

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Jéssica Puhl Croda

**IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA  
AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: UM  
ESTUDO DE CASO SOBRE O PROJETO RECA**

Santa Maria, RS  
2019

Jéssica Puhl Croda

**IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA  
AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: UM  
ESTUDO DE CASO SOBRE O PROJETO RECA**



Santa Maria, RS  
2019

**Jéssica Puhl Croda**

**IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA AGRICULTURA  
FAMILIAR NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O  
PROJETO RECA**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Engenharia Agroambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestra em Engenharia Agrícola**.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Moreira Rovedder

Santa Maria, RS  
2019

Croda, Jéssica Puhl  
IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA  
AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: UM ESTUDO DE  
CASO SOBRE O PROJETO RECA / Jéssica Puhl Croda.- 2019.  
90 p.; 30 cm

Orientadora: Ana Paula Moreira Rovedder  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2019

1. Restauração Ecológica 2. Agroecologia 3.  
Sociobiodiversidade 4. Theobroma grandiflorum (Willd. Ex  
Spreng.) Schum. I. Rovedder, Ana Paula Moreira II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

---

© 2019

Todos os direitos autorais reservados a Jéssica Puhl Croda. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Restinga, Nº 103, CEP: 97105-330

Endereço eletrônico: jessica.croda@hotmail.com

---

**Jéssica Puhl Croda**

**IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA AGRICULTURA  
FAMILIAR NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O  
PROJETO RECA**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Engenharia Agroambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestra em Engenharia Agrícola**.

**Aprovada em 13 de março de 2019:**

---

**Ana Paula Moreira Rovedder Dra.**  
Presidente/Orientadora

---

**Marlove Fátima Brião Muniz Dra. (UFSM)**

---

**Fabiana Mongeli Peneireiro Dra. (Mutirão Agroflorestal)**

Santa Maria, RS  
2019

*Às Agrofloresteiras e aos Agrofloresteiros  
que acreditam na Agrofloresta como ideologia de vida, resistência e soberania dos povos da  
Floresta e; às agricultoras e agricultores familiares, que lutam e se identificam pela causa  
agroecológica*

*DEDICO.*

## **Agradecimentos**

À Mãe Terra, Pai Sol, Irmã Água, Filha Lua e todas as forças superiores que sempre me iluminaram e continuam iluminando. Sou GRATA!

Esse lindo trabalho faz parte da minha trajetória quanto Agrofloresteira, que se inicia como ideologia de vida e assim permanece, tanto como profissional quanto pessoal e espiritual. Sou GRATA por todo aprendizado, ensinamentos e conhecimentos durante essa caminhada.

Nessa trajetória muitas pessoas foram imprescindíveis para que tudo saísse como planejado, ou mesmo não saindo, foram peças chaves para montar esse quebra-cabeça incrível chamado vida. Sou GRATA a todas as pessoas, mas algumas em especial.

À minha família linda, que tanto amo e admiro: Pai José Croda e Mãe Cleunice Croda, sou muito GRATA por todo amor, força e apoio, sei que muitas vezes não concordaram com minhas escolhas, mas mesmo não concordando, sempre foram a minha base e o meu suporte. À minha irmã Jaqueline Croda, meu exemplo de mulher batalhadora, e ao meu irmão Jeferson Croda (Maninho), sou GRATA por ter vocês na minha vida. E, é claro, aos meus pestinhas (sobrinhos) Matheus, Guilherme e Bernardo Croda, vocês foram e são a minha alegria, e a energia contagiante da força do sorriso de cada um de vocês, é inexplicável. Sou muito GRATA pelas risadas, bagunças e brincadeiras porque, na companhia de vocês, tudo é divertido. Ah, e agora, a tia já pode brincar (e muito) para recuperar os dias distantes.

Dizem que amigos e amigas são peças raras e que a amizade verdadeira sempre prevalece, não importa os anos nem a distância. Pois é exatamente assim, minhas peças raras verdadeiras, que eu agradeço com todo meu amor e carinho a vocês: Djoney Procknow, por ser essa pessoa iluminada, trazendo muita luz e calma nas tempestades diárias, por toda ajuda, companheirismo e, principalmente, as risadas e cantorias (que não podem faltar jamais) sou GRATA, muito grata por ter você na minha vida; Denise Gazzana, pela amiga querida e prestativa que és, sempre disposta a ajudar e a fazer as pipocas com aquele chimarrão no final das tardes intermináveis de estudos, sou GRATA; Samara Lazzarotto, por compartilhar das mesmas ideologias e sempre acreditar nas minhas escolhas, sou GRATA; Betina Camargo, por ter se tornado uma grande amiga, companheira de estudos, presente em momentos muito importantes, sou GRATA; a Juliane Salapata por ser tão especial e compartilhar da vida agrofloresteira comigo, sou muito GRATA. Jhenifer Soriano, minha gêmea acreana, sou grata pelo carinho, atenção e amizade que sempre demonstrastes, és minha fortaleza. E, por último, mas não menos importante, ao meu companheiro, Rafael Virginio, pelo amor, compreensão e força nessa reta final, minha GRATIDÃO.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia d'Avila, pela bondade, empatia e luz, sou muito GRATA.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Moreira Rovedder, pela orientação, confiança e amizade, sou MUITO GRATA. Gratidão por ser meu exemplo como mulher e profissional, minha fonte de admiração e força.

Ao Núcleo de Estudos em Recuperação em Áreas Degradadas (NEPRADE), sou GRATA a cada integrante pelas energias positivas e companheirismo diário. Obrigada gente linda: Bruna Balestrin Piaia, Lucas Donato Toso, Rafaela Hummel, Patrícia Sulzbach, Fabiane Granzotto, Jhonitan Matiello, José Carlos Júnior, Frederico Neuenschwander, Aline Peccatti, Camila Tavares, Gabrielle Motta e, em especial, a Roselene Felker, Maureen Stefanello, Matheus Gazzola e Rodrigo Silva pelas contribuições nesse trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e o Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) pela oportunidade e confiança para que este trabalho fosse realizado em Rondônia, sou muito GRATA.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo consentimento da bolsa de estudos durante o mestrado. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Secretaria especial de agricultura familiar e do desenvolvimento agrário (Sead) pela bolsa da Residência Agroflorestal, sou GRATA.

Um agradecimento muito especial, ao Programa de Residência Agroflorestal e todos os professores e colegas residentes, pelos momentos de aprendizado e troca de conhecimentos, principalmente às amigas que tanto tenho saudade, Fernanda Carvalho, Carol Naomi e Aretuza Nogueira. Gratidão ao Prof. Dr. José de Sá, coordenador da Residência, pela oportunidade e confiança, sou GRATA.

Aos meus amigos queridos, que me acolheram de portas, janelas e coração abertos no seu lar em Rondônia, gratidão Gilderlon Soares, Anderson Bento, Romas Sena e a linda da Akira. Igualmente gratidão a Karoline Ruiz, Jimi Amaral e Ana Carol Arantes pela amizade e companheirismo, sou GRATA.

E, uma GRATIDÃO enorme à minha segunda família em Rondônia, o Projeto RECA. Sou imensamente grata a cada agricultora e agricultor por cada conversa, cada visita, cada chimarrão, cada janta, cada pouso, cada momento. Gratidão pela acolhida, pela recepção maravilhosa, pela oportunidade de realizar esse estudo com essas famílias e com esses sistemas agroflorestais. Gratidão especial a minha segunda mãe, Antônia Vacaro e toda a sua família, Bianca, Bruna, Volmir e a pequena Heloísa Vacaro, vocês foram essenciais durante a minha estadia em RO e serão sempre minha família, sou muito GRATA pelo carinho, preocupação e

cuidado. Ao presidente do RECA, Alexsandro Queiroz dos Santos e a minha tutora durante a Residência, Eunice Sordi, pela confiança, autonomia e, principalmente, por acreditarem no meu trabalho, sou muito GRATA. À equipe técnica do RECA, Taysa Faltz, Jersiane Berkembrock e Gicarlos Sousa de Lima, pelo auxílio nas coletas de dados a campo, pelas reuniões, pelo companheirismo e dedicação, sou GRATA. Às famílias que fizeram parte desta pesquisa, que me receberam com todo amor e atenção, sou extremamente GRATA.

Agradeço por fim, à Associação Brasileira dos Estudantes de Engenharia Florestal (ABEEF), e a todas e todos estudantes deste curso maravilhoso, que lutam e acreditam na Agroecologia, e em uma Engenharia Florestal comprometida com os povos e as florestas, sou GRATA.

À minha banca examinadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marlove Muniz e Dr<sup>a</sup>. Fabiana Peneireiro, por serem acima de tudo, referências de profissionais e de mulheres na Ciência, sou GRATA e agradeço as contribuições.

Sou eternamente grata, a cada uma e a cada um, que dê uma forma ou de outra contribuíram para que esse trabalho se tornasse realidade, a minha GRATIDÃO.

*Gratidão Rondônia.*

*Gratidão Residência Agroflorestal.*

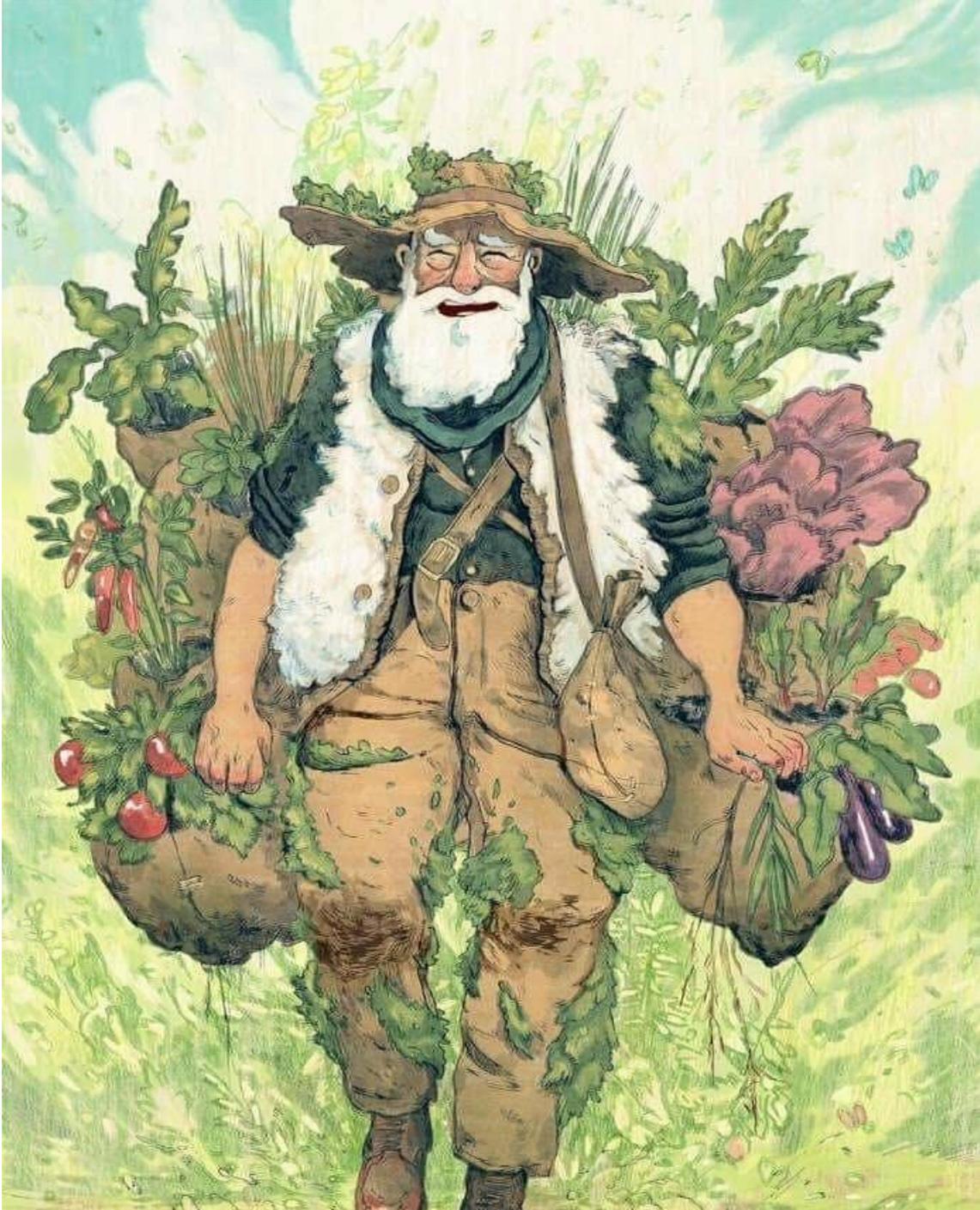
*Gratidão RECA.*

*Gratidão Agrofloresta.*

*Gratidão Amazônia.*

## A REVOLUÇÃO SERÁ AGROFLORESTAL!

(Namastê Messerschmidt).



## RESUMO

### IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O PROJETO RECA

AUTORA: Jéssica Puhl Croda

ORIENTADORA: Ana Paula Moreira Rovedder

Sistemas Agroflorestais (SAF) podem ser vistos como uma alternativa de produção sustentável aliada à conservação ambiental, que proporcionam benefícios ambientais, sociais e econômicos. Com a crescente pressão do agronegócio ocasionando a destruição da Floresta Amazônica, fortalecer práticas agroecológicas é imprescindível para manutenção da floresta em pé. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar a importância dos sistemas agroflorestais para agricultura familiar, ao se analisar a influência social, ecológica e econômica para geração de renda e valorização da sociobiodiversidade como estratégia de método de restauração e sistema produtivo na Amazônia. O estudo foi conduzido entre janeiro de 2017 e janeiro de 2018 em seis sistemas agroflorestais de agricultores familiares do Projeto RECA, localizados no ramal Baixa Verde, distrito de Nova Califórnia, Rondônia. Os SAF selecionados possuem histórico da área, arranjos, práticas de manejo, espécies e idades diferentes: SAF 1 (28 anos), SAF 2 (10 anos), SAF 3 e 4 (4 anos) e SAF 5 e 6 (1 ano). Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com as famílias agricultoras para compreender a função social dos SAF, com enfoque nos motivos de adoção desse sistema. Para analisar a função ecológica, foram realizadas análises químicas do solo, que consistiram na determinação de: matéria orgânica do solo (MOS), pH em água, teores de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e alumínio (Al). Foram determinados a capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva), acidez potencial (H+Al), saturação por alumínio (m%) e saturação por bases (V%). Realizaram-se a mensuração da camada de serapilheira avaliada pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade, e cobertura de solo de acordo com a escala visual de Braun-Blanquet. Foram determinados índices de diversidade de Shannon, equabilidade de Pielou, similaridade florística pelo índice de Jaccard e análises de correlações entre os SAF e os atributos químicos do solo, cobertura do solo, espessura de serapilheira e os atributos florísticos, por meio da correlação de Pearson e da análise de correspondência canônica (CCA). A avaliação financeira dos SAF mais antigos (SAF 1 e 2), foi realizada utilizando os indicadores financeiros: VPL (Valor Presente Líquido), a TIR (Taxa Interna de Retorno), Relação B/C (Benefício/Custo), Payback descontado (tempo de recuperação do capital) e VAE (valor anual equivalente) com taxa de juros de 2,5% a.a. Os SAF representam a principal fonte de renda para as famílias entrevistadas e a principal motivação de adoção agroflorestal foi desenvolver um sistema de produção capaz de gerar renda e reflorestar as áreas desmatadas. As espécies frutíferas arbóreas são predominantes e a *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum., é o carro chefe dos SAF estudados. Ao longo dos anos, os SAF foram sendo diversificados e a sua principal finalidade é alimentação da família (60%). Com relação aos resultados obtidos quanto aos atributos florísticos, o SAF 3 apresentou os maiores índices de diversidade e equabilidade entre os SAF estudados, os menores valores de diversidade foram encontrados no SAF 1 e de equabilidade no SAF 4, e não houve similaridade alta entre os SAF. Em relação aos atributos químicos do solo, os solos das áreas de estudo são ácidos, com fertilidade natural baixa, principalmente de macronutrientes. As correlações entre os SAF e os atributos químicos do solo, espessura de serapilheira, cobertura do solo e atributos florísticos, demonstraram correlações significativas ( $p < 0,05$ ) e todas foram consideradas muito fortes ( $r \geq 0,7$ ) de acordo com a correlação de Pearson. Os SAF com manejo orgânico apresentaram maior percentual de cobertura do solo (87,5%) e maior espessura de serapilheira. Na avaliação financeira, os SAF apresentaram-se viáveis economicamente com VPL positivo para os dois SAF analisados, R\$55.916,87 (SAF1) e R\$57.826,16 (SAF2). Os diferentes anos de idade dos SAF estudados interferem na MOS e acúmulo de nutrientes. A principal diferença em relação ao tempo de SAF pode ser o teor de fósforo ( $P_2O_5$ ) no SAF 1 (28 anos). O tempo de manejo sem revolvimento do solo, o bombeamento dos nutrientes e ciclagem de nutrientes mediante queda das folhas (ou podas) e com manutenção dos resíduos culturais na superfície pode ter influenciado em uma possível melhoria no valor do nutriente. Já SAF mais novos (SAF 5 e 6) apresentaram teores elevados de Al, H+Al e m no solo. O manejo realizado nas áreas pode exercer grande influência na disponibilidade de nutrientes para o solo e técnicas de manejo como uso de plantas de cobertura e poda, podem possibilitar a melhoria na manutenção da qualidade do solo.

**Palavras-chave:** Restauração ecológica. Agroecologia. Sociobiodiversidade. *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.

## ABSTRACT

### IMPORTANCE OF AGROFORESTRY SYSTEMS FOR FAMILY AGRICULTURE IN THE BRAZILIAN AMAZON: A CASE STUDY ON THE RECA PROJECT

AUTHOR: Jéssica Puhl Croda

ADVISOR: Ana Paula Moreira Rovedder

Agroforestry Systems (SAF) can be seen as an alternative of sustainable production coupled with environmental conservation, which provide environmental, social and economic benefits. With the increasing pressure of agribusiness causing the destruction of the Amazon Forest, strengthening agroecological practices is essential for the maintenance of standing forest. Therefore, the present study has the general objective of evaluating the importance of agroforestry systems for family agriculture, when analyzing the social, ecological and economic influence for income generation and socio-biodiversity valorization as a method of restoration method and productive system in the Amazon. The study was conducted between January 2017 and January 2018 in six agroforestry systems of family farmers of the RECA Project, located in the Lower Green branch, in the district of Nova Califórnia, Rondônia. SAF 1 (28 years), SAF 2 (10 years), SAF 3 and 4 (4 years) and SAF 5 and 6 (1 year). Semi-structured interviews were conducted with the farming families to understand the social function of the SAF, focusing on the reasons for adopting this system. To analyze the ecological function, soil chemical analyzes were carried out, which consisted of soil organic matter (MOS), pH in water, potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), phosphorus P) and aluminum (Al). The effective cation exchange capacity (CTC), potential acidity (H+Al), aluminum saturation (m%) and base saturation (V%) were determined. The litter layer was evaluated by Tukey Test at 5% probability, and soil cover according to the Braun-Blanquet visual scale. Shannon diversity indexes, Pielou equability, floristic similarity by Jaccard index, and correlation analyzes between SAF and soil chemical attributes, soil cover, litter thickness, and floristic attributes were determined using Pearson's correlation and canonical correspondence analysis (CCA). The financial evaluation of the oldest SAF (SAF 1 and 2) was performed using the financial indicators: NPV (Net Present Value), Internal Rate of Return (RIR), B/C Ratio (Benefit / Cost), Discounted Payback time of capital recovery) and VAE (annual equivalent value) with an interest rate of 2.5% a.a. The SAF represent the main source of income for the families interviewed and the main motivation for agroforestry adoption was to develop a production system capable of generating income and reforest deforested areas. The fruit tree species are predominant and *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum., Is the chief carriage of the SAF studied. Over the years, SAFs have been diversified and their main purpose is family feeding (60%). Regarding the floristic attributes, SAF 3 presented the highest diversity and equability indexes among SAF studied, the lowest diversity values were found in SAF 1 and equability in SAF 4, and there was no high similarity among the SAF. In relation to the chemical attributes of the soil, the soils of the study areas are acidic, with low natural fertility, mainly macronutrients. Correlations between SAF and soil chemical attributes, litter thickness, soil cover and floristic attributes, showed significant correlations ( $p < 0.05$ ) and all were considered very strong ( $r \geq 0.7$ ) according to Pearson's correlation. The SAF with organic management had a higher percentage of soil cover (87.5%) and higher litter thickness. In the financial evaluation, the SAF were economically viable with positive NPV for the two SAFs analyzed, R \$ 55.916,87 (SAF1) and R \$ 57.826,16 (SAF2). The different ages of the SAF studied interfere with SOM and accumulation of nutrients. The main difference in relation to the time of SAF may be the content of phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) in SAF 1 (28 years). The management time without soil rotation, nutrient pumping and nutrient cycling by leaf fall (or pruning) and maintenance of cultural residues on the surface may have influenced a possible improvement in nutrient value. Already newer SAFs (SAF 5 and 6) presented high levels of Al, H + Al and m in the soil. The management carried out in the areas can exert a great influence on the availability of nutrients to the soil and management techniques such as the use of cover crops and pruning, can allow the improvement in soil quality maintenance.

