20%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico plintossólico, relevo plano (20%), esses últimos em menor proporção de textura argilosa, todos A moderado, pouco profundo, moderadamente drenado e Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico e LATOSSOLO AMARELO Distrófico	4.2	16.039	2,96
FXa	PLINTOSSOLO HÁPLICO Alumínico, textura muito argilosa e imperfeitamente drenado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico, textura argilosa e moderadamente drenado (40%), ambos A moderado, pouco profundo, suave ondulado e Floresta Ombrófila Densa e Aberta com inclusão de PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico e GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico	4.2	8.580	1,60
FXd1	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico alumínico, pouco profundo, imperfeitamente drenado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, profundo e moderadamente drenado (20%) + PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, pouco profundo e imperfeitamente drenado (20%), todos suave ondulado e A moderado, textura argilosa, Floresta Ombrófila Aberta com inclusão de GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico	4.2	25.930	4,79
FTd4	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, textura argilosa e relevo suave ondulado (60%) + PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, textura muito argilosa e relevo plano (20%), ambos imperfeitamente drenado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, textura argilosa, moderadamente drenado e relevo suave ondulado (20%), todos A moderado, pouco profundo, Floresta Ombrófila Densa e Aberta	4.3	7.716	1,43

Continua...

**Tabela 5.3.** Continuação.

Símbolo da UM	Unidade de mapeamento	Aptidão agroflorestal (grupo ou subgrupo)	Distribuição (ha) (%)	
FXd2	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico alumínico, relevo suave ondulado (60%) + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Alumínico argissólico, relevo plano (20%), ambos textura argilosa, pouco profundo e imperfeitamente drenado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico, textura muito argilosa, profundo, moderadamente drenado e relevo suave ondulado a ondulado (20%), todos A moderado, Floresta Ombrófila Aberta e Densa com inclusão de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico, ARGISSOLO AMARELO Distrófico, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico plíntico	5.1	37.616	6,95
FXd3	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, pouco profundo e imperfeitamente drenado (60%) + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico (20%), ambos plano a suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico plintossólico, relevo suave ondulado (20%), sendo os ARGISSOLOS profundos, moderadamente drenado e todos A moderado, textura argilosa e Floresta Ombrófila Aberta	5.1	10.856	2,01
FXd4	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, textura argilosa, pouco profundo e relevo suave ondulado (40%) + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Distrófico, textura arenosa e profundo (30%) + NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico alumínico, textura argilosa, profundo (30%), sendo os NEOSSOLOS em relevo plano e todos A moderado, imperfeitamente drenado e Floresta Ombrófila Aberta com inclusão de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico	5.1	7.917	1,46
RYbd	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico alumínico, textura argilosa, profundo, imperfeitamente drenado e relevo plano (70%) + PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, pouco profundo e relevo suave ondulado (20%) + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico, textura arenosa, profundo e relevo plano (10%), todos A moderado, imperfeitamente drenado e Floresta Ombrófila Aberta com inclusão de GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico	6	9.862	1,82

A maior proporção do grupo 1 está localizada a noroeste desse território, à margem esquerda do Rio Ituxi, onde Latossolos e Argissolos bem desenvolvidos compõem as respectivas unidades de mapeamento (Apêndice A). Entretanto, devido às áreas estarem conservadas com floresta primária e pela necessidade de passagem por rios, igarapés e condições das estradas vicinais, o destaque de uso atual desse grupo de aptidão predomina nas áreas adjacentes ou mais próximas à rodovia BR-364 e nos ramais de fácil acesso, ao considerar que os referidos solos também ocorrem dispersos em toda a microrregião, mesmo em menor proporção.

A expansão da área plantada com milho e especialmente soja vem sendo observada ao longo da rodovia durante os últimos anos, obviamente pelas facilidades de acesso e logística para implantação e colheita, relacionadas ao transporte de corretivos e outros fertilizantes, demais insumos e beneficiamento e armazenamento dos grãos.

Ainda de acordo com o estudo de aptidão agroflorestal, somam-se 89 mil hectares (16,6% do total) de áreas aptas para culturas perenes, espécies frutíferas e florestais em monocultivos, correspondentes às unidades de mapeamento LVd5 e PVd1, PVd2, PVd4 e PVd5 (Tabela 5.3). Especialmente ao norte dos distritos de Nova Califórnia e Extrema, RO, em paralelo à BR-364, nas áreas de topo e relevo suave ondulado, é possível uso intensivo de mecanização agrícola, assim como de pousio com leguminosas e cultivos sequenciais (grãos associados a frutíferas e mesmo árvores). Nessas unidades de mapeamento, encontram-se classes de solos que permitem diversas possibilidades de uso da área (agroflorestal e monocultivos). Especificamente para o grupo 2.1, a maior ocorrência é de Argissolos e Latossolos

Vermelhos Distróficos. Deve-se considerar a existência de gradiente textural nos Argissolos que ocorrem no local, com necessidade de adoção de práticas de conservação do solo e maior restrição para cultivo intensivo contínuo onde o relevo é mais ondulado.