**Keywords:** Ecological restoration. Agroecology. Sociobiodiversity. *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da região de estudo, no distrito de Nova Califórnia, Rondônia.....	28
Figura 2- Aspecto do primeiro Sistema Agroflorestal implantado no Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	30
Figura 3- Aspecto da vista aérea do Sistema Agroflorestal com dez anos de implantação do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	31
Figura 4- Aspecto de sistema agroflorestal com quatro anos de idade do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	32
Figura 5- Aspecto de sistema agroflorestal com um ano de implantação do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	32
Figura 6- Imagem da mensuração da camada de serapilheira realizada em seis Sistemas Agroflorestais do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	34
Figura 7- Imagem das diferentes coberturas de solo dos Sistemas Agroflorestais do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	35
Figura 8- Correlações de Pearson significativas ( $p < 0,05$ ) para atributos florísticos, atributos químicos do solo, espessura de serapilheira e cobertura do solo dos sistemas agroflorestais estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	57
Figura 9- Diagrama de ordenação da Análise de Correspondência Canônica, mostrando a correlação entre os atributos químicos do solo, composição florística, espessura de serapilheira, cobertura do solo e os Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	60
Figura 10- Acúmulo de matéria orgânica do solo, espessura de serapilheira e seus respectivos índices de diversidade entre os diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	63
Figura 11- Cobertura do solo de Braun-Blanquet (1979) e a espessura de serapilheira dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	64
Figura 12- Receitas, custos e fluxo de caixa do primeiro Sistema Agroflorestal implantado do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	67
Figura 13- Receitas, custos e fluxo de caixa do Sistema Agroflorestal com dez anos de implantação do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	67
Figura 14- Demanda anual de mão de obra do primeiro Sistema Agroflorestal implantado do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia, durante 20 anos.....	69
Figura 15- Demanda anual de mão de obra do Sistema Agroflorestal com dez anos de implantação do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia durante 20 anos.....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estrutura e composição dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	46
Tabela 2- Usos mais frequentes das espécies componentes dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	48
Tabela 3- Dados florísticos de diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	49
Tabela 4- Matriz de similaridade florística pelo índice de Jaccard dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	50
Tabela 5- Valores dos atributos químicos solo dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	54
Tabela 6- Matriz de correlação de Pearson dos atributos florísticos, atributos químicos do solo, espessura de serapilheira e cobertura do solo dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	56
Tabela 7- Análise de variância (ANOVA) da camada de serapilheira nos diferentes sistemas agroflorestais estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia. ....	61
Tabela 8- Espessura de serapilheira dos diferentes Sistemas agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.....	61
Tabela 9 - Indicadores financeiros dos Sistemas Agroflorestais estudados amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia, para os períodos de 10 e 20anos.....	70

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
2.1 Objetivo geral.....	19
2.2 Objetivos específicos .....	19
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
3.1 FLORESTA AMAZÔNICA .....	20
3.2 É POSSÍVEL CONCILIAR A CONSERVAÇÃO AMBIENTAL COM O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA? .....	22
<b>3.2.1 Sistemas Agroflorestais e a Restauração Ecológica</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2.2 Papel dos sistemas agroflorestais na Amazônia</b> .....	<b>24</b>
3.3 VIABILIDADE FINANCEIRA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS .....	26
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO .....	28
4.2 CARACTERIZAÇÃO E HISTÓRICO DA ÁREA DE ESTUDO .....	29
4.3 COLETA DE DADOS.....	33
<b>4.3.1 Função social dos sistemas agroflorestais</b> .....	<b>33</b>
<b>4.3.2 Atributos químicos do solo</b> .....	<b>33</b>
<b>4.3.3 Espessura de serapilheira</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3.4 Cobertura de solo</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3.5 Viabilidade financeira</b> .....	<b>35</b>
4.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	35
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
5.1 FUNÇÃO SOCIAL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS .....	37
<b>5.1.1 Histórico e motivações da adoção agroflorestal</b> .....	<b>37</b>
<b>5.1.2 Importância dos sistemas agroflorestais para a subsistência da família</b> .....	<b>39</b>
<b>5.1.3 Principais vantagens dos sistemas agroflorestais</b> .....	<b>40</b>
<b>5.1.4 Principais limitações dos sistemas agroflorestais</b> .....	<b>41</b>
<b>5.1.5 Equidade de gênero nas famílias agricultoras</b> .....	<b>42</b>
<b>5.1.6 Mudanças ambientais observadas nos sistemas agroflorestais</b> .....	<b>43</b>
<b>5.1.7 Motivos da adesão (ou não) da certificação orgânica</b> .....	<b>43</b>
<b>5.1.8 Importância do Projeto RECA para a região</b> .....	<b>44</b>
5.2 DINÂMICA E ESTRUTURA DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	45
<b>5.2.1 Estrutura e composição florística</b> .....	<b>45</b>

5.2.2 Diversidade e uniformidade florística .....	49
5.2.3 Similaridade florística .....	50
5.3 RELAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS E AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS .....	51
5.3.1 Atributos químicos do solo.....	51
5.3.2 Correlação entre os sistemas agroflorestais e a fertilidade do solo .....	54
5.3.3 Contribuição da serapilheira para a manutenção dos sistemas agroflorestais	60
5.4 ANÁLISE FINANCEIRA DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS .....	65
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>71</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Floresta Amazônica vem sendo rapidamente destruída e substituída por pastagens para atividade pecuária (REED; STRINGER, 2016). O desmatamento é o problema ambiental mais persistente na Amazônia brasileira, com sérias consequências para a biodiversidade (PERES et al., 2010) e serviços ecossistêmicos em escala global (FEARNSIDE, 2012). Consequentemente, há um esforço maior para parar o desmatamento ou, pelo menos, retardá-lo (ARIMA et al., 2014).

Frente ao histórico de degradação da biodiversidade amazônica, faz-se necessário promover e adotar sistemas de produção sustentáveis que associem a questão econômica com a conservação dos recursos naturais (LENCI et al., 2018). Um exemplo são sistemas agroflorestais (SAF), que compreendem o cultivo simultâneo de árvores, espécies agrícolas e/ou animais, seguindo determinado arranjo espacial e temporal (ALTIERI, 2012).

Diante disso, os sistemas agroflorestais complexos, biodiversos ou sucessionais, são os mais recomendados para fins de restauração e conservação ambiental, tendo em vista as semelhanças com os ecossistemas naturais. Estes sistemas também permitem a compreensão do conceito amplo de conservação, incluindo o ser humano na restauração ecológica, haja vista que o sistema fornece alimentos, gera renda e vários benefícios sociais, ao mesmo tempo que desempenha as funções ecológicas (MICCOLIS et al., 2016).

Além disso, os SAF, por manterem uma cobertura vegetal semelhante às áreas sob floresta, permitem a manutenção da fertilidade do solo fundamentada no aporte de dos resíduos orgânicos e ciclagem dos nutrientes (SILVA et al., 2011). Dessa forma, além de garantir a sustentabilidade da produção, especialmente nos solos de baixa fertilidade da Amazônia, pelos benefícios da matéria orgânica do solo, possibilita grande acúmulo de biomassa e serapilheira (FROUFE et al., 2011), contribuindo para a melhoria dos atributos edáficos (PEZARICO et al., 2013).

A agrossilvicultura pode, portanto, fornecer diversos serviços ecossistêmicos (TSONKOVA et al., 2014; FAGERHOLM et al., 2016), como o aumento da ciclagem de nutrientes, diminuir os riscos de erosão do solo (RIVEST et al., 2013) e aumentar a biodiversidade (TORRALBA et al., 2016). Devido ao seu impacto ambiental e benefícios socioeconômicos, os sistemas agroflorestais representam um valor importante para a sociedade em geral e para a agricultura familiar e a floresta amazônica, em particular (AERTSENS et al., 2013).

Na Amazônia, os SAF possuem papel importante na subsistência e geração de renda para a agricultura familiar (MILLER; NAIR, 2006) proporcionando não apenas benefícios econômicos e a segurança alimentar para a população local, mas, sobretudo, contribuindo para a conservação da água, solo e biodiversidade (KUMAR; NAIR, 2004).

Nesse contexto, a produção agroflorestal tem se tornado cada vez mais importante para a agricultura familiar, por ser mais sustentável e ambientalmente menos danosa do que a formação de pastagens ou a exploração madeireira (FEARNSIDE, 2009). Dessa forma, fortalecer as estratégias de restauração na região amazônica, como os SAF, são imprescindíveis tanto para a subsistência da agricultura familiar frente à pressão socioeconômica do agronegócio nessa região, quanto para a manutenção da biodiversidade e recursos naturais da Floresta Amazônica.

O presente estudo partiu de um contexto de uso real de SAF no Projeto RECA (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado) e objetivou comparar SAF implantados em diferentes épocas e com diferentes arranjos e manejos. A hipótese principal é de que o período cronológico de um SAF, bem como seu histórico de diversificação e práticas de manejo influenciam em sua qualidade e sustentabilidade.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo geral avaliar a importância dos sistemas agroflorestais para agricultura familiar, ao se analisar a influência social, ecológica e econômica para geração de renda e valorização da sociobiodiversidade, como estratégia de método de restauração e sistema produtivo na Amazônia.

### 2.2 Objetivos específicos

- Compreender as principais razões da adoção e a importância dos sistemas agroflorestais para agricultura familiar;
- Analisar a estrutura e composição florística dos diferentes arranjos agroflorestais implantados;
- Verificar a influência do manejo para a qualidade dos sistemas e manutenção da fertilidade do solo;
- Analisar a viabilidade financeira dos sistemas agroflorestais mais antigos e identificar os principais produtos e espécies chaves para a geração de renda.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 FLORESTA AMAZÔNICA

O bioma amazônico possui a maior extensão de floresta tropical do planeta (350 milhões de hectares), com 7 milhões de km<sup>2</sup> e mais de 100 bilhões de toneladas de carbono (DAVIDSON et al., 2012). Neste imenso território, de inigualável diversidade biológica e cultural, convivem populações urbanas e rurais de diversas origens, povos indígenas, quilombolas e comunidades ribeirinhas, que se concentram na maior bacia hidrográfica da Terra e a maior reserva mundial de biodiversidade (BEZERRA, 2007).

A floresta Amazônica exerce um papel de relevância global, influenciando na manutenção dos ciclos biogeoquímicos, como a absorção de carbono da atmosfera e regulação climática (HOUGHTON et al., 2000; MALHI et al., 2008), regulação de disponibilidade e qualidade da água (ARAGÃO, 2012), na dinâmica de chuvas (MAKARIEVA et al., 2014), na recarga das águas subterrâneas (BRUIJNZEEL, 2004; ARAGÃO, 2012) e proteção de rios e nascentes nas zonas ripárias (SOUZA et al., 2013a; HELFENSTEIN; KIENAST, 2014). Outro benefício direto da floresta é a conservação dos polinizadores que garantem a sustentabilidade da agricultura, sendo um serviço ecossistêmico essencial para segurança alimentar e econômica (KEVAN; PHILLIPS, 2001; DE MARCO; COELHO, 2004).

No entanto, apesar da Amazônia ter um dos maiores níveis de biodiversidade do mundo (PERES et al., 2010), a sua biodiversidade continua sendo alvo de diversos interesses (VAL, 2014) e a destruição da floresta Amazônica vem ocorrendo amplamente. Frente a isso, a conservação da maior floresta tropical do planeta, exige esforços para efetuar o controle tanto do desmatamento, quanto das atividades degradantes da floresta, como o fogo e a exploração madeireira (FERREIRA et al., 2015).

Os incêndios florestais e a extração madeireira têm se destacado como as principais causas de degradação florestal na Amazônia (ARAGÃO; SHIMABUKURO, 2010; BARLOW et al., 2016; BOWMAN et al., 2009; COCHRANE; BARBER, 2009; TRUMBORE et al., 2015). Souza et al. (2013b) estimaram que a degradação da floresta representa 30% da área desmatada na Amazônia Brasileira em geral.

Nos últimos anos, os estudos vêm demonstrando que a magnitude da degradação da floresta Amazônica (ARAGÃO; SHIMABUKURO, 2010; SOUZA et al., 2013b) e os impactos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (MOURA et al., 2013; BERENGUER et al., 2014) tem aumentado, além do desaparecimento de espécies da fauna e da flora e o

incremento das emissões de carbono para a atmosfera pela degradação florestal em função do desmatamento (BERENGUER et al., 2014).

O desmatamento influencia nos processos sinérgicos em geral, reduzindo a capacidade da floresta em fornecer bens e serviços (SIMULA, 2009). Na Amazônia brasileira, a ação antrópica alterou substancialmente os regimes de incêndios florestais, resultando na fragmentação florestal e expansão de terras manejadas (ARMENTERAS et al., 2012), contribuindo para a degradação e redução da resiliência da floresta (BARLOW; PERES, 2008; NEPSTAD et al., 2008).

De acordo com o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) realizado em junho de 2018, considerando somente os alertas a partir de 10 hectares, houve aumento de 108% em relação a junho de 2017. O desmatamento da Amazônia Legal ocorreu principalmente nos estados do Amazonas (31%), Pará (29%) e Rondônia (22%), e a maioria (62%) do desmatamento é realizado em áreas privadas ou sob diversos estágios de posse. O restante do desmatamento foi registrado em Unidades de Conservação (22%), Assentamentos de Reforma Agrária (13%) e Terras Indígenas (3%) (FONSECA et al., 2018).

O estado de Rondônia experimentou algumas das maiores taxas de desmatamento da Amazônia, colocando-o conseqüentemente no arco do desmatamento (ALDRICH et al., 2006). Além disso, Rondônia apresenta um histórico de ocupação marcado por políticas públicas desenvolvimentistas e territoriais baseado na remoção da floresta nativa (BRANDÃO; SOUZA, 2006; TOURNEAU; BURSZTYN, 2010).

Nesse contexto, é imprescindível propiciar o desenvolvimento sustentável da Amazônia, mas para isso é necessário entender que,

Para ser “desenvolvimento”, as ações empreendidas devem levar a uma melhoria no bem-estar humano, presumivelmente da população no local em questão; e para ser “sustentável”, esses benefícios devem durar indefinidamente (ou pelo menos por um longo período de tempo) (FEARNSIDE, 2018, p. 2).

O Estado de Rondônia é marcado pelos índices de desmatamento oriundos da produção agropecuária, e promover o desenvolvimento sustentável, através da diversificação das atividades produtivas e a transição para sistemas de base agroecológica, se constitui em um importante desafio para a recuperação ambiental associada ao fortalecimento econômico da agricultura familiar nessa região (WATANABE; ABREU, 2010).

“O futuro da Amazônia depende do Brasil. Mas, o futuro do Brasil, também depende da Amazônia (MELLO, 2015, p. 103).”

## 3.2 É POSSÍVEL CONCILIAR A CONSERVAÇÃO AMBIENTAL COM O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA?

Nas últimas décadas, poucos estudos têm analisado o papel da população amazônica para a conservação ecológica da biodiversidade, e para a redução dos efeitos da crise ecológica global (ABREU et al., 2017). Watanabe e Abreu (2010), constataram que a escolha de um modelo de produção agroflorestral fortemente diversificado, contribui para a redução do desmatamento da Amazônia. Essa afirmação se contrapõe ao diagnóstico de associar os agricultores menos favorecidos economicamente à destruição de florestas.

Diante disso, frente à diversidade de agriculturas e às diversas formas dos atores sociais se relacionarem com a floresta, as populações indígenas, ribeirinhas, agricultores tradicionais, seringueiros, e outros grupos étnicos, desenvolveram sistemas de coexistência com a floresta amazônica, como alternativa oposta à degradação dos recursos naturais (NOBRE et al., 2017).

Nesse contexto, para promover o desenvolvimento mais sustentável na região amazônica, se faz necessário fortalecer a Agroecologia (SÁ; SILVA, 2014) e a produção agroflorestral conduzida pelos agricultores familiares, que contribuem para preservação da floresta (ABREU et al., 2017).

### 3.2.1 Sistemas Agroflorestrais e a Restauração Ecológica

Os Sistemas Agroflorestrais (SAF) ou popularmente conhecidos como Agroflorestas, consistem nas melhores alternativas para o futuro da agricultura sustentável. Caracterizam-se pela inclusão deliberada de árvores em sistemas de cultivo com arranjo espacial, que contribuem tanto para uma produção sustentável quanto para a conservação e valorização dos serviços ecossistêmicos fornecidos (BLASER et al., 2018).

O *World Agroforestry Centre* (ICRAF), sugere a seguinte definição para os SAF:

Sistemas baseados na dinâmica, na ecologia e na gestão dos recursos naturais que, por meio da integração de árvores na propriedade e na paisagem agrícola, diversificam e sustentam a produção com maiores benefícios sociais, econômicos e ambientais para todos aqueles que usam o solo em diversas escalas (MICCOLIS et al., 2016, p. 22).

Existem diversos tipos de SAF, desde sistemas simplificados, com poucas espécies e baixa intensidade de manejo, até sistemas altamente complexos, com alta biodiversidade e alta intensidade de manejo, e entre esses, vários tipos intermediários. Para cada um deles existem

denominações distintas que variam de acordo com os principais produtos gerados em cada sistema, como explicam Miccolis et al. (2016).

Os SAF são uma forma antiga e tradicional de cultivo em muitas partes do mundo (KING, 1989) e se caracterizam como uma estratégia de produção associada à preservação ambiental, que gera renda para a agricultura familiar e possui maior facilidade a adaptação às mudanças climáticas, o que de fato se configura como agricultura sustentável (PERUCHI, 2014).

Além disso, esses sistemas obedecem à dinâmica de sucessão natural da floresta, cultivando e manejando de modo a aumentar a vida, a manutenção da fertilidade do solo, a quantidade de água e a biodiversidade local (GÖTSCH, 1995; PENEIREIRO, 1999; FEARNSSIDE, 2009).

Nesse contexto, os sistemas agroflorestais são recomendados como uma prática ecologicamente correta e estratégia efetiva de manejo do solo para restauração de paisagens florestais (OLIVEIRA; CARVALHAES, 2016; FAO, 2017). Concomitante as mudanças implementadas na Lei de Proteção da vegetação nativa (Nº 12.651/2012), a importância dos SAF vem aumentando no Brasil (BRANCALION et al., 2016).

Diante disso, os SAF representam uma alternativa de integração direta do componente humano nas práticas restauradoras. A *Society for Ecological Restoration* (SER), traz o seguinte conceito de restauração ecológica,

A restauração é a ciência, prática e arte de assistir e manejar à recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais. [...] busca-se garantir que a área não retornará à condição de degradada, se devidamente protegida e/ou manejada (MICCOLIS et al., 2016, p. 26).

De acordo com os estudos desenvolvidos no Brasil e das experiências dos agricultores estudadas nos últimos anos, os sistemas mais recomendados para fins de restauração e conservação ambiental, são os SAF complexos, biodiversos, sucessionais ou multiestratificados (CORRÊA NETO et al., 2016).

Os SAF multiestratificados se apresentam como proposta para a restauração ecológica, devido à inclusão de práticas de uso e manejo agrícola com a presença do componente arbóreo, da diversidade de espécies e de grande produção de biomassa, onde a composição de espécies busca maximizar a oferta de luz e de nutrientes, tanto na escala horizontal quanto na vertical. Esses sistemas são utilizados em várias regiões do mundo, predominando nos trópicos (FROUFE; SEOANE, 2011).

O ser humano pode acelerar o processo de restauração, cuidando do solo e da água, através de introdução e manejo de espécies vegetais e animais. As comunidades rurais e povos tradicionais podem obter benefícios diretos da vegetação natural, quando bem manejada, sem necessariamente gerar degradação. Assim, os sistemas agroflorestais são estratégicos para a manutenção das funções ecossistêmicas dos ambientes (MICCOLIS et al., 2016).

De maneira geral é possível afirmar que os SAF são sistemas de produção sustentáveis, podendo ser ampliados em escala, na busca por uma agricultura economicamente viável e que incorpore conceitos e práticas de restauração ecológica (CULLEN JUNIOR et al., 2006), além de influenciar significativamente na qualidade de vida dos agricultores agroflorestais (STEENBOCK et al., 2013).

### **3.2.2 Papel dos sistemas agroflorestais na Amazônia**

Os SAF além de representar uma estratégia de produção sustentável para a agricultura familiar, também desempenham funções importantes na manutenção da fertilidade dos solos, em especial, se tratando dos solos amazônicos. A adoção desses sistemas representa a solução para produzir bens e serviços ecossistêmicos utilizando recursos naturais e, ao mesmo tempo, preservando a biodiversidade (ZHANG et al., 2007; BATISH et al., 2008; LOUAH et al., 2017).

Além disso, por manterem uma cobertura vegetal semelhante às áreas sob floresta, os sistemas agroflorestais permitem a manutenção da fertilidade do solo fundamentada no aporte e ciclagem de nutrientes pelo manejo dos resíduos orgânicos (SILVA et al., 2011). Isso, além de garantir a sustentabilidade da produção, especialmente nos solos de baixa fertilidade da Amazônia, pelos benefícios da matéria orgânica nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que possibilita grande acúmulo de carbono nos compartimentos de biomassa e serapilheira (MUTUO et al., 2005; FROUFE et al., 2011).

Neste sentido, estudos vêm sendo realizados com a finalidade de identificar sistemas de manejo que proporcionem aumento da qualidade do solo (SALMI et al., 2009). A presença de componentes florestais arbóreos nos SAF, adicionados à uma grande diversidade de espécies, propicia a deposição contínua de resíduos vegetais, o que facilita a manutenção da matéria orgânica do solo (OELBERMANN et al., 2006; SMILEY; KRUSCHEL, 2008). Esse fato afeta diretamente os atributos físicos (SAHA et al., 2001), químicos e biológicos do solo (DELABIE et al., 2007; HUERTA et al., 2007; NORGROVE et al., 2009).

Em virtude da complexidade na estrutura e composição florística, os sistemas agroflorestais produzem maior quantidade de biomassa que os sistemas agrícolas de monocultura, o que favorece a cobertura do solo, acúmulo de carbono orgânico, manutenção da fertilidade e a redução da emissão de gases de efeito estufa (GAMA-RODRIGUES et al., 2008; PARRON et al., 2015).

Em se tratando da qualidade química, ocorrem modificações desta propriedade no solo em função dos diferentes manejos dos sistemas produtivos (WASTOWSKI et al., 2010). No entanto, frente às alterações nos teores de nutrientes do solo e considerando a importância do conhecimento da fertilidade dos sistemas sob diferentes usos e manejos, é fundamental identificar aqueles considerados sustentáveis em médio e longo prazos (LOPES et al., 2006; FRAZÃO et al., 2008).

Nos solos de baixa fertilidade natural da região amazônica, a matéria orgânica responde pela maior parte da capacidade de troca de cátions no solo (SILVA et al., 2011), sendo aportada ao solo, via resíduos da parte aérea das comunidades vegetais que integram o agroecossistema (SANCHES et al., 2009). Contudo, fatores ambientais, como elevadas temperaturas e umidade, característicos da região, favorecem a mineralização da serapilheira e da matéria orgânica do solo (CALDEIRA et al., 2007).

Nesse contexto, a natureza bioquímica dos resíduos orgânicos formadores da serapilheira é decisiva para o tempo de residência do material sobre o solo (SANCHES et al., 2009). Além disso, Freitas et al. (2016) explicam que os sistemas de manejo do solo pela agricultura familiar afetam, de forma diferenciada, a quantidade e qualidade da serapilheira estocada, e avaliar os diferentes sistemas de manejo utilizados, é essencial para promover o manejo sustentável.

Sendo assim, os sistemas agroflorestais são apontados como alternativa promissora para a agricultura familiar, em especial para a região amazônica (MENEZES et al., 2008). Associada ao cultivo simultâneo com espécies florestais, a diversidade parece ser a chave do sucesso na manutenção da fertilidade do solo, possivelmente por se assemelhar à estrutura florística das florestas nativas (SILVA et al., 2011).

No entanto, pesquisas envolvendo a dinâmica de nutrientes em sistemas agroflorestais com longo histórico de uso são necessárias, para esclarecer a suposta sustentabilidade que lhes é atribuída (FREITAS et al., 2013).

### 3.3 VIABILIDADE FINANCEIRA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS

A agrossilvicultura utiliza recursos naturais de forma sustentável e diversifica a produção, otimizando o uso da terra e gerando renda (MOLUA, 2005). Alguns autores apontam, como principais benefícios das árvores, a possibilidade de exploração madeireira controlada, produção de alimentos e produtos não madeireiros, aumento da viabilidade da produção e da biodiversidade, tanto florística como faunística, produção de combustíveis e medicamentos, proteção contra erosões eólicas e hídricas, ciclagem de nutrientes e matéria orgânica no solo (WODA, 2009; ARCO-VERDE; AMARO, 2015).

Arco-Verde e Amaro (2014) explicam que na determinação do sucesso ou fracasso no desenvolvimento dos SAF, o arranjo escolhido combinado com o clima, solo, vegetação e características da área merecem atenção. Sendo assim, o desempenho de um sistema agroflorestal não depende somente de seu arranjo, mas de fatores econômicos, ambientais e sociais de cada região ou local (SCHROTH et al., 2004; NAIR, 2014; VOOREN et al., 2016).

Na avaliação financeira é possível estabelecer critérios de decisão de acordo com as possibilidades e a realidade da agricultura familiar, possibilitando identificar os custos das atividades e o tempo de retorno do investimento. Permite ainda, quando necessário, alterar espécies e arranjos, formas de preparo de área, insumos ou equipamentos (BAQUERO, 1986).

Nesse contexto, os estudos sobre viabilidade econômica de sistemas agroflorestais utilizam métodos clássicos de análise de investimentos, como o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício Custo (RBC) e Período de Payback Descontado (PPD) (ARCO-VERDE; AMARO, 2014; ALVES et al., 2015; LUCENA et al., 2016).

Um índice muito utilizado pela sua eficiência é o Valor Presente Líquido (SCHROEDER et al., 2005). O VPL indica a viabilidade de um projeto deduzindo o custo de investimento inicial do valor presente de uma série uniforme de capital futuro, usando a taxa de juros apropriada. Portanto, quanto maior o VPL, maior a viabilidade do projeto (ASSAF NETO, 2010).

A TIR representa o retorno periódico equivalente sobre o investimento. Geralmente, é definida para períodos anuais e corresponde a uma taxa de desconto que iguala o valor atual das entradas de caixa ao valor atual do investimento (BALARINE, 2004; ASSAF NETO, 2010). O Período de Payback Descontado indica o número de anos necessários para recuperar o investimento inicial (FREZATTI, 2007).

E, por último, a Relação Benefício Custo expressa a relação entre o valor presente dos benefícios e custos de um investimento ao longo dos anos, sendo viável economicamente quando esse índice for maior que um. Quanto maior o valor positivo, mais lucrativo será o projeto (SOARES et al., 2003).

Além disso, dentre os componentes mais encontrados em avaliações financeiras de sistemas agroflorestais, os custos de mão de obra, são considerados os mais importantes, principalmente se tratando de pequenas propriedades (MACDICKEN; VERGARA, 1990).

No entanto, alguns aspectos, segundo Arco-Verde (2008), precisam ser considerados na elaboração de projetos agroflorestais: a) espécies adaptadas à região; b) combinação de espécies que diminuam a competição; c) espaçamento entre espécies de acordo com a densidade das culturas; d) tipo e quantidade de produção e; e) finalidade de produção e mercado. É necessário determinar o ciclo de vida do projeto considerando suas receitas, custos, despesas, o tamanho da área e a taxa de juros utilizada.

Silva (2016) explica que, apesar da avaliação financeira não contemplar a mensuração em números de todo o conjunto de atributos inerentes aos SAF, principalmente por ter sua origem na economia clássica, ela cumpre a função de demonstrar um conjunto de elementos que precisam ser considerados na tomada de decisão sobre os sistemas de produção e, especificamente, sobre os sistemas agroflorestais.

Diante disso, é necessário compreender a interdependência entre os SAF na esfera econômica juntamente com o social e ambiental, para assim, possibilitar a adoção desse sistema pela agricultura familiar (SEVILLA-GUZMÁN; SOLER, 2010). Silva (2016) destaca ainda, que sem a adequada representatividade da esfera econômica, torna-se pouco atraente ao agricultor a adoção e permanência na produção agroflorestal, fazendo-se importante a sistematização de informações que revelem seu potencial e auxiliem no planejamento da produção nos sistemas agroflorestais.

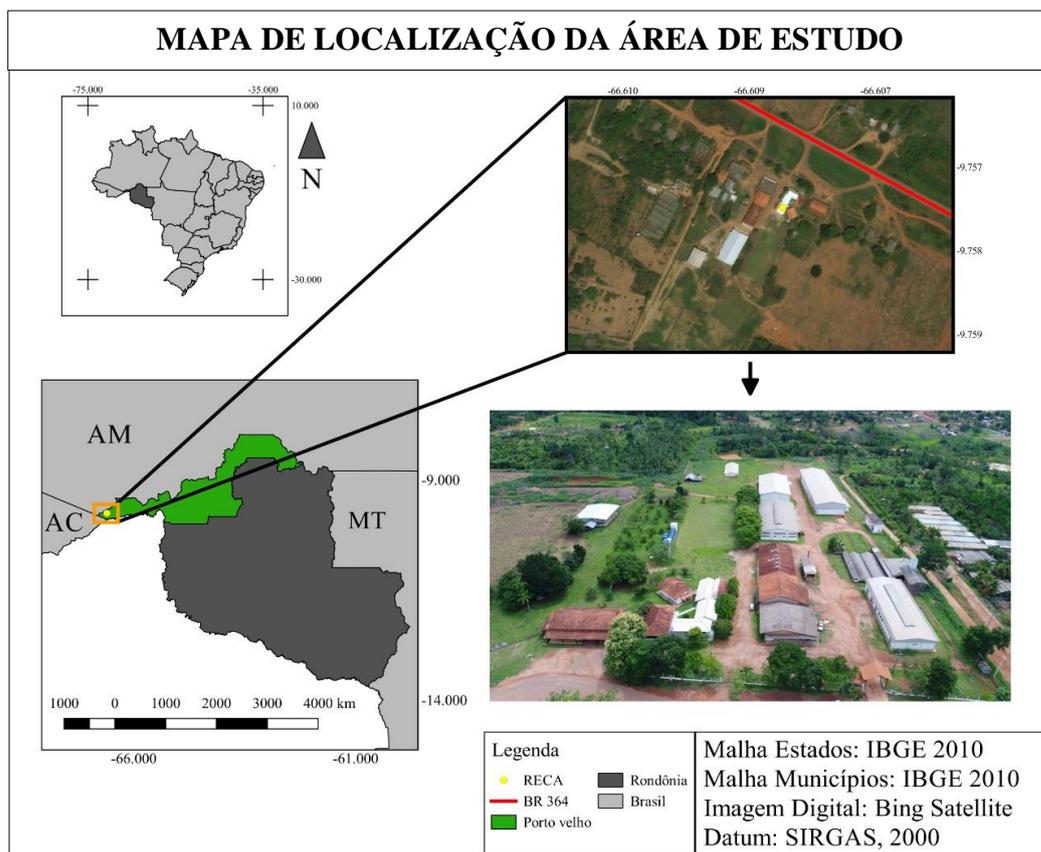
Frente a isso, Canuto et al. (2017), ressalta que a expectativa é que os SAF se transformem em uma das mais importantes alternativas à crise social e ecológica da atualidade pela sua “dupla função”: buscar simultaneamente metas ecológicas e econômicas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi conduzido nos Sistemas Agroflorestais de agricultores e agricultoras familiares do ramal Baixa Verde, do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA), localizado no distrito de Nova Califórnia (9°47'28 S e 66°41'31" W), em Porto Velho, na divisa dos estados do Acre e Rondônia, na região denominada de Ponta do Abunã (Figura 1).

Figura 1. Localização da região de estudo, no distrito de Nova Califórnia, Rondônia.



Fonte: Autora.

O Projeto RECA situa-se no bioma amazônico, cuja formação vegetal predominante na região é caracterizada por oito tipologias florestais: Floresta Ombrófila Aberta (55%), Floresta de Transição ou Contato (8%), Cerrado (5%), Floresta Ombrófila Densa (4%), Formação

Pioneira (4%), Floresta Estacional Semidecidual ou Caducifólia (2%) e Umirizal (menos de 1%) (FERNANDES, 2002).

A região tem clima do tipo Monção (Am) (ALVARES et al., 2014), precipitação pluvial média entre 1.564,5 e 2.243,8 mm/ano<sup>-1</sup>, com precipitações inferiores nos meses de junho a agosto (FRANCA, 2015), temperatura média anual entre 24 e 26 °C, com valores mais baixos de maio a julho, e umidade relativa média anual de 79% (RONDÔNIA, 2012).

A rede hidrográfica do Estado de Rondônia é parte integrante da Bacia Amazônica, maior bacia hidrográfica do planeta (YAHN FILHO, 2005). É composta por sete bacias hidrográficas subdivididas em 42 sub-bacias (FERNANDES, 2002). A bacia hidrográfica do rio Madeira é a mais representativa do Estado (ANA, 2018). A sub-bacia correspondente à região de estudo é a do rio Abunã (4.792,2501 km<sup>2</sup>), com início na cordilheira dos Andes Bolivianos, passando a ser um rio divisor internacional, assim que adentra no território brasileiro (FERNANDES, 2002; STACHIW, 2017).

Os solos predominantes em Rondônia são os Latossolos, que ocupam em torno de 58%, os Argissolos e Neossolos ocupam 11% do território cada um deles, os Cambissolos ocupam 10% e os Gleissolos, 9%. As demais classes de solo ocupam o restante da área, ou seja, 1% (SCHLINDWEIN et al., 2012).

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO E HISTÓRICO DA ÁREA DE ESTUDO

Para a realização deste estudo foram selecionadas seis áreas de Sistemas Agroflorestais com diferentes anos de implantação, arranjos agroflorestais e manejos distintos. As áreas estão localizadas no ramal Baixa Verde, pertencente aos agricultores e agricultoras familiares cooperados do Projeto RECA, RO.

O RECA foi criado em 1989, como Associação dos Pequenos Agrossilvicultores do Projeto RECA, por um grupo de 86 famílias oriundas de diversas regiões do Brasil, principalmente do Sul e Nordeste, que foram assentados no Estado de Rondônia pela demarcação de terras do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Em 2006, o RECA também se transformou em cooperativa, criando a COOPER-RECA (Cooperativa Agropecuária e Florestal do Projeto RECA).

Atualmente, o RECA está organizado em dez grupos de associados: Pioneiros I, II e III, Cascelho, Baixa Verde, Eletrônica, BR, Linha 5, Linha 6 e Linha 12. Esses grupos têm sua formação e composição definidas geralmente com base na proximidade entre as propriedades e

a instituição. O grupo do ramal Baixa Verde, é um dos mais antigos e das 250 famílias associadas ao RECA, 20 estão localizadas nesse ramal.

O tamanho médio das propriedades do ramal Baixa Verde é de 90,7 hectares (ha) e das áreas de SAF é de 6,4 ha, variando entre 1,5 a 17,5 ha (SILVA et al., 2016). Os SAF deste estudo correspondem ao módulo de um ha.

Nas áreas estudadas, o solo predominante foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (AMARAL et al., 2000), com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018).

Os sistemas agroflorestais foram implantados de acordo com o interesse de cada família agricultora e, por isso, no RECA não existe um único modelo de SAF. Diante disso, os seis sistemas estudados (SAF 1, SAF 2, SAF 3, SAF 4, SAF 5 e SAF 6), diferem entre si.

O SAF 1 é o sistema agroflorestral mais antigo do RECA, implantado em 1990 no sistema de derruba e queima e possui, na sua composição, apenas três espécies arbóreas, todas nativas da Amazônia (Figura 2). O histórico de uso pretérito foi de capoeira e esse sistema possui certificação orgânica. A cobertura do solo é composta pelo acúmulo do material vegetal oriundo da queda das árvores adultas e de podas de manutenção, e nas entrelinhas de plantio utiliza-se como adubação verde a leguminosa *Pueraria phaseoloides* L.

Figura 2. Aspecto do primeiro Sistema Agroflorestral implantado no Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.



Fonte: Autora.

O SAF 2 foi implantado em 2008, portanto tem dez anos de idade e possui seis espécies na sua composição florística (Figura 3). O histórico de uso pretérito da área foi de pastagem e a implantação do sistema agroflorestal não ocorreu pelo sistema tradicionalmente utilizado na Amazônia de derruba e queima, mas pelo método convencional de gradagem e destoca, como nos demais sistemas estudados, exceto no SAF 1. O manejo da área se encontra em fase de transição orgânica, substituindo a adubação química pela orgânica e o herbicida pelas roçadas para o controle de *Brachiaria* spp., e utiliza nas entrelinhas de plantio a *P. phaseoloides*.

Figura 3. Aspecto da vista aérea do Sistema Agroflorestal com dez anos de implantação do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.



Fonte: Autora.

Os SAF 3 e 4, ambos foram implantados no ano de 2014 e possuem quatro anos de idade. O SAF 3 também possui certificação orgânica e seis espécies na sua composição, enquanto que o SAF 4 possui onze espécies e o manejo realizado na área se configura como convencional, com utilização de herbicida e adubação química (Figura 4). O SAF 3 tem o histórico de uso pretérito da área de pastagem e realiza o manejo do sistema com roçadas, utilização de *P. phaseoloides* nas entrelinhas e podas de manutenção. Já o SAF 4 tem como histórico de uso anterior à implantação do sistema agroflorestal de capoeira inicial, e utiliza além de roçadas, herbicida para o controle de *Brachiaria* spp.

Figura 4. Aspecto do Sistema Agroflorestal com quatro anos de idade implantado no Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.



Fonte: Autora.

Os SAF 5 e 6 possuem um ano de implantação, ambos foram implantados em 2017 e são compostos por seis espécies, mas com manejos distintos. O SAF 5 pertence a certificação orgânica, com histórico de uso pretérito de floresta e utiliza a *P. phaseoloides* em toda a área. O SAF 6 utiliza o sistema convencional, com utilização de herbicida para controle de *Brachiaria* spp., adubação química e de leguminosa *P. phaseoloides* nas entrelinhas de plantio (Figura 5). O histórico de uso anterior à implantação do sistema foi de cafeicultura.

Figura 5. Aspecto do Sistema Agroflorestal com um ano de implantação do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.



Fonte: Autora.

## 4.3 COLETA DE DADOS

### 4.3.1 Função social dos sistemas agroflorestais

Para avaliação da percepção dos agricultores e agricultoras acerca dos SAF, foram realizadas dez entrevistas semiestruturadas no ramal Baixa Verde do Projeto RECA. Foram entrevistadas quatro famílias fundadoras (famílias que participaram da criação do RECA), e seis famílias cooperadas ao RECA (famílias proprietárias das áreas que constituíram a presente pesquisa).

Diante disso, com as famílias fundadoras foram abordados aspectos do histórico da instituição e sua evolução durante os vinte e oito anos de existência, com a finalidade de compreender as motivações e dificuldades da fase inicial do RECA. Já com as demais famílias presentes nesse estudo, o enfoque foi compreender o papel dos sistemas agroflorestais para a vida e subsistência das famílias, além da influência dos SAF para o desenvolvimento local.

As entrevistas combinavam questões fechadas e abertas, em que cada família entrevistada teve a liberdade de falar sobre o tema proposto. Neste tipo de entrevista, o pesquisador segue um conjunto de questões previamente definidas, fazendo-o em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal (BONI; QUARESMA, 2005).

As entrevistas obedeceram a um roteiro composto por oito tópicos principais, descritos a seguir:

- 1) Histórico e motivos da adoção agroflorestal;
- 2) Importância dos sistemas agroflorestais para a subsistência da família;
- 3) Principais vantagens dos sistemas agroflorestais
- 4) Principais limitações dos sistemas agroflorestais;
- 5 Equidade de gênero nas famílias agricultoras;
- 6) Mudanças ambientais observadas nos sistemas agroflorestais;
- 7) Motivos da adesão (ou não) da certificação orgânica;
- 8) Importância do Projeto RECA para região.

### 4.3.2 Atributos químicos do solo

Foram realizadas análises químicas do solo, que consistiram na determinação de teores de matéria orgânica do solo (MOS), pH em água, teores de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e alumínio (Al). Foram determinados a capacidade de troca de cátions efetiva

(CTC efetiva), acidez potencial (H+Al), saturação por alumínio (m%) e saturação por bases (V%).

A amostragem do solo foi realizada na camada de 0-20 cm de profundidade através de amostras compostas a partir de dez amostras simples por SAF, coletadas em agosto de 2017 com o auxílio de trado. Depois de coletadas, as amostras de solo foram encaminhadas para a análise química de rotina, realizada pela Embrapa Acre, conforme metodologia de Embrapa (1997).

#### 4.3.3 Espessura de serapilheira

A espessura da camada de serapilheira foi mensurada com auxílio de uma régua de 30 cm perpendicular à superfície do solo em 10 pontos aleatórios dentro de cada Sistema Agroflorestal estudado (Figura 6).

Figura 6. Imagem da mensuração da camada de serapilheira realizada em seis Sistemas Agroflorestais do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.