O território analisado apresenta predominância de áreas que correspondem ao grupo 3 de aptidão agroflorestal e seus respectivos subgrupos (263.351,5 ha ou 48,6% da área), referentes às unidades de mapeamento PVd3 e PVd6 e principalmente PVAa1 a PVAa4 e PVAd1 a PVAd11 (Tabela 5.3). Nesses locais indica-se a implantação de consórcios agroflorestais e sistemas agrossilvipastoris. Em 13,9% do total (subgrupos 3.2 e 3.3) existe aptidão para exploração de culturas perenes e espécies florestais e frutíferas em consórcios agroflorestais, com possibilidade de usos agrícolas em sistemas agrossilvipastoris, todavia conduzidos com práticas de conservação do solo, uso de espécies adaptadas aos ambientes de drenagem deficiente, correção e fertilização do solo.

No subgrupo 3.2, em baixa proporção (PVd3 – 79 ha), existe indicação para as modalidades de sistema agroflorestal citadas, porém sendo o principal problema nessas áreas a má drenagem. Os sistemas agroflorestais, portanto, devem ser utilizados com espécies tolerantes a solos mal drenados, sujeitos a encharcamentos, no período de maior precipitação hídrica.

O subgrupo 3.3 é a classe correspondente a 75.333 ha, onde a implantação de consórcios e/ou sistemas agrossilvipastoris tem necessidade de adoção de práticas de conservação do solo e maior restrição para cultivo intensivo, devido ao relevo suave ondulado a mais ondulado (Figura 5.5). Deve-se considerar a existência de gradiente textural nos Argissolos

presentes nessas unidades de mapeamento, além de práticas para recomendação de calagem e adubação, devido à baixa fertilidade dos solos. Em maior ocorrência nesse grupo estão unidades de mapeamento com Argissolos

Vermelho-Amarelos Distróficos, pouco profundo, relevo suave ondulado e ondulado, textura argilosa, com inclusão de outras classes de solo em que as maiores restrições ao cultivo são o distrofismo e por vezes a drenagem.

Foto: Tadário Kamel de Oliveira



**Figura 5.5.** Paisagens do terço médio (relevo suave ondulado e ondulado) com predominância de Argissolos no ramal Baixa Verde, vila Nova Califórnia, Porto Velho, Rondônia.

O subgrupo 3.4 apresenta a maior porcentagem de área dessa microrregião: 26,3%, equivalentes a 142.383 ha. Adicionado ao subgrupo 3.5 (45.635,4 ha: 8,4%), somam-se mais de 34% do território, onde necessariamente se devem adotar práticas de conservação do solo visando ao controle de erosão, devido às restrições impostas pelo relevo acentuado. Há possibilidade de usos agrícolas nas áreas de topo, em pequena proporção, por meio de sistemas agrossilvipastoris, seguindo princípios de agricultura conservacionista. Como característica

predominante do grupo 3 há indicação para consórcios agroflorestais, com possibilidade de plantio das culturas anuais em curtos períodos, como cultivos intercalares ou em sistemas agrossilvipastoris. Predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos plintossólicos (Figura 5.6) e plínticos, associados em sua maior porção à Argissolo Vermelho Distrófico plíntico, entremeados em outras manchas com Plintossolos Háplicos e Argilúvicos (Figura 5.7). Em geral, as condições de textura e drenagem, em relevos que variam de

suave ondulado a ondulado, associadas aos atributos químicos do solo, implicam em recomendação de preparo do solo, calagem e adu-

bação específicas para esses pedoambientes, mesmo em consórcios agroflorestais.



Fotos: Tádario Kamel de Oliveira



**Figura 5.6.** Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico plintossólico, no ramal Baixa Verde, vila Nova Califórnia, Porto Velho, Rondônia.



**Figura 5.7.** Perfis de Plintossolo Argilúvico Distrófico argissólico, descritos em área de floresta (A e B) e em consórcio agroflorestal (C e D), no ramal Baixa Verde, vila Nova Califórnia, Porto Velho, Rondônia.