Fonte: Autora.

#### 4.3.4 Cobertura de solo

A cobertura do solo foi avaliada nas áreas através da escala visual de Braun-Blanquet (1979), sendo: 5: cobertura de solo em mais de 3/4 da área; 4: cobertura de solo cobrindo de 1/2 a 3/4 da área; 3: cobertura de solo cobrindo de 1/4 a 1/2 da área; 2: cobertura de solo cobrindo de 1/10 a 1/4 da área e; 1: cobertura de solo cobrindo menos de 5% da área (Figura 7).

Figura 7. Imagem das diferentes coberturas de solo dos Sistemas Agroflorestais do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia. Em que: *a*: Cobertura de solo com *Pueraria phaseoloides* L. em área total; *b*: Cobertura de solo com *Brachiaria* spp. e; *c*: Cobertura de solo com *Pueraria phaseoloides* L. na entrelinha de plantio.



Fonte: Autora.

#### 4.3.5 Viabilidade financeira

Para analisar a viabilidade financeira dos SAF estudados, foi realizado o resgate de informações retroativas de implantação e manejo das áreas mais antigas (SAF 1 e 2), devido a veracidade das informações referente aos dados de produção, custos e receitas. As informações foram levantadas através de entrevistas realizadas com os agricultores e agricultoras, com auxílio de cadernos de campo, e com a equipe técnica do Projeto RECA, através da consulta ao banco de dados da cooperativa.

A taxa mínima de atratividade (TMA) utilizada foi definida como sendo 2,5% a.a., tendo como base a taxa de juros atual de programas de financiamento direcionados para a Agricultura Familiar, estabelecida pelo Banco da Amazônia, como o PRONAF Floresta (BASA, 2018).

#### 4.4 ANÁLISE DOS DADOS

As entrevistas semiestruturadas referente às questões sociais foram analisadas de forma qualitativa. Optou-se por essa abordagem devido à necessidade de descrever de forma eficiente

os aspectos e interações sociais, que não podem ser quantificados (FLICK, 2009; GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Foram calculados índices ecológicos para a composição florística de cada SAF, sendo diversidade de Shannon ( $H'$ ) e equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (MAGURRAN, 2013) e a Similaridade florística pelo índice de similaridade de Jaccard (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). Todas as análises mencionadas foram processadas no software PAST, versão 2.17 (HAMMER et al., 2001).

Para o percentual de cobertura do solo, utilizou-se a escala de Braun-Blanquet (1979), adaptada por Zanzini (2005). A escala apresenta porcentagens para cada símbolo da escala visual de Braun-Blanquet, onde 5 = 87,5 %, 4 = 62,5 %, 3 = 37,5 %, 2 = 15 %, 1 = 2,5 %, ausente = 0 %. Após a transformação dos símbolos em porcentagens, procedeu-se confecção de gráfico, no programa Excel 2013®.

Os dados de espessura de serapilheira foram verificados quanto às pressuposições de normalidade da distribuição dos erros e homogeneidade de variâncias, respectivamente, pelos testes de Shapiro Wilk e Bartlett. Realizou-se a análise de variância por meio da ANOVA seguida do Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com a utilização do programa R (versão 2.5), pacote ExpDes.pt.

Para a análise da relação entre os SAF, os atributos químicos do solo, os atributos florísticos, a espessura da serapilheira e a cobertura do solo em cada sistema estudado, foram realizados os testes de Shapiro Wilk e Bartlett para verificar as pressuposições de normalidade e homogeneidade, respectivamente. As análises foram realizadas com auxílio do programa R (versão 2.5).

Como os pressupostos não foram atendidos, procedeu-se ao teste estatístico descritivo de Correlação de Pearson com o auxílio do software Action, versão 2.7. Posteriormente, foi realizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA) (TER BRAAK, 1986) a partir de duas matrizes: uma com os atributos químicos do solo, cobertura do solo e a espessura da serapilheira, e outra com número de indivíduos por espécie em cada SAF. Os dados foram transformados por meio de raiz quadrada (PALMER, 2005) e processados pelo software PAST, versão 2.17 (HAMMER et al., 2001).

O desempenho financeiro dos SAF 1 e 2 foi avaliado com o auxílio da metodologia proposta por Arco-Verde e Amaro (2014), que permite, através do uso de planilhas do Excel® pré-estabelecidas, obter informações detalhadas sobre os sistemas de produção agroflorestal. Foram calculados os fluxos de caixa (entradas e saídas) e os indicadores financeiros como o VPL (Valor Presente Líquido), a TIR (Taxa Interna de Retorno), Relação B/C

(Benefício/Custo), Payback descontado (tempo de recuperação do capital) e VAE (valor anual equivalente), além da necessidade de mão de obra para as atividades de manejo realizadas nos SAF.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 FUNÇÃO SOCIAL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

#### **5.1.1 Histórico e motivações da adoção agroflorestal**

A principal motivação da adoção dos Sistemas Agroflorestais na década de 1980 pelos agricultores e agricultoras fundadoras do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA), foi desenvolver um sistema de floresta produtiva que fosse capaz de gerar renda e reflorestar as áreas desmatadas no Estado de Rondônia ao mesmo tempo.

“- Eu sou um agricultor e assino embaixo: com muito orgulho.” (SK, sócio fundador do RECA e agricultor há quase 40 anos).

“- Eu dificulto ainda mais, digo que sou um agrossilvicultor.” (AB, sócio fundador do RECA e agricultor há quase 50 anos).

Nessa segunda fala, o agricultor faz menção ao fato de que antes do projeto, não se utilizava o termo agrossilvicultor. O fato do agricultor passar a se autodenominar agrossilvicultor demonstra que a prática teve impacto também na autoimagem e autoestima da comunidade. O vínculo sociocultural que essa passa a ter com o sistema de produção é importante para sua perpetuidade.

Os agricultores recém-chegados na região Amazônica, a maioria do Sul e Nordeste do Brasil, se uniram com os seringueiros (povos antigos da Amazônia) e começaram a discutir alternativas que propiciassem condições de melhorar a vida de todos e que fosse adaptada ao clima e forma de vida dos povos locais.

“- Chegamos aqui com a intenção de conseguir um pedaço de terra, mas nos deparamos com a realidade que era muito quente e não tinha mais financiamento para plantar.” (SS, sócio fundador do RECA).

Segundo Croda e Sordi (2018), somente através da união dos conhecimentos de organização e cooperação dos agricultores vindos das outras regiões do Brasil, com os conhecimentos dos povos nativos sobre a floresta, que se iniciou então a discussão do projeto

para a implantação de sistemas agroflorestais, cujas espécies escolhidas foram as plantas nativas frutíferas e bem conhecidas da região.

A alternativa mais rentável no Estado de Rondônia na década de 1980 era a pecuária, mas os agricultores não queriam desmatar a floresta. Diante disso, escolheram implantar os SAF, valorizando a biodiversidade e mantendo a Floresta Amazônica em pé.

“- Eu vi o pessoal trabalhando com gado e derrubando tudo. Assim, eu tenho a minha mata intacta, enquanto que se fosse trabalhar com a pecuária, estaria tudo derrubado.” (GB, sócio cooperado do RECA).

“- Não havia financiamento pelo governo e precisávamos de culturas que durassem bastante tempo, pois tinha muita mata degradada.” (SS, sócio fundador do RECA).

Os sócios fundadores relataram ainda que encontraram inúmeros desafios com a posse da terra, uma vez que não havia apoio do Estado e estavam submetidos ao ataque constante de malária (causa de muitas mortes e abandono do lote). As demarcações realizadas pelo INCRA naquela época, constituiram na entrega de terras às famílias, as quais não recebiam mais nenhum apoio e eram pressionados a derrubar a floresta (50%). Além disso, ao iniciar o desbravamento do lote, os agricultores logo perceberam que as terras da região amazônica não eram como no Sul ou Sudeste, “que aguentavam o sol e o serviço de tombamento”.

Outras dificuldades, como destacado por Croda e Sordi (2018) constituíram-se na falta de estrutura para o escoamento da produção do campo para a cidade, tendo em vista a inexistência de estradas; o transporte era realizado com a utilização de carroças, bovinos e bicicletas. A chegada da energia elétrica na cidade, foi o maior desafio devido à logística e infraestrutura disponíveis, além de questões governamentais conflituosas, pois ora o distrito de Nova Califórnia pertencia à Rondônia, ora ao Acre, deixando a produção comprometida pela falta de recursos e investimentos governamentais. No entanto, os desafios citados acima foram superados através da persistência e coragem dos agricultores e agricultoras.

“- Foi com muito trabalho e resistência. Muitos desistiram, mas é preciso criar raiz” (SK, vice-presidente do RECA).

Os agricultores e agricultoras enfatizaram a diversidade de espécies e os benefícios ambientais e econômicos como características principais dos SAF. Entre as principais motivações relatadas pelas famílias, destacaram-se: o melhor aproveitamento da área, geração de renda e a sombra proporcionada pelos sistemas.

“- Em uma pequena área produzimos várias espécies; uma vai produzir antes e vai gerando renda, enquanto as outras espécies vão crescendo. Porque nos SAF é isso, tu tem várias espécies com idades diferentes.” (JB, sócia cooperada do RECA).

“- O SAF é uma cultura que em uma pequena área tem bastante produção. Já o gado não, tem que ter muita área.” (GB, sócio cooperado do RECA).

No estudo de Pompeu et al. (2017) em Tome-Açu, PA, o motivo mais importante para a implantação dos SAF foi a questão econômica, seguida da intenção de recompor áreas desmatadas. A geração de renda ficou em segundo lugar no estudo conduzido por Ferreira et al. (2014), em Altamira, PA, estando em primeiro a segurança alimentar e em terceiro, a conservação ambiental.

De modo geral, nota-se que a percepção das famílias sobre os sistemas agroflorestais, está diretamente associada à preservação da diversidade da Floresta Amazônica aliada à geração de renda.

### **5.1.2 Importância dos sistemas agroflorestais para a subsistência da família**

Os SAF representam a principal fonte de renda para todas as famílias entrevistadas e, por vezes, a única.

“- Tiro o sustento da família e ainda trabalho na sombra.” (SS, sócio fundador do RECA).

“- Eu só tenho isso, só o SAF.” (GB, sócio cooperado do RECA).

Além disso, o distrito de Nova Califórnia, pertencente à capital Porto Velho, onde localiza-se o Projeto RECA, possui a maior parte das famílias residindo no meio rural (55%) (MACIEL et al., 2017). Segundo IBGE (2018), 73,6% da população do estado de Rondônia, concentrava-se na zona urbana, e apenas 8,8% da população da capital rondoniense, estava na zona rural no ano de 2010.

Diante disso, é possível observar que a maior porcentagem da população do distrito está ainda inserida na zona rural, o que pode estar associado aos sistemas agroflorestais. Esse fato reforça a relevância desses sistemas para o desenvolvimento rural e permanência das famílias no campo. A importância dos SAF, como afirmam Silva et al. (2014) vem crescendo devido à possibilidade de promover ganhos econômicos aliados à sustentabilidade ambiental e bem-estar social, contribuindo dessa forma, para o desenvolvimento rural.

As famílias entrevistadas possuem em média de três a quatro pessoas e apostam na divisão do trabalho na propriedade e na utilização da mão de obra familiar, incentivando os filhos e filhas a permanecer no campo e continuar o trabalho com os SAF.

“- Os jovens estão todos aqui na roça ainda, sabe por quê? Porque trabalhamos todos juntos.” (GB, sócio cooperado do RECA).

“- Desde o dia que começamos a plantar, nós plantamos juntos. Puxávamos cupuaçu nas costas, 4 km, para vender na vila (Nova Califórnia), tudo juntos. ” (SS, sócio fundador do RECA).

Verifica-se ainda que as famílias gostam de trabalhar com os sistemas agroflorestais.

“- Sempre trabalhei com SAF e está bom.” (GE, cooperada e líder das Mulheres do RECA).

### 5.1.3 Principais vantagens dos sistemas agroflorestais

As principais vantagens da adoção agroflorestal basearam-se na diversidade de produtos e na sombra que os sistemas proporcionam ao longo dos anos.

“- Trabalha tranquilo, não é forçado. Trabalha na sombra porque tem diversidade de espécies, não é um trabalho pesado, só na colheita que tem mais trabalho mas não é trabalho pesado mesmo assim.” (AB, sócio fundador e ex-presidente do RECA).

“- Tem uma maior quantidade de espécies, diversidade de produtos e geração de renda.” (JB, sócia cooperada do RECA).

“- Trabalhar com o SAF é muito melhor, porque em um pequeno espaço eu consigo produzir bastante.” (GB, sócio cooperado do RECA).

“- Aqui o sol é muito quente para trabalhar no relento, assim tu trabalha sempre na sombra.” (SS, sócio cooperado do RECA).

Vieira et al. (2007) destacaram que entre as vantagens proporcionadas pelos sistemas agroflorestais aos agricultores familiares de Igarapé-Açu, PA, está a possibilidade de obter renda de diferentes espécies e produtos ao longo do ano.

Corroborando com isso, Sabogal et al. (2009), afirmam que a diversificação na produção pode significar melhorias significativas na vida das famílias.

Observa-se ainda, a valorização dos agricultores familiares pelos serviços ambientais proporcionados pelos componentes arbóreos, principalmente pela sombra. Goulart et al. (2016), constataram que a sombra e o clima mais fresco, estão relacionados aos benefícios proporcionados tanto para o bem estar das famílias, quanto para as melhorias no ambiente.

#### 5.1.4 Principais limitações dos sistemas agroflorestais

As pragas e doenças foram as principais limitações quanto à produção nos sistemas agroflorestais. Quanto à logística, as estradas foram as mais citadas, devido à dificuldade de realizar o escoamento da produção (baixo nível tecnológico e estrutural) na época da safra, devido às chuvas frequentes e falta de pavimentação.

“- Muita broca no cupuaçu porque sombreou demais.” (SS, sócio fundador do RECA).

“- As estradas são ruins, dificulta para realizar a colheita na época de chuva.” (JB, sócia cooperada do RECA).

No entanto, no estudo de Pompeu et al. (2017), as principais dificuldades encontradas foram relacionadas ao manejo dos SAF, o que não ocorreu com os agricultores e agricultoras do RECA. O manejo dos sistemas não se configurou como limitação, uma vez que através das experiências entre os agricultores, a realização de mutirão, além da assistência técnica fornecida pela cooperativa, auxilia na manutenção dos SAF.

“- Nos SAF, a poda e a limpeza da área é natural.” (DB, sócio fundador do RECA).

Um dos principais limitantes da adoção agroflorestal destacada por diversos autores, é a falta de assistência técnica adequada (FARREL; ALTIERI, 2002; BÖRNER, 2009). Já para as famílias entrevistadas, a assistência técnica não se configura como um limitante, pois recebem acompanhamento de equipe técnica desde a implantação dos SAF até a comercialização.

Abdo et al. (2008), ressaltam a importância do amparo técnico e do espírito investigativo do agricultor nas atividades agroflorestais, como determinantes para o sucesso dos sistemas implantados.

Nesse contexto, nota-se que a assistência técnica fornecida pelo RECA aliada ao empenho diário das famílias agricultoras nas atividades demandadas pelos SAF, são apontados como fatores essenciais para a manutenção e desenvolvimento dos plantios. Observa-se ainda, como relatado anteriormente, que as famílias gostam de trabalhar com esse sistema de produção, e esse sentimento de pertencimento pode estar relacionado ao melhor desenvolvimento dos SAF.

Quanto às pragas e doenças, verificou-se a ocorrência da broca do fruto do cupuaçuzeiro (*Conotrachelus humeropictus* Field) como principal problema enfrentado por algumas famílias

entrevistadas, principalmente pelas quais o adensamento do SAF é maior, ou seja, pode estar sendo ocasionado pelo sombreamento do sistema (INFORMAÇÃO VERBAL<sup>1</sup>).

### 5.1.5 Equidade de gênero nas famílias agricultoras

A compreensão sobre a importância do trabalho em conjunto realizado pelas famílias foi unânime. Todas as famílias reconheceram o trabalho da mulher e dividem as tarefas realizadas na propriedade, tanto nas atividades voltadas para os SAF quanto nos afazeres domésticos.

“- A mulher e o homem possuem o mesmo papel. Nos SAF se trabalha com a família toda: homem, mulher e filhos.” (AB, sócio fundador e ex-presidente do RECA).

“- Eu não tinha mais SAF se não fosse elas (esposa e filhas).” (DB, sócio fundador do RECA).

“- Não tem como trabalhar sem a família e dizer que é agricultura familiar. A participação da mulher é muito importante.” (DB, sócio fundador do RECA).

“- Trabalhamos juntos e decidimos juntos.” (NB, sócia cooperada do RECA).

“- As mulheres trabalham tanto quanto os homens.” (DB, sócia cooperada do RECA).

“- O RECA foi um projeto que veio para as famílias. As mulheres sempre estiveram presentes, desde o início.” (ZS, sócia fundadora do RECA).

Nota-se a existência de equidade de gênero nas famílias entrevistadas, uma vez que homens, mulheres e os filhos e filhas, participam de todas as atividades da propriedade. Esse fato difere-se do constatado por Vieira et al. (2008), onde as atividades de implantação e manutenção dos SAF eram realizadas apenas pelas figuras masculinas das famílias, predominando ainda a invisibilidade do trabalho feminino nas atividades produtivas.

Brumer (2004), em seus estudos sobre gênero na agricultura familiar, constatou que o homem é o principal responsável pela tomada de decisão na propriedade rural. Já no presente estudo, nota-se que o processo de tomada de decisão é conjunta e, em muitos casos, a mulher é a chefe de família.

---

<sup>1</sup> Entrevista realizada com as famílias agricultoras do Projeto RECA, Rondônia, em agosto de 2017.

### 5.1.6 Mudanças ambientais observadas nos sistemas agroflorestais

A grande maioria das respostas estão relacionadas as mudanças ocorridas nas características do solo dos SAF ao longo dos anos, e ao conforto térmico que os sistemas propiciam.

“- O solo cria vida de novo. A terra fica fofa, a chuva penetra.” (SS, sócio fundador do RECA).

“- Tu observa que o solo está melhorando, porque colocamos bem menos adubo hoje do que se colocava no início.” (DB, sócio fundador do RECA).

“- Com o SAF o clima muda, fica mais ventilado dentro e fora das áreas.” (AB, sócio fundador e ex-presidente do RECA).

“- Antes a área era de pastagem e a terra era ruim. Agora com o SAF, tem bastante passarinho, mais fauna e cobertura do solo.” (JB, sócia cooperada do RECA).

Corroborando esse estudo, Fernandes (2009), constatou que os sistemas agroflorestais podem ocasionar melhorias nas propriedades do solo e promover a geração de serviços ambientais. Segundo Goulart et al. (2016), na percepção dos agricultores, os SAF proporcionaram aumento significativo na produtividade do solo e diminuição da temperatura de sensação térmica.

Verifica-se ainda, que essas constatações das famílias são muito importantes, principalmente devido à realidade de constante pressão do agronegócio pelo desmatamento na Amazônia. Percebe-se que além de gerar renda e valorizar a biodiversidade da região, os SAF proporcionam mudanças ambientais relevantes para o local de estudo, devido à baixa fertilidade natural dos solos aliada à permanência e fortalecimento da agricultura familiar no campo.

### 5.1.7 Motivos da adesão (ou não) da certificação orgânica

A maior parte das famílias entrevistadas possui certificação orgânica da produção vegetal, e diante disso, os principais motivos que levaram essas famílias a aderir à certificação foram principalmente pela saúde, qualidade de vida e dos alimentos, e preservação do meio ambiente.

“- Entramos na certificação para dar mais qualidade ao alimento e também para a saúde das pessoas (JB, sócia cooperada do RECA).

“- Fazemos parte da certificação desde o início (2006) e nunca usamos herbicidas e venenos na nossa propriedade.” (AB, sócio fundador do RECA).

“- Nós já vinha a muitos anos brigando contra o uso do veneno.” (ZS, sócia fundadora do RECA).

As famílias que não produzem de forma orgânica (produção convencional), relataram que tem interesse em aderir à certificação, principalmente pela saúde e os recursos naturais. Apesar do custo benefício da produção orgânica ser maior no Projeto RECA do que a convencional, a maioria dos entrevistados e entrevistadas não teve como motivos da adesão ou não a certificação pela questão econômica, mas sim pelos aspectos sociais e ambientais principalmente.

A meta do RECA é se tornar 100% orgânico até 2024, como verificado por Croda e Sordi (2018). Esse fato pode demonstrar que existe uma preocupação da Instituição perante a conservação ambiental e pela qualidade de vida das famílias produtoras e consumidoras. Além disso, a valorização dos produtos orgânicos no mercado nacional e internacional, vem a fortalecer esse sistema produtivo.

### **5.1.8 Importância do Projeto RECA para a região**

Nota-se nas entrevistas que as famílias visualizam o RECA não apenas como uma cooperativa para garantir a venda dos produtos, mas acima de tudo, como um mecanismo de manutenção da floresta amazônica em oposição à pressão pecuária.