As áreas aptas para sistemas silvipastoris com árvores de regeneração natural e pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas adaptadas a ambientes com drenagem deficiente equivalem a 13,7% do total, pouco mais de 74 mil hectares, classificadas no grupo 4 e que correspondem às unidades de mapeamento FTd1 a FTd3, FXa, FXd1 e FTd4. Mesmo com a indicação específica para pastagens, recomenda-se observar os critérios e boas práticas de conservação do

solo e controle de erosão. Nessas áreas, as principais restrições à agricultura são a má drenagem e o relevo, ao considerar a prevalência de Plintossolos Argilúvicos Distrófico argissólico e típicos associados à Plintossolos Háplicos Distrófico aluminícos e típicos, imperfeitamente drenados, entre outras classes que compõem as respectivas unidades de mapeamento desse grupo de aptidão agroflorestal.

Com aptidão agroflorestal restrita, destaca-se a classe 5, com pouco mais de 56.389 ha (10,4% da área total), correspondente às unidades de mapeamento FXd2 a FXd4. Há indicação para manutenção da cobertura florestal presente e que áreas de floresta atualmente convertidas podem ser utilizadas, mesmo sem possibilidade de exploração mais intensiva das culturas, as quais, necessariamente, devem ser adaptadas a ambientes mal drenados. Havendo presença de pastagens e árvores de regeneração natural em sistemas silvipastoris, pode-se manter o uso atual. Em sua maior porção, os principais solos desse grupo são Plintossolos Háplicos Distróficos alumínicos e típicos, relevo plano a suave ondulado, ambos textura argilosa, pouco profundo e imperfeitamente drenado, com inclusão de outras classes de solo, entremeadas, onde também encontram-se Neossolos.

Por fim, a classe 6 abrange somente 1,8% da área total (9.861,8 ha), com áreas sem indicação de uso agropecuário, que devem ser destinadas para preservação da flora e fauna. Esse grupo corresponde à unidade de mapeamento RYbd, que em geral são áreas com predominância de Neossolo Flúvico Tb Distrófico alumínico, textura argilosa, profundo, imperfeitamente drenado e relevo plano (70%), mais localizado próximo às margens dos rios Ituxi e Abunã, e seus afluentes, com grande ocorrência de floresta atualmente, devido à sua inserção na bacia hidrográfica e à necessidade da proteção dos cursos d'água.

## Considerações finais

Além do aspecto técnico, a escolha do uso da terra pelos produtores envolve critérios econômicos e culturais. Possivelmente por questões mais econômicas que técnicas, parte do uso atual nas áreas do entorno do

Projeto Reca é ocupada por pastagens; e a exploração madeireira é um atrativo, devido à abundância de áreas florestais e de unidades de beneficiamento de madeira (serrarias) nessa microrregião.

A demanda por produtos arbóreos madeireiros e não madeireiros, como sementes oleaginosas e/ou comestíveis, frutos, etc., pode promover a implantação de várias modalidades de sistemas agroflorestais, inclusive aqueles relacionados à pecuária, ou seja, os sistemas silvipastoris. No entanto, as situações de comercialização e capacidade de beneficiamento, mão de obra, infraestrutura e logística são fatores que também influenciam as tomadas de decisões e definem os aspectos do desenvolvimento socioeconômico local.

O ordenamento territorial nessa microrregião, de acordo com as distâncias dos empreendimentos em relação à BR-364, das zonas urbanizadas, vias de acesso não pavimentadas, infraestrutura para beneficiamento de produtos, áreas de floresta e unidades de conservação, sugere políticas públicas que considerem a aptidão agroflorestal.

O zoneamento do território ao considerar os resultados dos estudos de aptidão irá favorecer o fortalecimento das cadeias produtivas de grãos, frutas, produtos madeireiros e não madeireiros, em diferentes modalidades de sistemas integrados, como forma de uso da terra, que associam conservação dos recursos naturais com geração de renda, com perspectivas de pagamentos por serviços ambientais, a partir da conversão de áreas desflorestadas em sistemas agroflorestais.