“- O RECA absorve toda a produção dos SAF e gera emprego para as famílias.” (AB, sócio fundador e ex-presidente do RECA).

“- 50% da Califórnia é o RECA. É um exemplo de organização social e familiar. (DB, sócio fundador do RECA).

“- Se nós não tivesse conseguido a associação no início e depois a cooperativa, “Califórnia” não existia mais.” (SS, sócio fundador do RECA).

“- O RECA segurou muita floresta.” (GB, sócio cooperado do RECA).

“- O gado ia acabar com a floresta toda, mas apareceu o RECA, melhorando a vida das pessoas.” (ZS, sócia fundadora do RECA).

É importante destacar que as famílias possuem uma conscientização muito grande quanto à manutenção da floresta em pé e apostam nas iniciativas e trabalhos do RECA para fortalecer os SAF cada vez mais. Além disso, 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.

## 5.2 DINÂMICA E ESTRUTURA DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

### 5.2.1 Estrutura e composição florística

Os sistemas agroflorestais estudados são majoritariamente compostos por espécies frutíferas arbóreas. A espécie encontrada em todas as áreas foi o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.), e representa o carro-chefe para as famílias, tanto para geração de renda quanto para a subsistência dos agricultores e agricultoras.

*T. grandiflorum* é a principal espécie plantada nos SAF no ramal Baixa Verde, estando presente em cerca de 60% dos sistemas implantados ao longo dos anos. Dos 67 SAF existentes nesse ramal, 40 possuem a *T. grandiflorum* entre as 26 espécies vegetais encontradas e distribuídas em 58 arranjos agroflorestais distintos (SILVA et al., 2016). Entre as seis áreas de SAF estudadas, constatou-se a existência de seis combinações de arranjos diferentes.

A combinação da maior parte dos SAF desse ramal é de *T. grandiflorum*, *Bactris gasipaes* Kunth. e *Bertholletia excelsa* Bonpl. (FRANKE et al., 2005). Esse arranjo foi o primeiro consórcio implantado pelos agricultores e agricultoras do Projeto RECA (1990). O SAF 1 desse estudo é um dos sistemas mais antigos da Instituição e possui esse arranjo (Tabela 1).

A escolha das espécies do primeiro modelo implantado se justifica pelas seguintes características: a *T. grandiflorum* foi à espécie implantada para gerar renda através da sua comercialização na cooperativa agropecuária e florestal do Projeto RECA (COOPER-RECA); a *B. gasipaes* para a subsistência da família através da extração do palmito e para proporcionar o sombreamento e melhores condições de desenvolvimento exigidas pela *T. grandiflorum* e; a *B. excelsa* com a finalidade de reflorestar e proteger o meio ambiente.

Apesar deste modelo de SAF possuir baixa densidade de plantas (360 indivíduos) e pouca diversidade de espécies, optou-se por esse arranjo devido à necessidade de obter um sistema produtivo aliado à conservação da natureza.

Ao longo dos anos, observa-se um aumento na diversidade de combinações nas propriedades, além do acréscimo na quantidade de espécies (Tabela 1). Segundo Silva et al. (2016), há carência de informações com relação à combinação de plantas, arranjos e desenhos desses sistemas. Entretanto, a escolha das espécies implantadas nos SAF continua sendo inteiramente de acordo com o interesse dos agricultores e agricultoras e, está relacionada principalmente ao mercado para comercialização dos produtos.

Nos SAF estudados a *B. gasipaes* foi à espécie mais abundante (3.100 indivíduos/ha), seguida da *T. grandiflorum* (1.856 indivíduos/ha), *Musa* spp. (928 indivíduos/ha) e da *Euterpe*

*precatória* Mart. (375 indivíduos/ha). Isto acontece em virtude da diferença de espaçamento entre as espécies, sendo que os arranjos mais adensados possuem a presença da espécie mais abundante.

A maioria das espécies são frutíferas nativas da região amazônica e pertencem ao grupo sucessional das climácicas (34%), pioneiras (33%), secundárias iniciais (20%) e secundárias tardias (13%) (Tabela 1).

Tabela 1. Estrutura e composição dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia. Em que: GS: Grupo Sucessional; Pi (pioneira); SI (Secundária Inicial); ST (Secundária Tardia); CI (Clímax); N (Abundância).

(continua)

SAF	Família Botânica	Nome científico	Nome popular	N (ni/ha)	GS*
SAF 1 1990	Malvaceae	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. Ex Spreng.) Schum.	Cupuaçu	240	SI
	Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Pupunha fruto	80	Pi
	Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Castanha	40	CI
Total				<b>360</b>	
SAF 2 2008	Malvaceae	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. Ex Spreng.) Schum.).	Cupuaçu	289	SI
	Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Pupunha palmito	1600	Pi
	Caesalpiniaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	32	CI
	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	32	ST
	Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Pupunha fruto	72	Pi
	Musaceae	<i>Musa</i> spp.	Banana	408	Pi
Total				<b>2433</b>	
SAF 3 2014	Malvaceae	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. Ex Spreng.) Schum.).	Cupuaçu	417	SI
	Musaceae	<i>Musa</i> spp.	Banana	250	Pi
	Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Pupunha fruto	250	Pi
	Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	Maracujá	167	SI
	Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rambotã	167	ST
	Arecaceae	<i>Euterpe precatória</i> Mart.	Açaí solteiro	250	Pi
Total				<b>1501</b>	
SAF 4 2014	Malvaceae	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. Ex Spreng.) Schum.).	Cupuaçu	350	SI
	Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Pupunha palmito	1098	Pi
	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	12	ST
	Caesalpiniaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	18	CI
	Fabaceae	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Cumarú de Cheiro	12	Pi
	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Pequi	2	Pi

Tabela 1. Estrutura e composição dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia. Em que: GS: Grupo Sucessional; Pi (pioneira); SI (Secundária Inicial); ST (Secundária Tardia); CI (Clímax); N (Abundância).

					(conclusão)
	Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	12	CI
	Fabaceae	<i>Amburana acreana</i> (Ducke) A. C. Smith	Cerejeira	4	CI
	Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rambotã	12	ST
	Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Castanha	10	CI
	Lauraceae	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez.	Itaúba	18	CI
				<b>Total</b>	<b>1548</b>
	Malvaceae	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. Ex Spreng.) Schum.).	Cupuaçu	300	SI
	Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rambotã	50	ST
SAF 5	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	2	ST
2017	Caesalpiniaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	36	CI
	Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Castanha	21	CI
	Annonaceae	<i>Rollinia mucosa</i> Jacq.	Biriba	4	SI
				<b>Total</b>	<b>413</b>
	Malvaceae	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. Ex Spreng.) Schum.).	Cupuaçu	260	SI
SAF 6	Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Açaí solteiro	125	Pi
2017	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	15	ST
	Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Castanha	10	CI
	Fabaceae	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Cumaru de Cheiro	8	SI
	Musaceae	<i>Musa</i> spp.	Banana	270	Pi
				<b>Total</b>	<b>688</b>

\*Fonte: (CARVALHO, 1994, 2007; SOUZA et al., 2006; LOCATELLI et al., 1996; LORENZI et al., 1996).

Fonte: Autora.

A principal finalidade das espécies implantadas foi para alimentação (60%), com destaque especial para as polpas de frutas, geleias, licores, farinhas e palmito. Os demais usos consistiram em óleos e resinas; adubação, com o aproveitamento das cascas das frutas para cobertura do solo, e madeira em menor escala (Tabela 2).

Brienza Júnior et al. (2009) constataram que entre as espécies mais utilizadas em sistemas agroflorestais da Amazônia destacaram-se as frutíferas e a alimentação foi o principal uso atribuído aos componentes dos SAF (86%). Ainda segundo Brienza Júnior et al. (2009), a *T. grandiflorum* também foi a espécie mais frequente nos SAF (42%), seguida da *B. gasipaes*

(33%) e a *B. excelsa* se sobressaiu quanto a finalidade de implantação, em 32% dos sistemas, devido ao seu potencial de usos múltiplos. Esse fato pode estar relacionado à ampla aceitação dessas espécies para consumo e comercialização.

Diante disso, destacando os múltiplos usos que os sistemas agroflorestais proporcionam, Ferreira et al. (2014) também constataram a preferência de agricultores de Altamira, PA, por espécies florestais não madeireiras, principalmente a *C. guianensis*, *C. langsdorffii*, *B. excelsa* e *E. oleraceae*, devido, principalmente, à produção de frutos e sementes, palmito e óleos. O mesmo interesse dos agricultores também foi descrito por Ribeiro et al. (2004) em SAF no município de Cametá, PA e Castro et al. (2009) no município de Careiro da Várzea, AM, cujos critérios de seleção das espécies estavam associados ao conhecimento e ao uso múltiplo.

Tabela 2. Usos mais frequentes das espécies componentes dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.

Espécies	Usos Múltiplos			
	Alimentação	Óleos vegetais	Adubação	Madeira
<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. Ex Spreng.) Schum.	X	X	X	
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	X		X	
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	X	X	X	
<i>Rollinia mucosa</i> Jacq.	X			
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		X		
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.		X		
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez.				X
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.		X		
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	X	X		
<i>Musa</i> spp.	X		X	
<i>Passiflora edulis</i> Sims.	X	X		
<i>Nephelium lappaceum</i> L.	X			
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	X		X	
<i>Hymenaea courbaril</i> L.				X
<i>Amburana acreana</i> (Ducke) A. C. Smith.				X

Fonte: Autora.

### 5.2.2 Diversidade e uniformidade florística

O número de famílias, gêneros, abundância (N), riqueza de espécies (S), Índice de Diversidade de Shannon (H') e Índice de Equabilidade de Pielou (J') estão apresentados na Tabela 3. Conforme previsto, os resultados referentes aos atributos florísticos variaram consideravelmente entre os sistemas agroflorestais analisados.

Nos seis SAF estudados foram identificados 6.943 indivíduos pertencentes a 13 famílias botânicas, 15 gêneros e 15 espécies; as famílias *Arecaceae*, *Malvaceae* e *Musaceae* apresentaram o maior número de indivíduos. *Fabaceae* apresentou o maior número de espécies (4), seguida da *Arecaceae* (2) e as demais famílias apresentaram apenas uma espécie.

O maior número de espécies (11) ocorreu no SAF 4, e o menor (3) no SAF 1. Na maioria dos SAF foram encontradas seis espécies, sendo a espécie *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum. comum em todo os SAF. As espécies *Carapa guianensis* Aubl., *Bertholletia excelsa* Bonpl. e *Bactris gasipaes* (Kunth) ocorreram em quatro SAF e as espécies *Musa* spp. e *Copaiifera langsdorffii* Desf. em três SAF.

Em estudos sobre os sistemas agroflorestais em quatro estados da Amazônia, Smith et al. (1998) constataram a existência de diversos modelos implantados, a maioria contendo de duas a seis espécies. Brienza Júnior et al. (2009) constaram que 60% dos trabalhos publicados sobre SAF na Amazônia brasileira, utilizaram seis espécies, resultado similar ao presente estudo.

A maior abundância foi observada no SAF 2 (2.433 indivíduos/ha) e a menor no SAF 1 (360 indivíduos/ha). O SAF 3 apresentou os maiores índices de diversidade e equabilidade entre os SAF estudados (Tabela 3).

Tabela 3. Dados florísticos dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia. Em que: S = riqueza de espécies; N = abundância; H' = índice de diversidade de Shannon; J' = índice de equabilidade de Pielou.

SAF	Famílias	Gêneros	S	N (n/ha)	H'	J'
SAF 1	3	3	3	360	0,85	0,77
SAF 2	5	5	6	2433	1,05	0,58
SAF 3	5	6	6	1501	1,74	0,97
SAF 4	9	11	11	1548	0,89	0,37
SAF 5	6	6	6	413	0,92	0,51
SAF 6	6	6	6	688	1,24	0,69

Fonte: Autora.

Corroborando com esse estudo, Lenci et al. (2018), analisando diferentes composições de SAF na região central do Estado de Rondônia, também encontrou os menores valores de índices de diversidade e equabilidade nos SAF mais abundantes, enquanto os maiores valores foram encontrados em sistemas com valores intermediários de espécies.

O presente estudo difere-se do realizado por Bolfe e Batistella (2011), nos SAF da região de Tomé-Açu/PA, onde foi observada maior diversidade nos SAF implantados nas décadas de 1980 e 1990, e isso está relacionado principalmente à implantação dos SAF pelos agricultores nipo-brasileiros (imigração japonesa no Brasil), que testaram diversas espécies frutíferas em diferentes arranjos produtivos. Homma (2004) destaca que, a partir da década de 1990, houve avanço da fruticultura em razão da importância das frutas amazônicas no contexto nacional e internacional.

### 5.2.3 Similaridade florística

A similaridade florística pelo índice de Jaccard, apresentou variação entre 0,13333 a 0,41667 entre os sistemas agroflorestais estudados (Tabela 4). Similaridade maior que 0,25 pelo índice de Jaccard já apresenta similaridade (MULLER; ELLENBERG, 1974) e considera-se similaridade alta para valores iguais ou maiores que 0,5 (KENT e COKER, 1992).

Tabela 4. Matriz de similaridade florística pelo índice de Jaccard dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados no Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.

	SAF_1	SAF_2	SAF_3	SAF_4	SAF_5	SAF_6
SAF_1	1					
SAF_2	0,28571	1				
SAF_3	0,28571	0,33333	1			
SAF_4	0,16667	0,30769	0,13333	1		
SAF_5	0,28571	0,33333	0,2	0,41667	1	
SAF_6	0,28571	0,33333	0,33333	0,30769	0,33333	1

Fonte: Autora.

Observa-se que o SAF 1 distinguiu-se dos demais SAF devido a menor diversidade e densidade de espécies encontrada nesse sistema. Já os SAF 2, 3 e 6 formaram um pequeno

grupo devido às características semelhantes quanto ao número de espécies, apesar da diferença na densidade de indivíduos. Contudo, essa similaridade pode estar associada à presença de *Musa* spp., espécie comum nos três sistemas.

Os SAF 4 e 5 apresentaram-se como os mais similares dentre os demais, provavelmente, devido a composição florística do SAF 4 apresentar cinco espécies em comum com o SAF 5 (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum., *Carapa guianensis* Aubl., *Bertholletia excelsa* Bonpl., *Nephelium lappaceum* L. e *Copaifera langsdorffii* Desf.).

Nota-se que houve similaridade entre a maioria dos SAF estudados, mas nenhum sistema apresentou alta similaridade. Santos et al. (2004) consideram que existe maior heterogeneidade dos SAF que não apresentam similaridade florística alta.

A maioria dos SAF implantados na região de Tomé-Açu, PA, também não apresentou alta similaridade (<0,50), mostrando que a composição e os arranjos dos plantios são bastante distintos. Essa distinção de estrutura da vegetação também é evidenciada pelas diferenças encontradas nos índices de diversidade, equabilidade e nos valores de densidade utilizados no presente trabalho. Estudos de Smith et al. (1998) e de Brienza Júnior et al. (2009) também relataram a existência de grande diversidade de consórcios praticados por agricultores familiares na região Amazônica.

### 5.3 RELAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS E AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

#### 5.3.1 Atributos químicos do solo

Na tabela 5, encontram-se os valores dos atributos químicos do solo, que não variaram consideravelmente entre os diferentes SAF. De maneira geral, os solos da região amazônica são ácidos e os valores obtidos para o pH (em água) das áreas estudadas seguem esse padrão, com teor mínimo de 4,2 (SAF 5) e máximo igual a 5,1 (SAF 2). O pH influencia na taxa de liberação de nutrientes por intemperização, solubilidade de todos os materiais no solo e a quantidade de íons armazenados nos sítios de trocas de cátions. Por essa razão, pode-se prever que nutrientes se tornem deficientes (TROEH; THOMPSON, 2007).

Partindo do pressuposto que os solos da Amazônia possuem limitações naturais, são considerados quimicamente pobres (FEARNSIDE et al., 2009). O solo nas áreas de estudo, classificados como Argissolo Vermelho Amarelo, caracteriza-se por apresentar restrições quanto às propriedades químicas em função da baixa fertilidade natural, ocasionada

principalmente pelo estoque limitado de macronutrientes e pela toxidez de alumínio (AMARAL et al., 2000).

Nesse contexto, as variáveis químicas das áreas estudadas, apresentaram teores baixos quanto aos macronutrientes. Dentre eles, o P e o K se destacam devido à grande influência associada à produção das culturas nos sistemas agroflorestais. Os níveis de P nos SAF variou entre 1 mg/kg<sup>-1</sup> (SAF 4) a 5 mg/kg<sup>-1</sup> (SAF 1), valores considerados dentro do nível crítico de P (teores inferiores a 10 mg/kg<sup>-1</sup>), podendo limitar a produção (ALFAIA et al., 2004). No entanto, os níveis de P são baixos em 90% dos solos da Amazônia (SANCHEZ et al., 1982), e 69% dos solos de Rondônia possuem teores de P considerados muito baixos para a produtividade da maioria das culturas, 15% dos solos apresentam teores baixos e apenas 6% teores médios (SCHLINDWEIN et al., 2012).

Os teores de K foram na maioria dos SAF considerados baixos (0,11 a 0,14 cmolc/dm<sup>3</sup>) nos SAF 1, 4, 5 e 6. No SAF 2 foi encontrado valor médio (0,22 cmolc/dm<sup>3</sup>) e apenas no SAF 3 o nível de K obtido foi alto (0,37 cmolc/dm<sup>3</sup>) segundo a escala de Schindwein et al. (2008). Os teores baixos na maioria dos SAF podem ser atribuídos às exportações de nutrientes por safras consecutivas dos frutos de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. e *Bactris gasipaes* Kunth., devido ao fato do K ser um dos nutrientes mais importantes para os rendimentos dessas culturas, seguido do P.

Cravo e Souza (1996) constataram que a exportação do K em frutos de *T. grandiflorum* corresponde a 5 kg/Mg<sup>-1</sup>, o equivalente a aproximadamente 20 kg de K/ha<sup>1</sup>ano exportados nas colheitas dos frutos. Estes resultados mostram que a maioria das plantações de SAF do RECA necessitam substituições desse macronutriente, como também constatado por Alfaia et al. (2004).

Contudo, no SAF 3 o nível de K encontrado foi considerado alto e médio no SAF 2, o que se justifica, de acordo com Tomé (1997), ao fato que altos teores de K podem ser encontrados em solos ácidos sob pastagens antigas devido à capacidade de muitas espécies de gramíneas absorverem esse nutriente do solo superior e promover a disponibilidade de K através da reciclagem. Dessa forma, os níveis alto e médio de K nos referidos SAF, admitem-se em decorrência de que em ambas as áreas o histórico de uso da área foi de pastagem.

A adição de materiais orgânicos rico em K, como as cascas dos frutos de *T. grandiflorum*, que por sua vez também é rica em N e P, e/ou das folhas de *B. gasipaes*, ricas em N, podem ser fontes alternativas de adubo orgânico (ALFAIA et al., 2004). Nos SAF estudados, apenas o SAF 1, 2 e 3 reaproveitam as cascas esporadicamente.

Os teores de Ca+Mg foram na maioria dos SAF superiores a  $1,5 \text{ cmolc/dm}^{-3}$  do solo, considerado adequados para produção da maioria das culturas (SCHLINDWEIN et al., 2012). Apenas o SAF 4 e 5 obtiveram valores inferiores a  $1,5 \text{ cmolc/dm}^{-3}$ , classificados como baixos, e por sua vez, evidencia-se a necessidade de calagem para corrigir estes teores.

A saturação de base (V) é um parâmetro utilizado para separar solos considerados férteis ou eutróficos ( $V\% > 50$ ) de solos de menor fertilidade ou distróficos ( $V\% < 50$ ) (EMBRAPA, 2006). Diante disso, a maioria dos SAF estudados apresentou o V inferior a 50%. O SAF 2 foi o único que apresentou valores de saturação por bases maior ( $V=58\%$ ) e maior CTC ( $13,63 \text{ cmolc/dm}^{-3}$ ) e, neste caso, as quantidades de cátions trocáveis (Ca e Mg), o pH do solo e a acidez potencial, foram os maiores valores encontrados entre os SAF. Estes resultados podem estar associados à aplicação de calcário na área.

Verificou-se que a saturação por Al (m%) foi maior nos SAF 5, 6 e 4 respectivamente, e este atributo químico está relacionado à maior acidez do solo e ao maior teor de Al trocável, que por sua vez ocasiona nos menores teores de Ca, Mg e K e, conseqüentemente, de saturação de bases (LOPES e GUILHERME, 2004). A saturação por alumínio nestas áreas de SAF é maior que 45%, sendo muito alta ou altamente prejudicial (TOMÉ, 1997).