## Referências

- ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre**: recursos naturais e meio ambiente: documento final - 1ª fase. Rio Branco, AC: SECTMA, 2000. V. 1, 116 p.
- ACRE. (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre Fase II. **Documento síntese** – escala 1: 250.000. Rio Branco, AC: SEMA, 2006. 350 p.
- ADAMY, A. (org.). **Geodiversidade do estado de Rondônia**. Porto Velho: CPRM, 2010. 337 p.
- ADAMY, A.; ROMANINI, S. J. (org.). **Geologia da Região Porto Velho – Abunã; Folhas Porto Velho (SC.20-V-B-V), Mutumparaná (SC.20-V-C-VI), Jaciparaná (SC.20-V-D-I) e Abunã (SC.20-V-C-V). Estados de Rondônia e Amazonas**. Brasília: DNPM: CPRM, 1990. 273 p.
- AMARAL, E. F. do; BARDALES, N. G.; ARAUJO, E. A.; OLIVEIRA, T. K. de; MELO, A. W. F.; AMARAL, E. F. do; LANI, J. L.; FRANKE, I. L. Aptidão agroflorestal do Estado do Acre: alternativa sustentável de uso dos solos acreanos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém. **Sistemas agroflorestais na paisagem florestal**: desafios científicos, tecnológicos e de políticas para integrar benefícios locais e globais: anais. Belém, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011. 7 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/918922>. Acesso em: 13 jan. 2023.
- AMARAL, E. F. do; BARDALES, N. G.; OLIVEIRA, T. K. de; MELO, A. W. F.; ARAUJO, E. A.; KER, J. C.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FRANKE, I. L.; MARTORANO, L. G.; PEREIRA, J. B. M. **Levanteamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região de inserção do Projeto Reça nos estados de Rondônia, Acre e Amazonas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2023. 107 p. (Embrapa Acre. Documentos, 176). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1156883>. Acesso em: 13 jan. 2023.
- AMARAL, E. F. do; MELO, A. W. F. de; OLIVEIRA, T. K. de. **Levanteamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos da região de inserção do Projeto Reça, estados de Rondônia, Acre e Amazonas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 39 p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa, 27). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/498493>. Acesso em: 13 jan. 2023.
- BARDALES, N. G.; OLIVEIRA, T. K. de; AMARAL, E. F. do. **Solos e aptidão agroflorestal do município do Bujari, Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2015. 47 p. (Embrapa Acre. Documentos, 141). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1035267>. Acesso em: 13 jan. 2023.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC. 19. Rio Branco**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1976. 458 p. (Radambrasil. Levantamento de recursos naturais, 12).
- BRASIL. Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. **Banco de dados geográficos do Exército**: versão 3.0. 2013. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/mediador/>. Acesso em: 13 jan. 2023.
- COUTO, W. H. do. **Indicadores edáficos e potencial agrícola em áreas do Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA) na Amazônia Ocidental**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados históricos anuais**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 20 jan. 2023.
- IBGE. **Projeto de proteção do meio ambiente e das comunidades indígenas: diagnóstico geoambiental e sócio econômico. Área de influência da BR-364 trecho Porto Velho/Rio Branco**. Rio de Janeiro: IPEAN, 1990. 144 p.
- IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015. 430 p. (IBGE. Manuais técnicos em geociências, 4).
- JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY. **PALSAR data [CEOS]**. Fairbanks, Alaska: Americas ALOS Data Node, 2017. Disponível em: <http://www.asf.alaska.edu/aadn>. Acesso em: 14 jul. 2017.
- MARTORANO, L. G.; NECHET, D.; PEREIRA, L. C. Tipologia climática do estado do Pará: adaptação do método de Köppen. **Boletim de Geografia Teórica**, v. 23, n. 45-46, p. 307-312, 1993.
- MARTORANO, L. G.; VITORINO, M. I.; SILVA, B. P. P. C.; MORAES, J. R. da S. C.; LISBOA, L. S.; SOTTA, E. D.; REICHARDT, K. Climate conditions in the Eastern Amazon: rainfall variability in Belem and indicative of soil water deficit. **African Journal Agricultural Research**, v. 12, n. 21, p. 1801-1810, May 2017. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11801>.
- ORMSBY, T.; NAPOLEON, E.; BURKE, R.; GROESSL, C. **Getting to know ArcGIS desktop**: basics of Arc View, ArcEditor and ArcInfo. Califórnia: ESRI, 2001. 541 p.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. S. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

RONDÔNIA (Estado). **Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia**. Porto Velho: Seplan: Sedam, 2000. 192 p.

SANTOS, H. G. dos; HOCHMÜLLER, D. P.; CAVALCANTI, A. C.; RÊGO, R. S.; KER, J. C.; PANOSO, L. A.; AMARAL, J. A. M. do. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 108 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 101 p.

SILVA, J. M. L. da; RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A.; CARVALHO, E. J. M.; CAMPOS, A. G. S.; RAPOSO, R. P. **Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos do Município de Acrelândia, estado do Acre**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 54 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 270). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/903123>. Acesso em: 13 jan. 2023.

STORIE, R. E. **Manual de evaluación de suelos**. México: Centro Regional de Ayuda Técnica A.I.D., 1970. 225 p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

UNITED STATES. National Aeronautics and Space Administration. **Surface meteorology and Solar Energy (SSE)**. Disponível em <http://en.openei.org/datasets/node/616>. Acesso em: 15 abr. 2018.

Apêndice A. Mapa de aptidão agroflorestal.