Para os solos estudados, com exceção do SAF 1 ( $4,57 \text{ cmolc/dm}^{-3}$ ) e SAF 4 ( $4,46 \text{ cmolc/dm}^{-3}$ ), as áreas apresentaram níveis de acidez potencial considerados altos ( $>5,0 \text{ cmolc/dm}^{-3}$ ) de acordo com Ferrão et al. (2007). Níveis de  $2,5 \text{ cmolc/dm}^{-3}$  de acidez potencial é considerado baixo e acima de  $2,5$  a  $5,0 \text{ cmolc/dm}^{-3}$  são médios.

A CTC encontrada está na faixa de  $5,61 \text{ cmolc/dm}^{-3}$  a  $13,63 \text{ cmolc/dm}^{-3}$ , considerada adequada para os solos amazônicos, avaliada como baixa quando os teores são inferiores a  $5 \text{ cmolc/dm}^{-3}$  (SCHLINDWEIN et al., 2008).

Quanto ao teor de matéria orgânica do solo (MOS) das áreas estudadas, não houve grande variação, estabelecendo-se entre  $18 \text{ g/kg}^{-1}$  (SAF 1) a  $22,9 \text{ g/kg}^{-1}$  (SAF 3). Os teores de MOS superiores a  $17 \text{ g/kg}^{-1}$  são considerados médios, aceitando-se o mínimo de  $17 \text{ g/kg}^{-1}$  e o máximo de  $35 \text{ g/kg}^{-1}$  (SCHLINDWEIN et al., 2008).

Fearnside (2009) afirma, que o declínio de fertilidade natural dos solos amazônicos está relacionado ao nível (de médio a baixo) da MOS, em geral associada à rápida mineralização de nutrientes, ocasionada pelas condições favoráveis de umidade durante a maior parte do ano. Baixos conteúdos de MOS implicam em baixa retenção de cátions e, conseqüentemente, a suscetibilidade dos solos à lixiviação de nutrientes.

Tabela 5. Valores dos atributos químicos solo dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia. Em que: pH (potencial Hidrogeniônico), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), Al (alumínio), MOS (matéria orgânica do solo), H+Al (Acidez potencial), CTC (capacidade de troca de cátions), V (saturação de bases) e m (saturação de alumínio).

Atributos químicos	Sistemas Agroflorestais					
	SAF 1	SAF 2	SAF 3	SAF 4	SAF 5	SAF 6
pH (em água)	4,67	5,1	4,9	4,47	4,2	4,7
P (mg/kg <sup>-1</sup> )	5	2	3	1	3	2
K (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	0,11	0,22	0,37	0,11	0,14	0,11
Ca (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	1,68	5,32	2,09	0,79	0,48	1,56
Mg (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	0,53	2,32	1,64	0,23	0,83	0,77
Al (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	0,7	0,95	1,91	1,2	4,08	3,1
MOS (g/kg <sup>1</sup> )	16,96	20,2	22,9	21,51	20,7	18
H+Al (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	4,57	5,8	5,6	4,46	9,1	7,4
CTC (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	6,89	13,63	9,71	5,61	10,53	9,47
V (%)	33,67	58	42	20,5	14	25
m (%)	23,18	11	32	51,06	74	56

Fonte: Autora.

A principal diferença em relação ao tempo de SAF pode ser o teor P no SAF 1 (28 anos). O tempo de manejo sem revolvimento e com manutenção dos resíduos culturais na superfície, pode ter influenciado em uma possível melhoria no valor do nutriente. Embora o fósforo seja um nutriente essencial para o crescimento das plantas, movimenta-se pouco na maioria dos solos (FALLEIRO et al., 2003).

Já nos sistemas com um ano de idade (SAF 5 e 6) foram encontrados os maiores valores de Al (alumínio), juntamente com a acidez potencial (H+Al) e o percentual de saturação por alumínio (m), quando comparados com os demais sistemas. Observa-se a falta de correção de acidez do solo através de calagem diretamente relacionada aos teores elevados encontrados desses elementos. Já no SAF com 10 anos, onde foi realizada a aplicação de calcário, se obteve valores inferiores.

### 5.3.2 Correlação entre os sistemas agroflorestais e a fertilidade do solo

A matriz de correlação (Tabela 6) evidencia algumas associações entre os atributos químicos do solo, espessura de serapilheira, cobertura do solo e atributos florísticos, demonstrando que os diferentes elementos dos sistemas agroflorestais interagem e possivelmente influenciam na produtividade e na sustentabilidade desses sistemas.

Observa-se que todas as correlações significativas ( $p < 0,05$ ) existentes entre as variáveis estudadas nos SAF podem ser consideradas muito fortes ( $r \geq 0,7$ ), sendo agrupadas (Figura 9). A diversidade de espécies representada pelo Índice de Shannon ( $H'$ ) apresentou correlação significativa positiva com o potássio (K), demonstrando que a diversidade dos sistemas agroflorestais pode interferir para o fornecimento desse macronutriente, afinal, o K é muito móvel no sistema e é necessário reduzir a sua perda por ter maior malha radicular, além de interação entre as espécies.

Ressaltando a importância que a diversidade de espécies nos SAF representa para os atributos químicos do solo, é a correlação significativa negativa existente entre a riqueza de espécies (S) e o fósforo (P). Essa relação pode estar associada ao número de espécies presentes nos sistemas, de modo a influenciar no teor de P disponível para as culturas. Supõe-se que essa correlação inversa se justifica pela presença da *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum., em todos os SAF estudados, devido às exportações de ambos os macronutrientes citados na colheita dos frutos das áreas produtivas, reafirmando a contribuição dos sistemas biodiversos para a fertilidade do solo e para a produção das espécies frutíferas.

O pH (potencial Hidrogeniônico) do solo apresentou correlação positiva com o cálcio (Ca) e a saturação de bases (V); e correlação negativa com a saturação por alumínio (m). O Ca também está diretamente associado à correlação positiva com o magnésio (Mg) e o V; e o Mg com correlação positiva com o V e a capacidade de troca de cátions (CTC). Essas correlações significativas, evidenciam a influência da CTC e da V no pH do solo, que está diretamente relacionado a absorção de nutrientes pelas plantas.

O alumínio (Al) apresentou correlação positiva com a acidez potencial ( $H+Al$ ) e a saturação por alumínio (m), reafirmando o quanto os teores elevados de Al no solo, interferem nessas relações, assim como visto no SAF 5, onde foram encontrados os maiores valores desses atributos no solo. Dessa forma, nota-se, a correlação negativa entre o m e o V, o que pode significar que quanto maior a saturação de bases do solo, menor a saturação por Al, da mesma forma que o inverso também é possível.

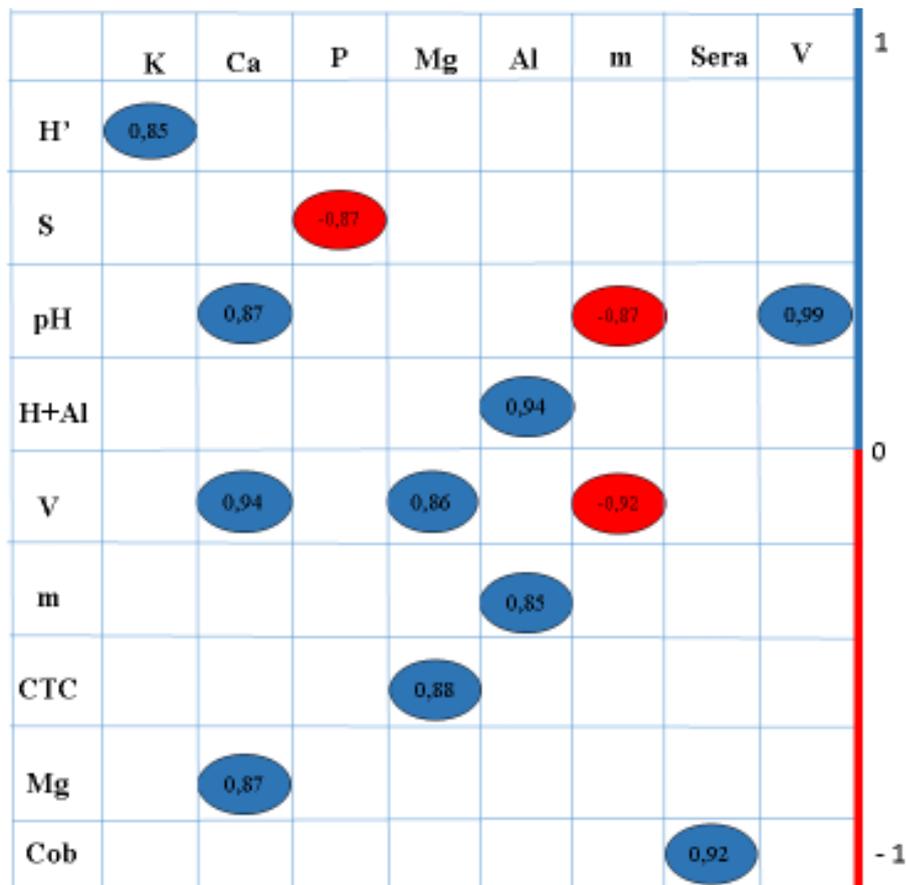
Por último, a correlação positiva da espessura da serapilheira (Sera) com a cobertura do solo (Cob), demonstra que na dinâmica dos SAF, a manutenção do solo coberto interfere fortemente ( $< 0,92$ ) na serapilheira formada e podem influenciar na fertilidade dos solos amazônicos. As árvores e outros tipos de vegetação melhoram o solo abaixo delas, fornecendo entre os benefícios, a produção de biomassa em forma de serapilheira, sombreamento, proteção contra lixiviação e erosão (NAIR, 1993).

Tabela 6. Matriz de correlação de Pearson dos atributos florísticos, atributos químicos do solo, espessura de serapilheira e cobertura do solo dos diferentes Sistemas Agroflorestais estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia. Em que: S = riqueza de espécies; H' = Índice de diversidade de Shannon; J' = Índice de equabilidade de Pielou; pH em água; P = Fósforo ( $\text{mg/kg}^{-1}$ ); K = Potássio ( $\text{cmolc/dm}^{-3}$ ); Ca = Cálcio ( $\text{cmolc/dm}^{-3}$ ); Mg = Magnésio ( $\text{cmolc/dm}^{-3}$ ); Al = Alumínio ( $\text{cmolc/dm}^{-3}$ ); MOS = Matéria orgânica do solo ( $\text{g/kg}^{-1}$ ); H+Al = Acidez potencial ( $\text{cmolc/dm}^{-3}$ ); CTC = Capacidade de troca de cátions ( $\text{cmolc/dm}^{-3}$ ); V = Saturação de bases (%); m = Saturação de alumínio (%); Sera = Serapilheira (cm); Cob = Cobertura do solo (%); ns = não significativo e \* = significativo pela correlação de Pearson ( $p > 0,05$ ).

VARIÁVEIS	S	H'	J'	pH	P	K	Ca	Mg	Al	MOS	H+Al	CTC	V	m	Sera	Cob
<b>S</b>	1															
<b>H'</b>	-0,0758 <sup>ns</sup>	1														
<b>J'</b>	-0,6468 <sup>ns</sup>	0,7552 <sup>ns</sup>	1													
<b>PH</b>	-0,2467 <sup>ns</sup>	0,4804 <sup>ns</sup>	0,5009 <sup>ns</sup>	1												
<b>P</b>	-0,8693*	-0,0607 <sup>ns</sup>	0,5752 <sup>ns</sup>	-0,0247 <sup>ns</sup>	1											
<b>K</b>	-0,0994 <sup>ns</sup>	0,8531*	0,6588 <sup>ns</sup>	0,5585 <sup>ns</sup>	0,0329 <sup>ns</sup>	1										
<b>Ca</b>	-0,2257 <sup>ns</sup>	0,1497 <sup>ns</sup>	0,1597 <sup>ns</sup>	0,8709*	-0,0949 <sup>ns</sup>	0,3860 <sup>ns</sup>	1									
<b>Mg</b>	-0,2534 <sup>ns</sup>	0,4693 <sup>ns</sup>	0,3501 <sup>ns</sup>	0,7646 <sup>ns</sup>	-0,0721 <sup>ns</sup>	0,7054 <sup>ns</sup>	0,8701*	1								
<b>Al</b>	-0,0046 <sup>ns</sup>	0,1187 <sup>ns</sup>	-0,0955 <sup>ns</sup>	-0,5934 <sup>ns</sup>	-0,1169 <sup>ns</sup>	-0,1042 <sup>ns</sup>	-0,4944 <sup>ns</sup>	-0,1572 <sup>ns</sup>	1							
<b>MOS</b>	0,5808 <sup>ns</sup>	0,5036 <sup>ns</sup>	-0,0220 <sup>ns</sup>	0,0175 <sup>ns</sup>	-0,4773 <sup>ns</sup>	0,6784 <sup>ns</sup>	-0,0057 <sup>ns</sup>	0,3151 <sup>ns</sup>	0,1034 <sup>ns</sup>	1						
<b>H+Al</b>	-0,1609 <sup>ns</sup>	0,0195 <sup>ns</sup>	-0,1225 <sup>ns</sup>	-0,4550 <sup>ns</sup>	-0,0548 <sup>ns</sup>	-0,1021 <sup>ns</sup>	-0,2374 <sup>ns</sup>	0,0630 <sup>ns</sup>	0,9445*	0,0076 <sup>ns</sup>	1					
<b>CTC</b>	-0,3081 <sup>ns</sup>	0,2571 <sup>ns</sup>	0,1369 <sup>ns</sup>	0,4752 <sup>ns</sup>	-0,0999 <sup>ns</sup>	0,4208 <sup>ns</sup>	0,7215 <sup>ns</sup>	0,8825*	0,2245 <sup>ns</sup>	0,1386 <sup>ns</sup>	0,4801 <sup>ns</sup>	1				
<b>V</b>	-0,3041 <sup>ns</sup>	0,3455 <sup>ns</sup>	0,4178 <sup>ns</sup>	0,9487*	0,0706 <sup>ns</sup>	0,5819 <sup>ns</sup>	0,9413*	0,8561*	-0,6176 <sup>ns</sup>	0,0740 <sup>ns</sup>	-0,4157 <sup>ns</sup>	0,5823 <sup>ns</sup>	1			
<b>m</b>	0,3436 <sup>ns</sup>	-0,1470 <sup>ns</sup>	-0,3980 <sup>ns</sup>	-0,8704*	-0,2535 <sup>ns</sup>	-0,3912 <sup>ns</sup>	-0,8083 <sup>ns</sup>	-0,5939 <sup>ns</sup>	0,8495*	0,1177 <sup>ns</sup>	0,6839 <sup>ns</sup>	-0,2573 <sup>ns</sup>	-0,9187*	1		
<b>Sera</b>	-0,7051 <sup>ns</sup>	0,3815 <sup>ns</sup>	0,6363 <sup>ns</sup>	0,1500 <sup>ns</sup>	0,6653 <sup>ns</sup>	0,5992 <sup>ns</sup>	0,1858 <sup>ns</sup>	0,5093 <sup>ns</sup>	0,1941 <sup>ns</sup>	0,1426 <sup>ns</sup>	0,3157 <sup>ns</sup>	0,4942 <sup>ns</sup>	0,3120 <sup>ns</sup>	-0,1959 <sup>ns</sup>	1	
<b>Cob</b>	-0,6565 <sup>ns</sup>	0,1597 <sup>ns</sup>	0,5238 <sup>ns</sup>	-0,0472 <sup>ns</sup>	0,7941 <sup>ns</sup>	0,4374 <sup>ns</sup>	-0,0101 <sup>ns</sup>	0,2474 <sup>ns</sup>	0,0607 <sup>ns</sup>	0,0925 <sup>ns</sup>	0,1425 <sup>ns</sup>	0,1976 <sup>ns</sup>	0,1520 <sup>ns</sup>	-0,1667 <sup>ns</sup>	0,9286*	1

Fonte: Autora.

Figura 8. Correlações de Pearson significativas ( $p < 0,05$ ) para atributos florísticos, atributos químicos do solo, espessura de serapilheira e cobertura do solo dos diferentes Sistemas Agroflorestais estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia. Em que: S = riqueza de espécies;  $H'$  = Índice de diversidade de Shannon;  $J'$  = Índice de equabilidade de Pielou; pH em água; P = Fósforo ( $\text{mg/kg}^{-1}$ ); K = Potássio ( $\text{cmolc/dm}^3$ ); Ca = Cálcio ( $\text{cmolc/dm}^3$ ); Mg = Magnésio ( $\text{cmolc/dm}^3$ ); Al = Alumínio ( $\text{cmolc/dm}^3$ ); MOS = Matéria orgânica do solo ( $\text{g/kg}$ );  $H+Al$  = Acidez potencial ( $\text{cmolc/dm}^3$ ); CTC = Capacidade de troca de cátions ( $\text{cmolc/dm}^3$ ); V = Saturação de bases (%); m = Saturação de alumínio (%); Sera = Serapilheira (cm); Cob = Cobertura do solo (%). Círculos azuis representam correlações positivas e correlações negativas os círculos vermelhos.



Fonte: Autora.

A partir das correlações verificadas, através da análise de correspondência canônica (CCA) foi possível analisar a relação entre a composição florística dos SAF e as variáveis ambientais estudadas (TER BRAAK, 1986). Os autovalores da CCA nos dois primeiros eixos de ordenação foram de 0,43684 (eixo 1) e 0,22475 (eixo 2), com o primeiro explicando 44,94% da variação e o segundo 23,12%, com 68,06% da variância total acumulada. Verifica-se que houve significância ecológica, devido ao autovalor do primeiro eixo ser maior que 0,3, tido

como satisfatório (FELFILI et al., 2007), demonstrando alta correlação com os sistemas agroflorestais.

Na figura 9, observa-se que foram formados grupos de associação entre os atributos químicos do solo e algumas espécies presentes nos sistemas agroflorestais. No quadrante I, o grupo foi formado pela relação entre as variáveis de teor de cálcio (Ca) e a Matéria Orgânica do Solo (MOS). Também existe uma correlação entre esse grupo e o SAF 2 com as espécies de *Carapa guianensis* Aubl. e *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. A *C. guianensis* possui melhor desenvolvimento em solos com maior saturação de bases e maior teor de cálcio, manganês e magnésio (MAGALHÃES et al., 1987). Diante disso, verifica-se que o SAF 2 apresenta o teor de Ca ( $5,32 \text{ cmolc/dm}^3$ ), bem acima dos encontrados nos demais sistemas estudados e a *C. guianensis* é uma das espécies presentes nesse SAF.

Quanto a *D. odorata* constatou-se a sua ocorrência em solos de baixa fertilidade química, com pH em água 4,5 que se caracterizam por possuir baixo conteúdo de matéria orgânica e baixa capacidade de troca catiônica (CARVALHO, 2009) e assim, a sua presença pode estar relacionada a MOS.

O segundo grupo formado encontra-se no quadrante II e influencia o SAF 3 e o SAF 6 com as variáveis associadas de teores de K, Mg, CTC, pH e V. Entre os atributos químicos do solo presentes nesse grupo, destacam-se o K e o pH, com os maiores autovetores. Observa-se ainda o teor de K fortemente relacionado com o SAF 6 e a *Musa* spp. Essa relação se justifica tendo em vista que o potássio é um dos nutrientes mais absorvidos e necessários para o desenvolvimento e produção de *Musa* spp. (COSTA, 2007; EMBRAPA, 2014).

Nota-se ainda, que no SAF 6 a riqueza dessa espécie em questão é superior ao SAF 3 e o inverso ocorre quanto aos teores de K no solo, que correspondem a  $0,11 \text{ cmolc/dm}^3$  (SAF 6) e  $0,37 \text{ cmolc/dm}^3$  (SAF 3).

A produção de *Musa* spp. exige grandes quantidades de nutrientes, devido à elevada fitomassa que produz e retira 5,2 kg de potássio (por tonelada de frutos). Contudo, após a colheita, ela retorna ao solo aproximadamente 311 kg/ha/ciclo de K, presentes nas partes vegetativas da planta (pseudocaules, folhas e rizomas) (EMBRAPA, 2014). No entanto, nas propriedades do Projeto RECA, de modo geral, o manejo da *Musa* spp. não é uma prática utilizada pelos agricultores e agricultoras, o que implica no pouco retorno de potássio ao solo.