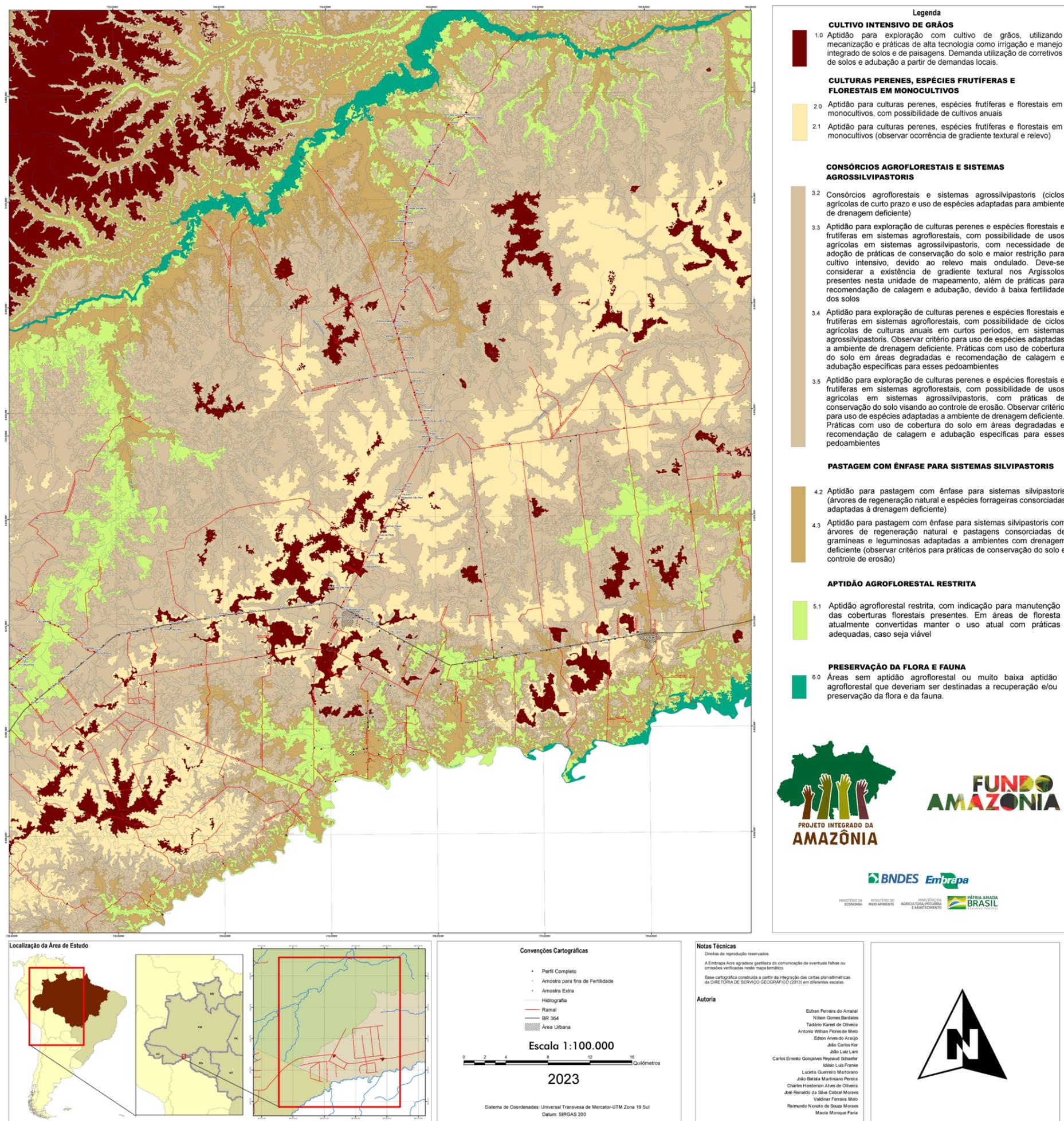


Figura 5.A1. Mapa de aptidão agroflorestal da área de inserção do Projeto Reforestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reça).

**Apêndice B.** Descrição morfológica de perfis com resultados de análises físicas e químicas de solos sob sistemas agroflorestais no Projeto Reça.

**Perfil Reça 4 (SAF com 30 anos)**

Data: 3/5/2019

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A fraco, Floresta Tropical Subperenifólia, relevo plano

Simbologia: LVd

Localização, município, estado e coordenada: ramal Pioneiros I, vila Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia, coordenadas 19L 0760059; UTM 8917983

Altitude: 190 m

Situação, declividade e erosão: perfil de trincheira com declive < 3%

Litologia: argilitos e siltitos

Formação geológica: Formação Solimões

Material originário: transformação das rochas da Formação Solimões

Pedregosidade: não pedregosa

Rochosidade: não rochosa

Relevo local: plano

Relevo regional: suave ondulado

Erosão: não aparente

Drenagem: bem drenado

Vegetação primária: Floresta Tropical Subperenifólia

Uso atual: sistema agroflorestal (30 anos)

Descrição e coleta: Nilson Gomes Bardales, Tadário Kamel de Oliveira, Charles Rodrigues da Costa, Giordano Bruno da Silva Oliveira

### Descrição morfológica

- Ap 0 cm–3 cm; bruno (7.5YR 4/2, úmido); argila; moderada, pequena, granular e grãos simples; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e clara.
- AB 3 cm–15 cm; vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequena a média, granular e blocos subangulares; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e clara.
- BA 15 cm–28 cm; vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; forte, pequena a média, granular; friável, plástico e pegajoso, transição plana e clara.
- Bw1 28 cm–51 cm; vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; forte, pequena a média, granular; friável, plástico e pegajoso, transição plana e clara.
- Bw2 51 cm–72 cm; vermelho (2.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; forte, pequena a média, granular; firme, plástico e pegajoso, transição plana e gradual.
- Bw3c 72 cm–115 cm; vermelho (2.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; forte, pequena a média, granular; firme, plástico e pegajoso, transição plana e gradual.
- Bw4c 115 cm–160+ cm; vermelho (2.5YR 4/8, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequena a média, blocos angulares; firme, plástico e pegajoso.

Raízes: abundantes, muito finas e finas no Ap, AB e BA; muitas, muito finas e finas no Bw1 e Bw2; muitas e comuns, muito finas e finas no Bw3c e Bw4c.

Observações: presença de macrofauna ativa e raízes em todos os horizontes.

**Tabela 5.B1.** Dados físicos e químicos de solos sob sistemas agroflorestais no Projeto Reca.

Horizonte		Composição granulométrica da terra fina				Relação silte/argila	Densidade aparente (g cm <sup>-3</sup> )	
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia grossa (2 mm–0,20 mm)	Areia fina (0,20 mm–0,05 mm)	Silte (0,05 mm–0,002 mm)	Argila (< 0,002 mm)			
Ap	0–3	28	98	227	646	0,35	1,05	
AB	3–15	22	94	219	664	0,33	1,16	
BA	15–28	27	78	164	730	0,22	1,07	
Bw1	28–51	16	78	164	742	0,22	1,12	
Bw2	51–72	17	65	135	783	0,17	1,12	
Bw3c	72–115	18	59	128	795	0,16	1,14	
Bw4c	115–160+	17	67	134	782	0,17	0,97	
Horizonte	pH água (1:2,5)	Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )						
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S (soma)	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>
Ap	4,5	0,74	0,36	0,11	0,00	1,21	2	8,25
AB	4,7	0,37	0,18	0,06		0,61	1,6	6,6
BA	4,8	0,1	0,08	0,03	0,00	0,21	1,6	6,6
Bw1	4,8	0,05	0,05	0,02	0,00	0,12	1,6	5,28
Bw2	5,1	0,01	0,03	0,01	0,00	0,05	1,5	4,62
Bw3c	5,2	0,04	0,09	0,01	0,00	0,14	1,2	4,95
Bw4c	5,6	0	0,28	0,01	0,00	0,29	0,4	3,3
Horizonte	CTC pH 7 (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		Valor V (%)	Valor m (%)	P assimi-lável (mg dm <sup>-3</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	
Ap	9,46	3,21		12,8	62,3	1,60	24,94	
AB	7,21	2,21		8,5	72,4	0,87	16,36	
BA	6,81	1,81		3,1	88,4	0,52	11,72	
Bw1	5,4	1,72		2,2	93	0,87	9,34	
Bw2	4,67	1,55		1,1	96,8	0,17	6,21	
Bw3c	5,09	1,34		2,8	89,6	0,34	5,45	
Bw4c	3,59	0,69		8,1	58	0,34	3,89	

## **Perfil Reça 2 (SAF com 26 anos)**

Data: 21/6/2016

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alumínico plintossólico

Simbologia: PVAa

Localização, município, estado e coordenada: ramal Baixa Verde, vila Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia, coordenadas 19L 0763470; UTM 8910115

Altitude: 138 m

Situação, declividade e erosão: perfil de trincheira com declive < 8%, no terço médio da paisagem

Litologia: argilitos e siltitos

Formação geológica: Formação Solimões

Material originário: produto de transformação das rochas sedimentares supracitadas

Pedregosidade: não pedregosa

Rochosidade: não rochosa

Relevo local: suave ondulado

Relevo regional: ondulado

Erosão: não aparente

Drenagem: moderado a imperfeitamente drenado

Vegetação primária: Floresta Tropical Subperenifólia

Uso atual: sistema agroflorestal com 26 anos

Descrição e coleta: Nilson Gomes Bardales, Tadário Kamel de Oliveira, Eufra Ferreira do Amaral, Charles Henderson Alves de Oliveira