Já no quadrante III, as variáveis predominantes foi a espessura da serapilheira, cobertura do solo e o teor de P e com gradientes curtos as variáveis de teor de Al, H+Al e m. Nesse grupo, observa-se a maior correlação entre as variáveis de espessura da serapilheira, cobertura do solo e o teor de P com os SAF 1 e SAF 5, representando a importância ambiental existente, devido

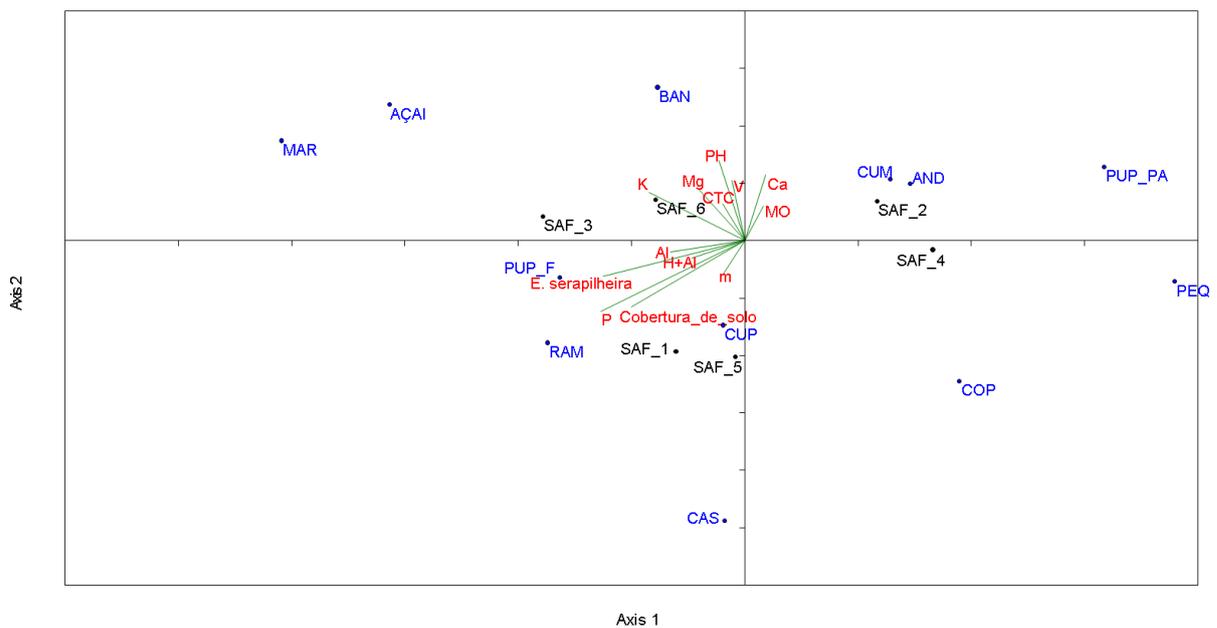
o comprimento dos autovetores. Verificou-se ainda, a associação dessas variáveis a *T. grandiflorum* e a *Bactris gasipaes* (Kunth), devido à exportação do fósforo presente no solo pelas colheitas consecutivas dos frutos dessas espécies amazônicas, destacando a *T. grandiflorum*, por ser a principal espécie produzida nos SAF do Projeto RECA e está presente em todas as seis áreas analisadas no presente estudo, estando quatro destas em fase produtiva.

Nota-se que no SAF 1 obteve-se o maior teor de P ( $5 \text{ mg/kh}^{-1}$ ) das áreas estudadas, enquanto o SAF 5 apresentou  $3 \text{ mg/kh}^{-1}$ . Isto pode estar relacionado às práticas de manejo realizadas, ambas baseadas na utilização de adubação verde e orgânica através de leguminosa fixadora de nitrogênio. No entanto, o maior teor de P presente no SAF 1 apesar de ser a área mais antiga (28 anos), pode estar relacionado a utilização da casca de *T. grandiflorum* como componente da adubação orgânica realizada na área.

Já a espessura de serapilheira foi superior no SAF 5 (7,4 cm) quando comparada ao SAF 1 (6,4 cm) e apresentaram a mesma porcentagem de cobertura do solo, ambas elevadas (87,5%). Diante disso, tendo em vista que a baixa disponibilidade natural de P nos solos amazônicos, está diretamente relacionada ao aumento da acidez do solo ( $\text{pH} < 5,0$ ) e elevação do Al (HEDIN, 2003), supõe-se que a manutenção da cobertura do solo e a composição da serapilheira podem influenciar na fertilidade do solo.

As demais espécies presentes na composição florística dos sistemas, apresentaram caráter generalista, sem sofrerem maiores interferências correlacionadas a presença ou ausência dessas variáveis no solo, o que pode estar relacionado à baixa fertilidade.

Figura 9. Diagrama de ordenação da Análise de Correspondência Canônica, mostrando a correlação entre os atributos químicos do solo, composição florística, espessura de serapilheira, cobertura do solo e os diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia. Em que: MAR = Maracujá; AÇAÍ = Açaí solteiro; BAN = Banana; CUM = Cumaru de Cheiro; AND = Andiroba; PUP\_PA = Pupunha Palmito; PEQ = Pequi; COP = Copaíba; CUP = Cupuaçu; CAS = Castanha do Brasil; RAM = Rambotã; PUP\_F = Pupunha Fruto; K = Potássio; Mg = Magnésio; CTC = Capacidade de Troca de Cátions; PH = Potencial Hidrogeniônico; V = Saturação de bases; m = Saturação de alumínio; H+AL = Acidez Potencial; Al = Alumínio; E. serapilheira = Camada de serapilheira; Cobertura\_de\_solo = Porcentagem de cobertura do solo.



Fonte: Autora.

### 5.3.3 Contribuição da serapilheira para a manutenção dos sistemas agroflorestais

A camada de serapilheira responde pela maior parte dos nutrientes ciclados em ecossistemas florestais e agroflorestais tropicais (ANDRADE et al., 2003). Dessa forma, compreendendo a importância que a serapilheira representa para a região de estudo, realizou-se a comparação quanto as diferentes espessuras de serapilheira encontradas entre os sistemas agroflorestais estudados.

Os dados coletados de espessura de serapilheira dos seis SAF foram analisados estatisticamente através da análise de variância por meio da ANOVA (Tabela 7), seguido do Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Análise de variância (ANOVA) da camada de serapilheira nos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia. Em que: Significativo: 0 ‘\*\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*\*’ 0.01 ‘\*\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1.

	GL	SQ	QM	F	Valor-p
<b>Tratamento</b>	5	148.2	29.648	30.28	0.000000128****
<b>Resíduos</b>	24	23.5	0.979		
<b>Total</b>	29				

Fonte: Autora.

O SAF 3 obteve o melhor resultado quando comparado aos demais SAF, mas não houve diferença estatística do SAF 5, SAF1 e SAF 2. O SAF 4 foi o sistema que obteve a menor espessura de serapilheira entre os sistemas, mas foi similar estatisticamente do SAF 6, e este por sua vez, não apresentou diferença quando comparado aos SAF 5, 1 e 2 (Tabela 8).

Tabela 8. Espessura de serapilheira dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia, pelo Teste de Tukey.

SAF	$\bar{X}$ Espessura de serapilheira
SAF 3	8 a*
SAF 5	7,4 ab
SAF 1	6,4 ab
SAF 2	5,9 ab
SAF 6	3,6 bc
SAF 4	1,6 c

\*Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: Autora.

Nota-se que os maiores valores de espessura de serapilheira foram encontrados nos sistemas agroflorestais com manejo orgânico do solo (SAF 3, 5 e 1). A serapilheira do SAF 3 é composta pelos resíduos de podas de *Theobroma grandiflorum* Willd. Ex Spreng. Schum., material vegetal oriundo de roçadas de *Brachiaria* spp. e pela adubação verde nas entrelinhas de plantio através da utilização de *Pueraria phaseoloides* L., leguminosa fixadora de nitrogênio. A utilização da leguminosa caracteriza-se por ser uma prática muito realizada principalmente pelos agricultores e agricultoras pertencentes ao grupo dos orgânicos do Projeto RECA.

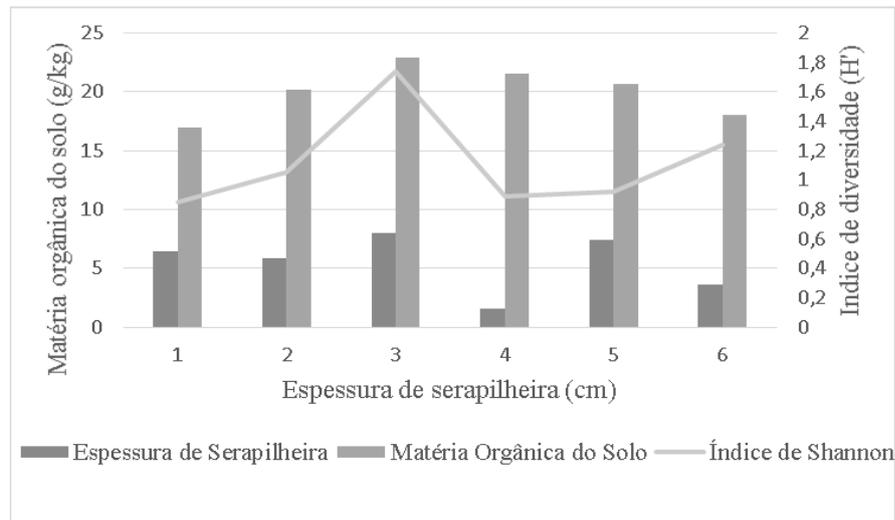
O SAF 1 corresponde ao sistema mais antigo do RECA (28 anos) e a cobertura do solo é composta pelo acúmulo do material vegetal oriundo da queda das árvores adultas e de podas de manutenção realizadas, além da utilização nas entrelinhas de plantio da *P. phaseoloides*. O SAF 5, um dos sistemas mais novos (1 ano), aposta na utilização da leguminosa para o recobrimento total da área.

Os demais sistemas agroflorestais estudados estão em fase de transição orgânica (SAF 2) ou utilizam o sistema convencional (SAF 4 e 6). O SAF 2 utiliza o controle de *Brachiaria* spp. com roçadas mensais e aplicação de herbicida, e a *P. phaseoloides* nas entrelinhas como adubação verde. Já o SAF 4 não utiliza nenhuma leguminosa como adubação verde, apenas realiza o controle da *Brachiaria* spp. com roçadas e aplicação anual de herbicida. O SAF 6, além do mesmo controle da *Brachiaria* spp. utiliza nas entrelinhas a leguminosa.

Nesse contexto, observa-se que a cobertura do solo e o manejo realizado nos SAF interferem na Matéria Orgânica do Solo (MOS), tendo em vista que no SAF 3, além da maior espessura de serapilheira (8 cm), apresentou o maior teor de MOS ( $22,9\text{g/kg}^{-1}$ ) entre as áreas e o maior índice de diversidade de espécies representada pelo Índice de Shannon ( $H' = 1,74$ ). Diante disso, supõe-se que a composição florística dos SAF, a cobertura do solo e o manejo realizado nas áreas, pode interferir na serapilheira e no teor de MOS (Figura 10).

Corroborando com o presente estudo, Caldeira et al. (2008) explicam que a quantidade de serapilheira sobre o solo varia em função da composição de espécies, da intensidade da cobertura florestal, do estágio sucessional, da idade, do tipo de floresta e do local. Além desses fatores, outros como condições edafoclimáticas, sítio, sub-bosque, manejo silvicultural, proporção de copa, também influenciam no acúmulo de serapilheira.

Figura 10. Acúmulo de matéria orgânica do solo, espessura de serapilheira e seus respectivos índices de diversidade entre os diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.



Fonte: Autora.

Observa-se que os teores de MOS podem estar relacionados a presença de *P. phaseoloides* em todos os sistemas, exceto no SAF 4. Segundo Amado et al. (2001), a inclusão de leguminosas fixadoras de nitrogênio contribui nos estoques de MOS, sendo uma estratégia que deve ser considerada como uma aliada ao manejo dos sistemas agroflorestais.

Já o SAF 4, apesar do considerado teor de MOS ( $21,51\text{g/kg}^1$ ), o manejo realizado na área é baseado no sistema convencional e, dessa forma, pode-se associar o teor de MOS elevado, a composição florística desse sistema, afinal, é o sistema que possui o maior número de espécies (11) e a cobertura do solo é composta de *Brachiaria* spp.

Nesse contexto, Brown e Lugo (1990) explicam que as gramíneas mantêm uma cobertura vegetal contínua sobre o solo, reduzindo as temperaturas do solo, e em geral, apresentam alta produtividade que acrescentam matéria orgânica ao solo.

No entanto, Luizão et al. (2009), observaram que as gramíneas melhoram as condições do solo apenas nos primeiros anos de produção. Alfaia (2004), em estudo realizado nos primeiros plantios de SAF do RECA, constatou que alguns agricultores decidiram introduzir cobertura de plantas leguminosas (principalmente *P. phaseoloides*) em seus sistemas de produção para resolver o problema de equilíbrio de nutrientes no solo.

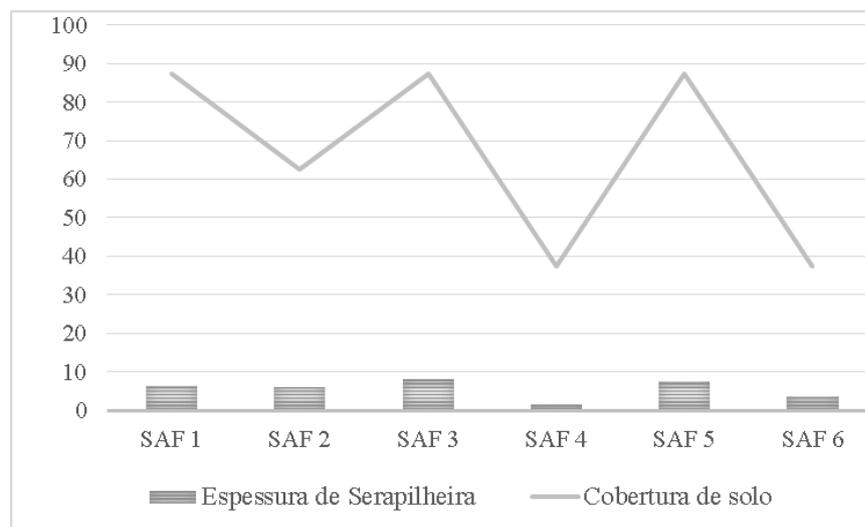
A *P. phaseoloides*, como verificado por Uguen (2001), apresentou alta produção de serapilheira em SAF, destacando que no presente estudo, nos sistemas com a presença da leguminosa também foi encontrado os maiores valores de espessura da serapilheira. Diante

disso, Luizão et al. (2009) afirmam que a presença de um cultivo de cobertura como a *P. phaseoloides*, que produz serapilheira abundante e de alta qualidade, possui grande importância na reabilitação da fertilidade do solo amazônico.

O manejo dos sistemas agroflorestais com cobertura de solo permanente é essencial para a manutenção da fertilidade do solo, e a serapilheira, é a principal via de transferência de matéria orgânica e outros elementos essenciais da vegetação para o solo florestal (VITAL et al., 2004).

Verificou-se ainda, a inexistência de solo exposto nas áreas de SAF, mantendo-o coberto em todas as áreas. No entanto, observa-se diferença quanto ao percentual de cobertura vegetal, com variação de 87,5 a 37,5%. Nos SAF sob manejo orgânico, ocorreu o predomínio do maior percentual de cobertura (87,5%). O menor percentual foi encontrado nos sistemas sob manejo convencional (37,5%) e o sistema em transição com 62,5% (Figura 11).

Figura 11. Cobertura do solo de Braun-Blanquet (1979) e a espessura de serapilheira dos diferentes Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.



Fonte: Autora.

Nota-se a influência da cobertura do solo na serapilheira, que por sua vez, representa segundo Luizão et al. (2004), a maior parte do suprimento nutricional das plantas no ecossistema amazônico. A elevada taxa de decomposição promove uma eficiente reciclagem de nutrientes e a manutenção dos sistemas sobre solos, em sua maioria pobres, muito intemperizados, ácidos e com baixas concentrações de nutrientes (DEMATTE, 2000), a floresta acaba sendo sua própria reserva de nutrientes (CALDEIRA et al., 2008).

Nesse contexto, observa-se que as práticas de manejo realizadas nos SAF, destacando a utilização de leguminosa associada à cobertura do solo, pode representar uma alternativa de fácil adoção e relevante para a fertilidade dos solos da região de estudo, principalmente nos primeiros anos de implantação dos Sistemas Agroflorestais.

#### 5.4 ANÁLISE FINANCEIRA DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Para a análise financeira dos SAF, foram consideradas as atividades de mão-de-obra e os insumos requeridos nas fases de implantação e manutenção dos sistemas agroflorestais mais antigos estudados (SAF 1 e 2), ambos para o período de 20 anos. As atividades se concentraram em amostragem de solo, limpeza da área, roçagem manual e semimecanizada, gradagem, destoca, aplicação de herbicida, plantio, replantio, capina, colheita, adubação química e orgânica, preparo de mudas, transporte dos frutos e podas de manutenção.

O custo da mão-de-obra foi calculado considerando uma remuneração diária de R\$60,00 para atividades rurais básicas e R\$120,00 para a aplicação de herbicida, representando o valor médio praticado na região do Estado de Rondônia. O valor de hora/máquina foi baseado no preço local, R\$180,00.

Em relação às receitas, os valores utilizados basearam-se nos utilizados na Cooperativa Agropecuária e Florestal do Projeto RECA (COOPER-RECA), sendo eles: 1) Frutos de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.: R\$1,50/kg, para os agricultores orgânicos (SAF 1) e, R\$1,30/kg para os convencionais (SAF 2); 2) Sementes de *Bactris gasipaes* (Kunth): R\$15,00/kg; 3) Sementes de *Bertholletia excelsa* Bonpl.: R\$45,00/lata; 4) Sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf.: R\$ 40,00/litro de óleo; 5) Palmito de *B. gasipaes*: R\$8,15/kg; 6) Sementes de *Carapa guianensis* Aubl.: R\$15,00 (lata); e 7) *Musa* spp.: R\$5,00/cacho. Apenas a *Musa* spp. não é comercializada no RECA e, por isso, o referido valor utilizado tomou como base o usual no comércio local.

A implantação de cada SAF ocorreu de duas maneiras distintas: no SAF 1 seguiu-se o modelo tradicionalmente adotado por agricultores amazônicos, dado à data de implantação do sistema (1990), mediante a retirada da floresta nativa através do processo de derruba e queima; já no SAF 2 (2008), foi realizado o preparo convencional do solo (destoca e gradagem) em substituição as práticas inicialmente empregadas, ocasionando maior custo de implantação devido a mecanização (horas/máquina) exigida.

O sistema de derruba e queima apresenta a vantagem de ser uma prática de baixo custo, facilmente aplicável para a limpeza de uma área e com pouca necessidade de mão de obra

(DENICH et al., 2004). Por outro lado, essa prática ocasiona a degradação do solo e redução da fertilidade, com a conseqüente diminuição da produtividade média dos cultivos, constituindo-se numa ameaça à sustentabilidade da agricultura familiar (BÖRNER et al., 2007; DAVIDSON et al., 2008). Sendo assim, os agricultores do RECA ao longo dos anos diminuíram essa prática e, atualmente, ela é quase inexistente.

Destaca-se que as receitas superaram os custos a partir do sexto e sétimo ano, no SAF 1 e 2, respectivamente, com uma tendência positiva até o último ano de avaliação. Os custos totais (mão de obra e insumos) acumulados nos vinte anos no SAF 1 foi de R\$65.432,64 e as receitas acumuladas ajustadas foram de R\$121.349,51 (Figura 12). No SAF 2, os custos totais foram de R\$55.802,64 e R\$113.628,80 de receitas (Figura 13).

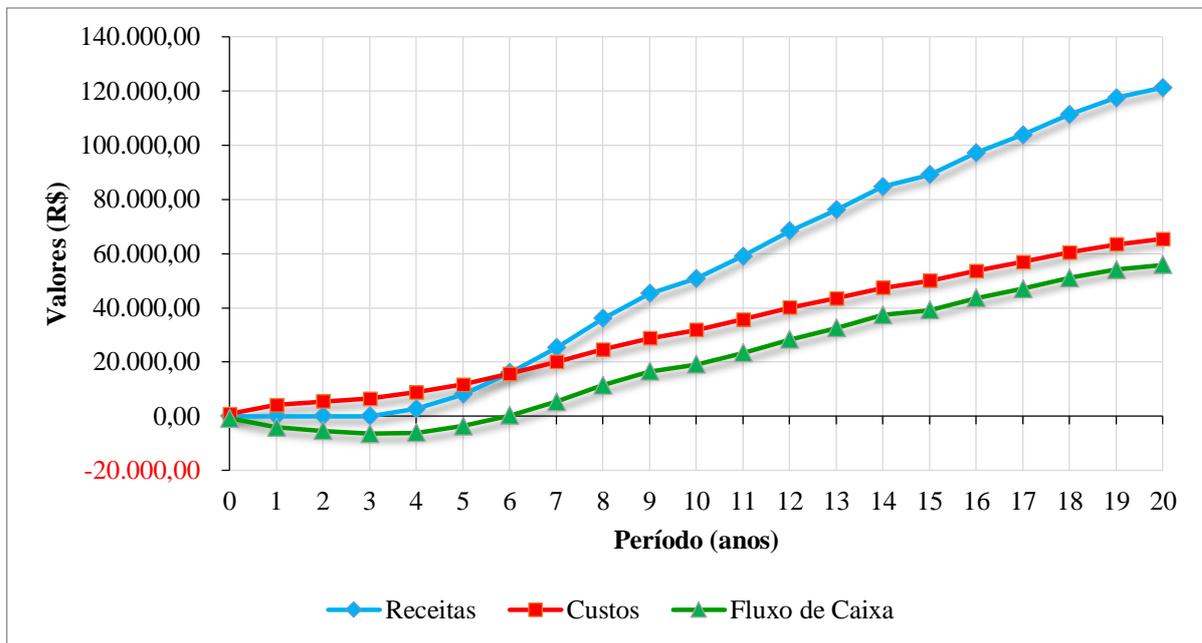
No SAF 1, os custos mostraram-se superiores quando comparados ao SAF 2 apesar do sistema de implantação distintos, ocasionado pela manutenção das áreas ao longo dos anos, principalmente pelas roçadas e podas das frutíferas. Esse sistema, inicialmente utilizava roçadas manuais na área e passou a realizar roçadas semimecanizadas, enquanto no SAF 2 permaneceu a utilização de herbicida além de roçadas semimecanizadas. No entanto, a diferença entre os custos ajustados ao longo dos 20 anos, corresponde a R\$9.630,00, o equivalente a R\$481,50/ano.