**Descrição morfológica**

- Ap 0 cm–9 cm; cinzento (7.5YR 6/1, úmido); siltosa; maciça e grão simples, muito pequena, granular; macia a ligeiramente dura, friável, não plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e clara.
- AB 9 cm–16 cm; bruno-claro (7.5YR 6/3, úmido); siltosa; moderada a forte, pequena, blocos subangulares granular; solto a ligeiramente dura, friável a firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e clara.
- BA 16 cm–30 cm; bruno-forte (7.5YR 5/6, úmido); argila; moderada, pequeno, médio e grande, blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura a dura, firme, ligeiramente plástico e pegajoso, transição plana e gradual.
- Bt1 30 cm–50 cm; bruno-forte (7.5YR 4/6, úmido); argila; fraca a moderada, pequeno, médio e grande, blocos angulares e subangulares; cerosidade fraca e pouca; ligeiramente duro a duro, firme, plástico e pegajoso, transição plana e gradual.
- Btf1 50 cm–80 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); argila; fraca a moderada, média e grande, blocos angulares e subangulares; cerosidade comum; ligeiramente dura e dura, firme, plástico e pegajoso, transição plana e clara.
- Btf2 80 cm–95 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); argila; fraca a moderada, média e grande, blocos angulares e subangulares; cerosidade comum; ligeiramente dura e dura, firme, plástico e pegajoso, transição plana e clara.
- BC 95 cm–120+ cm; vermelho-amarelado (5YR 4/8, úmido); argila; fraca a moderada, média e grande, blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura e dura, firme, plástico e pegajoso.

Raízes: abundantes, muitas, muito finas, finas, médias e grossas no Ap e AB; muitas, muito finas e finas no BA; poucas, muito finas e finas no Bt1, Btf1 e Btf2; raras e muito finas no BC.

Observações: perfil profundo e sem impedimento até 1 m, camada endurecida até 20 cm e presença de mosqueado a partir dos 100 cm.

**Tabela 5.B2.** Dados físicos e químicos de solos sob sistemas agroflorestais no Projeto Reca.

Horizonte		Composição granulométrica da terra fina				Relação silte/argila	Densidade aparente (g cm <sup>-3</sup> )	
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia grossa (2 mm–0,20 mm)	Areia fina (0,20 mm–0,05 mm)	Silte (0,05 mm–0,002 mm)	Argila (< 0,002 mm)			
Ap	0–9	94,4	53,1	614,3	238,2	2,58	1,33	
AB	9–16	54,0	40,2	610,0	295,9	2,06	1,39	
BA	16–30	42,0	39,9	538,6	379,6	1,42	1,30	
Bt1	30–50	34,2	19,2	436,1	510,6	0,85	1,32	
Btf1	50–80	23,9	15,8	381,6	578,7	0,66	1,55	
Btf2	80–95	29,6	16,7	341,7	612,0	0,56	1,52	
BC	95–120+	29,3	24,4	405,1	541,3	0,75	1,52	
Horizonte	pH água (1:2,5)	Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )						H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S (soma)	Al <sup>3+</sup>	
Ap	4,23	4,60	2,10	0,24	0,00	6,94	0,36	5,42
AB	5,16	2,47	1,56	0,16		4,19	0,84	4,41
BA	4,92	0,98	0,64	0,09	0,00	1,71	2,82	5,54
Bt1	4,94	0,32	0,22	0,09	0,00	0,63	5,29	7,72
Btf1	4,99	0,19	0,25	0,10	0,00	0,54	6,77	8,36
Btf2	5,05	0,05	0,53	0,11	0,00	0,69	7,71	8,73
BC	5,04	0,06	0,71	0,15	0,00	0,91	8,75	9,71
Horizonte	CTC pH 7 (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		Valor V (%)	Valor m (%)	P assimilável (mg dm <sup>-3</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	
Ap	12,36	7,30		56,15	4,98	5,25	23,21	
AB	8,61	5,03		48,73	16,67	1,52	11,89	
BA	7,25	4,52		23,54	62,27	0,89	6,38	
Bt1	8,35	5,92		7,57	89,31	0,68	3,19	
Btf1	8,90	7,31		6,10	92,58	1,59	2,35	
Btf2	9,41	8,39		7,28	91,84	1,31	2,30	
BC	10,62	9,67		8,61	90,54	2,08	2,25	

**Perfil Reça 3 (SAF com 30 anos)**

Data: 2/5/2019

Classificação: PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Alumínico argissólico

Simbologia: FTa

Localização, município, estado e coordenada: ramal Baixa Verde, vila Nova Califórnia, município de Porto Velho, Rondônia, coordenadas 19L 0763323; UTM 8908081

Altitude: 120 m

Situação, declividade e erosão: perfil de trincheira aberta sob SAF, no terço inferior da paisagem com declive < 3%

Litologia: argilitos e siltitos

Formação geológica: Formação Solimões

Material originário: produto de alteração da rocha sedimentar supracitada

Pedregosidade: não pedregosa

Rochosidade: não rochosa

Relevo local: plano

Relevo regional: plano a suave ondulado

Erosão: não aparente

Drenagem: moderada a imperfeitamente drenado

Vegetação primária: Floresta Tropical Subperenifólia

Uso atual: sistema agroflorestal (30 anos)

Descrição e coleta: Nilson Gomes Bardales, Charles Rodrigues da Costa, Tadário Kamel de Oliveira, Giordano Bruno da Silva Oliveira

### Descrição morfológica

- A 0 cm–5 cm; bruno-escuro (7.5YR 3/3, úmido); franco-siltosa; grão simples, muito pequena, granular; solto e muito friável, não plástico e ligeiramente pegajoso, transição clara e plana.
- AB 5 cm–17 cm; bruno-forte (7.5YR 4/6, úmido); siltosa; maciça, muito pequena e pequena, granular e blocos subangulares; macio, solto, não plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e clara.
- BA 17 cm–35 cm; bruno-forte (7.5YR 4/6, úmido); franco-argilosa; moderada, pequena e média, blocos angulares e subangulares; ligeiramente duro, firme, ligeiramente plástico e pegajoso, transição plana e gradual.
- Btf1 35 cm–58 cm; bruno-forte (7.5YR 4/6, úmido); argila; moderada, pequena e média, blocos angulares e subangulares; cerosidade pouca e fraca; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso, transição plana e gradual.
- Btf2 58 cm–80 cm; bruno (7.5YR 4/4, úmido); argila; moderada a fraca, pequena a média, blocos angulares e subangulares; duro, firme, plástico e pegajoso, transição plana e gradual.
- Bf1 80 cm–110 cm; argila; moderada a fraca, pequena a média, blocos angulares e subangulares; duro, firme, plástico e pegajoso, transição plana e gradual.
- Bf2 110 cm–140+ cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); argila; moderada a fraca, pequena a média, blocos angulares e subangulares; duro, firme, plástico e pegajoso.

Raízes: abundantes e muitas, muito finas e finas no A, AB e BA; muitas, muito finas e finas no Btf1; comuns, muito finas e finas no Btf2; poucas, muito finas e finas Bf1 e Bf2.

Observações: coletado no final do período chuvoso (solo úmido).

**Tabela 5.B3.** Dados físicos e químicos de solos sob sistemas agroflorestais no Projeto Reca.

Horizonte		Composição granulométrica da terra fina				Relação silte/argila	Densidade aparente (g cm <sup>-3</sup> )	
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia grossa (2 mm–0,20 mm)	Areia fina (0,20 mm–0,05 mm)	Silte (0,05 mm–0,002 mm)	Argila (< 0,002 mm)			
A	0–5	5	244	478	273	1,75	1,19	
AB	5–17	3	152	566	278	2,04	1,43	
BA	17–35	4	164	474	358	1,32	1,36	
Btf1	35–58	4	149	432	415	1,04	1,46	
Btf2	58–80	2	168	415	415	1,00	1,51	
Bf1	80–110	4	143	386	467	0,83	1,54	
Bf2	110–140+	8	147	374	471	0,79	1,54	
Horizonte	pH água (1:2,5)	Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )						
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S (soma)	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>
A	5,2	1,8	0,91	0,09	0,00	2,8	1,5	8,25
AB	4,8	0,77	0,46	0,05		1,28	4,0	10,23
BA	4,7	0,47	0,22	0,04	0,00	0,73	5,6	12,21
Btf1	4,7	0,3	0,16	0,03	0,00	0,49	7,0	14,85
Btf2	4,7	0,17	0,14	0,03	0,00	0,34	6,8	13,86
Bf1	4,7	0,05	0,11	0,03	0,00	0,19	6,6	11,55
Bf2	4,8	0,01	0,1	0,03	0,00	0,14	6,7	11,55
Horizonte	CTC pH 7 (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		Valor V (%)	Valor m (%)	P assimilável (mg dm <sup>-3</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	
A	11,05	4,3		25,3	34,9	3,06	17,17	
AB	11,51	5,28		11,1	75,8	1,12	10,15	
BA	12,94	6,33		5,6	88,5	0,76	8,58	
Btf1	15,34	7,49		3,2	93,5	0,23	8,58	
Btf2	14,2	7,14		2,4	95,2	0,41	7,77	
Bf1	11,74	6,79		1,6	97,2	0,23	4,70	
Bf2	11,69	6,84		1,2	98	0,23	3,89	

Foto: Tássaro Kamel de Oliveira





Parceria



Apoio



CGPE 018475