No SAF 1 não houve receitas nos anos iniciais, apenas a partir do quarto ano com a produção de *T. grandiflorum*. As receitas aumentaram gradativamente a partir do sétimo ano, atribuída ao aumento da produção dos frutos de *T. grandiflorum* e de sementes de *B. gasipaes*, e no décimo-segundo ano, a colheita das sementes da *B. excelsa*. Os custos permaneceram ao longo dos anos devido ao manejo realizado na área.

No SAF 2, os custos anuais apresentam uma tendência de estabilização a partir do nono ano. Nesta fase as despesas foram alocadas principalmente para a manutenção das espécies perenes, atribuídas principalmente às roçadas e a utilização de herbicida, adubação química e adubação verde.

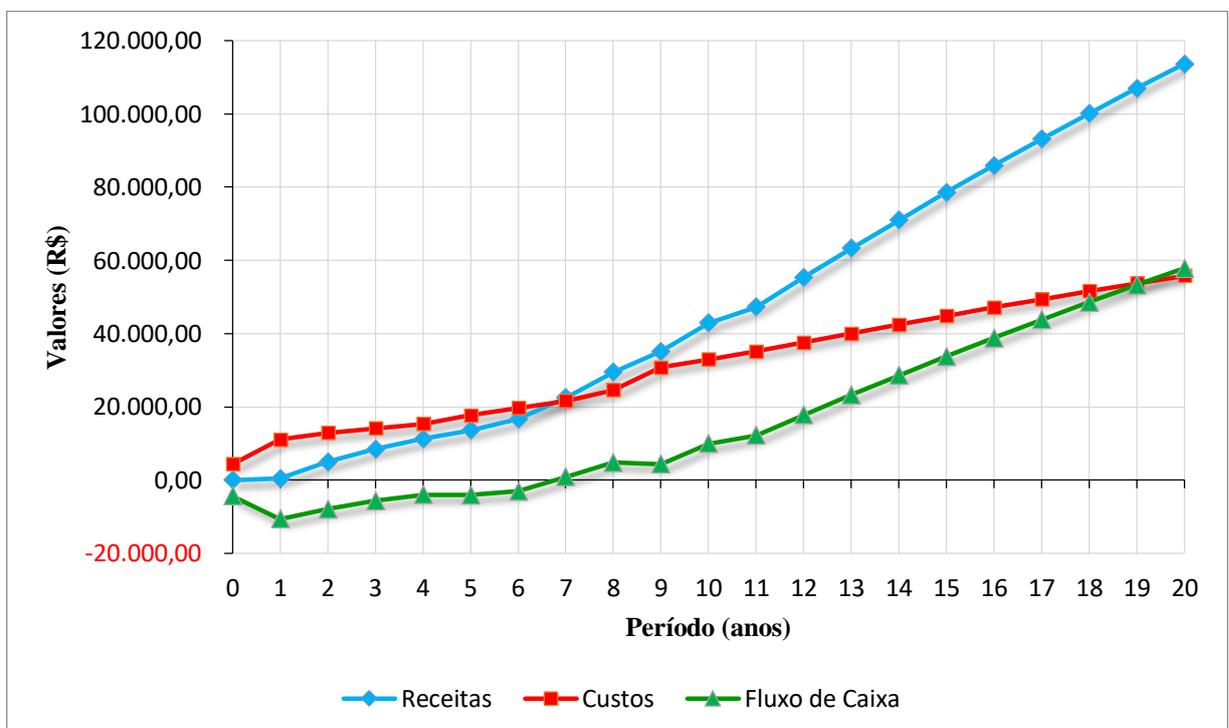
Analisando a dinâmica das receitas, verificou-se a geração de receitas em todos os anos no SAF 2, atribuída nos anos iniciais a produção de *Musa* spp. e do palmito de *B. gasipaes* a partir do primeiro e segundo ano, respectivamente. Os valores das receitas sofreram um aumento a partir do sexto ano, devido à produção de *T. grandiflorum* e das sementes de *B. gasipaes*, e no décimo-segundo ano, houve um forte aumento na geração de receitas com a produção das sementes de *C. guianensis*.

Figura 12. Receitas, custos e fluxo de caixa do primeiro Sistema Agroflorestal implantado do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.



Fonte: Autora.

Figura 13. Receitas, custos e fluxo de caixa do Sistema Agroflorestal com dez anos de implantação do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia.



Fonte: Autora.

O ponto mais importante a ser observado na manutenção dos SAF, é a quantidade de diárias necessárias em cada fase do sistema (ARCO-VERDE; AMARO, 2015). Dessa forma, é possível verificar, que a maioria das despesas com a manutenção dos SAF está alocada a mão de obra, somada à baixa mecanização na região e ao número de membros das famílias agricultoras (3 a 4 pessoas).

A demanda de mão de obra é o mais importante de todos os custos usados nas atividades agrícolas, principalmente em pequenas propriedades, onde a terra e o capital são limitados. Na análise financeira, a mão de obra familiar representa um custo de oportunidade, que varia de acordo com a época do ano (MACDICKEN; VERGARA, 1990).

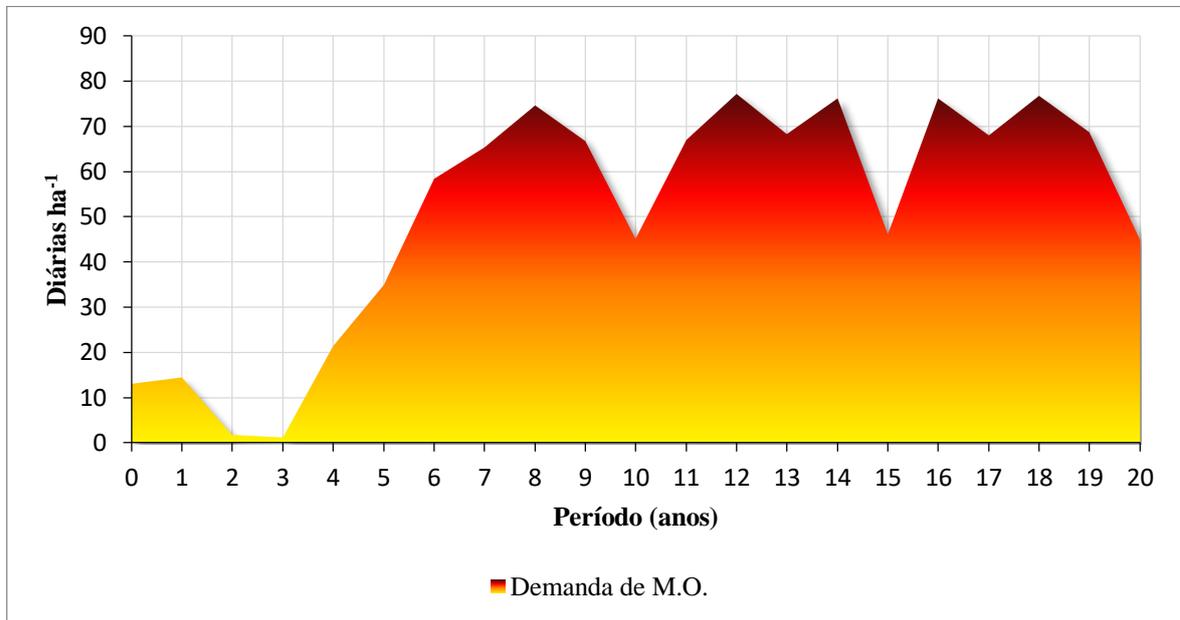
Observa-se que nos anos iniciais de implantação em ambos os SAF, a necessidade de mão de obra foi menor devido às práticas distintas utilizadas em cada sistema. No SAF 1, nota-se que houve diminuição na demanda de mão de obra no décimo ano e no décimo quinto ano (Figura 14) e no SAF 2 no oitavo ano, ocasionada pela queda de produção de *T. grandiflorum*, destacando que a maior parte dos custos referente a mão de obra estão direcionados às colheitas, podas fitossanitárias e adubações principalmente dessa espécie especificamente, além de roçadas (Figura 15).

A queda de produção de *T. grandiflorum* pode estar relacionada à baixa fertilidade dos solos e a exportação de nutrientes nas colheitas consecutivas dos frutos. Outro fator que pode estar relacionado à queda de produção, é a ocorrência de pragas e doenças comuns na região de estudo, conhecidas popularmente como broca do fruto do cupuaçuzeiro (*Conotrachelus humeropictus* Field) e a vassoura de bruxa, causada pelo fungo *Crinipellis pernicioso* (Stahel). Os SAF 1 e 2 possuem baixa incidência de ambas, mas somado a reduzida fertilidade do solo, pode acarretar na queda, haja vista a necessidade de manejo intenso e constante de podas fitossanitárias nas áreas.

Segundo Lopes e Silva (1998), a vassoura de bruxa e a broca do fruto, são os principais fatores limitantes da produção de *T. grandiflorum*, em função da amplitude e severidade de seus danos. A vassoura de bruxa se desenvolve em partes jovem da planta e inicialmente se observa um engrossamento dos ramos, aparecimento de muitos brotos laterais, ocorrendo posteriormente o secamento da brotação afetada, surgindo então a vassoura seca que é o sintoma característico da doença (SCARPARI et al., 2005).

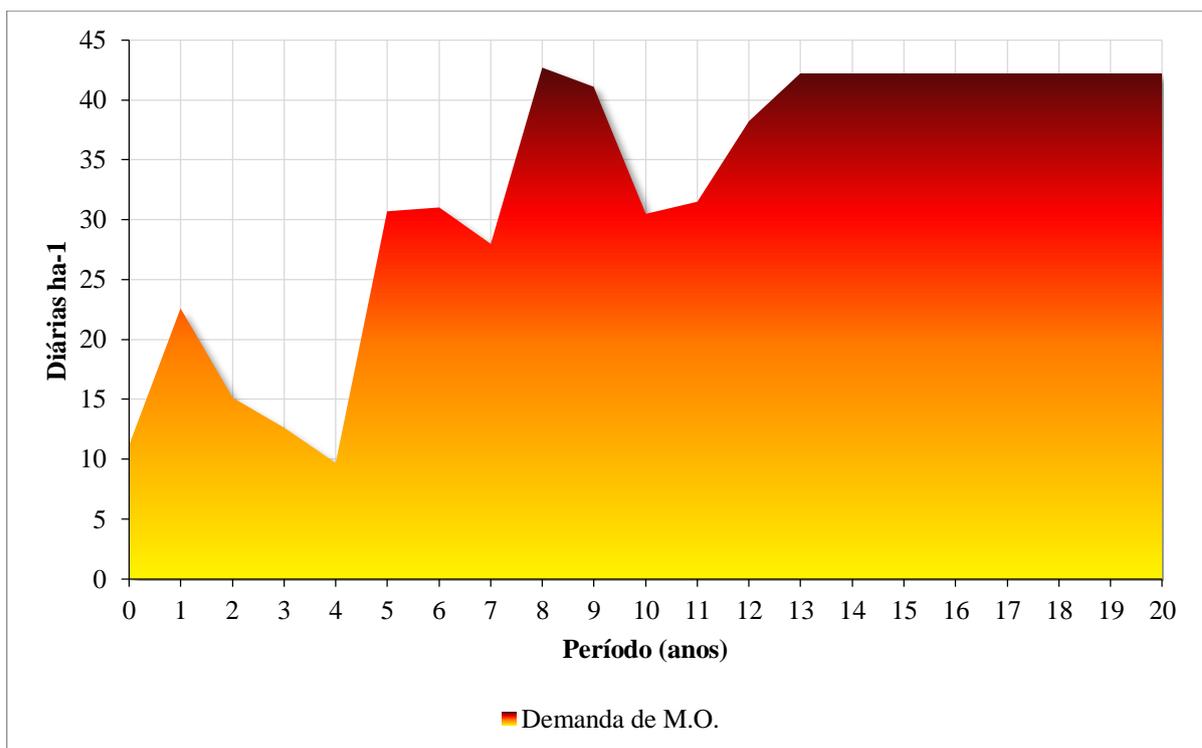
A broca do fruto é um besouro e seu ciclo de vida se inicia com a ovoposição da fêmea no interior do fruto. As larvas eclodem, se deslocam até as sementes e ao atingirem o crescimento máximo migram em direção à casca do fruto, abrindo um orifício de saída e caem no solo. O adulto emerge, acasala e efetua a ovoposição, repetindo o ciclo (SAID, 2011).

Figura 14. Demanda anual de mão de obra do primeiro Sistema Agroflorestal implantado do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia, durante 20 anos. Em que: Demanda de M.O. = Demanda de Mão de Obra.



Fonte: Autora.

Figura 15. Demanda anual de mão de obra do Sistema Agroflorestal com dez anos de implantação do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia, durante 20 anos. Em que: Demanda de M.O. = Demanda de Mão de Obra.



Fonte: Autora.

Os resultados dos indicadores financeiros confirmam a viabilidade financeira dos sistemas agroflorestais avaliados (Tabela 9).

Tabela 9. Indicadores financeiros dos Sistemas Agroflorestais amazônicos estudados do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado, Rondônia, para os períodos de 10 e 20 anos. Em que: Taxa mínima de atratividade (TMA); Taxa interna de retorno (TIR); Valor presente líquido (VPL); Relação benefício/custo (B/C); Tempo de recuperação do capital (payback descontado); Valor anual equivalente (VAE).

Avaliação financeira	SAF 1		SAF 2	
	10 anos	20 anos	10 anos	20 anos
TMA (juros)	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
TIR	28,88%	33,70%	15,53%	24,13%
VPL (R\$)	19.047,10	55.916,87	9.927,44	57.826,16
Relação B/C	1,6	1,9	1,3	2,0
Payback descontado	6,0	6,0	7,0	7,0
VAE (R\$)	2.176,30	3.586,91	1.134,30	3.709,38

Fonte: Autora.

A viabilidade econômica dos Sistemas Agroflorestais pelo método Valor Presente Líquido (VPL) é calculada pela diferença entre as receitas e custos atualizados de acordo com a taxa de desconto. No estudo, para o fluxo de caixa de 20 anos, o VPL calculado foi de R\$55.916,87 (SAF 1) e R\$57.826,16 (SAF 2), demonstrando que a atividade apresenta viabilidade econômica, com valor anual equivalente de R\$3.586,91 (SAF 1) e R\$3.709,38 (SAF 2) por hectare. A Taxa Interna de Retorno (TIR) encontrada foi de 33,70% (SAF 1) e 24,13% (SAF 2).

A relação benefício/custo observada indica que para cada R\$1,00 do custo absorvido pelo modelo, retorna R\$1,9 (SAF 1) e 2,0 (SAF 2) como benefício. Vale mencionar que o período de payback, também chamado tempo de retorno do investimento ou período de recuperação, é o tempo necessário para retornar o capital investido, sendo aos seis anos para o SAF 1 e para o SAF 2 aos sete anos de idade do sistema. Apesar desse período temporal para obter o retorno do capital investido, as famílias estão satisfeitas, principalmente pela garantia de venda da produção através da COOPER-RECA. Além da produção oriunda dos SAF, todas as famílias cultivam produtos agrícolas para a subsistência.

Os resultados obtidos na pesquisa corroboraram com os resultados de Oliveira et al. (2016) realizada em SAF de 25 anos no Projeto RECA, ambos analisados para o período de 10 a 20 anos. Os valores de VPL variaram entre R\$13.227,08 e R\$31.746,03 (10 e 20 anos, respectivamente) com valor anual equivalente de R\$1.754,81 e R\$2.656,5 por hectare. A TIR variou entre 30,52% e 34,54% e a relação B/C entre 1,4 e 1,6 a 5,5% a.a. O retorno do capital investido foi de seis anos.

Nota-se quanto a viabilidade financeira dos sistemas estudados, que o SAF 2 apresentou o VPL maior quando comparado ao SAF 1, levando em consideração o fluxo de caixa de 20 anos. No entanto, observa-se ainda, que no VPL aos 10 anos, o SAF 1 é superior ao SAF 2, ocasionado principalmente aos custos de implantação.

O maior VPL ao final dos 20 anos, pode estar relacionado à diversidade de espécies e, conseqüentemente, de produtos que os sistemas proporcionam, tendo em vista que o SAF 2 possibilitou a geração de renda em todos os anos de implantação e a partir do décimo-segundo ano, a *C. guianensis* inicia a sua produção, agregando mais valor às receitas obtidas.

Devido a sua composição, estrutura e possibilidade de produção diversificada durante quase o ano todo, os SAF constituem-se numa alternativa viável de manejo racional para Amazônia brasileira (SANTOS et al., 2004).

A prática de manejo nos sistemas agroflorestais, pode ser um fator determinante, interferindo não apenas na viabilidade financeira dos Sistemas Agroflorestais, mas na qualidade ambiental.

## **6 CONCLUSÃO**

Os Sistemas Agroflorestais estudados representam uma alternativa de produção sustentável, valorizando a agricultura familiar assentada em Rondônia e preservando a biodiversidade da Floresta Amazônica. As famílias apostam nos SAF como sua principal fonte de renda e conciliar um sistema produtivo com a manutenção dos recursos naturais, é um dos principais motivos da adoção agroflorestal.

A organização das famílias agricultoras através do Projeto RECA proporciona a viabilidade da comercialização dos produtos agroflorestais e garante o retorno financeiro aos agricultores e agricultoras familiares.

Os SAF possuem grande diversidade quanto a sua estrutura e possui diferentes arranjos agroflorestais, em virtude de a escolha das espécies de cada sistema ser de acordo com o

interesse dos agricultores e agricultoras familiares. Já quanto a composição florística dos SAF, não possui grande diversidade de espécies, variando de 3 a 11 espécies.

A *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum., representa a principal espécie dos SAF estudados, com grande potencial de geração de renda e de fornecimento de múltiplos produtos.

A fertilidade do solo está diretamente relacionada à cobertura vegetal, principalmente da serapilheira. O manejo realizado nas áreas pode exercer grande influência na disponibilidade de nutrientes do solo, devido às condições edafoclimáticas específicas da região amazônica. Técnicas de manejo como uso de plantas de cobertura, em especial de leguminosa, podem possibilitar a melhoria na manutenção da qualidade do solo, principalmente nos anos iniciais de implantação.

Os SAF com manejo orgânico do solo se destacaram, apresentando a maior cobertura do solo e espessura de serapilheira, reafirmando a importância das práticas agroecológicas para o desenvolvimento dos sistemas. Ao longo dos anos, a principal diferença em relação ao tempo de SAF pode ser o teor P no SAF 1 (28 anos), devido ao tempo de manejo sem revolvimento e a manutenção dos resíduos culturais na superfície.

Diante disso, destacam-se alguns pontos que devem ser levados em consideração quanto aos SAF estudados: 1) a diversidade de espécies contribui para maior obtenção de receitas a longo prazo; 2) a demanda de mão de obra é o principal custo dos sistemas; 3) a utilização de manejo adequado pode vir a minimizar os custos e contribuir para a sustentabilidade dos sistemas de produção na região Amazônica.

Considerando a hipótese principal deste trabalho, a cronologia de um Sistema Agroflorestal, bem como seu histórico de diversificação e práticas de manejo podem influenciar de forma positiva a qualidade e sustentabilidade do sistema, tanto pela geração de renda para as famílias agricultoras ao longo do tempo, quanto pela melhoria na fertilidade do solo, ocasionada principalmente, pela cobertura vegetal e manejo orgânico.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES**

Os Sistemas Agroflorestais amazônicos se destacaram especialmente quanto a sua função social, através da organização das famílias baseada no associativismo e cooperativismo presentes desde o início da fundação do Projeto RECA. Além disso, a Cooperativa Agropecuária e Florestal do Projeto RECA (COOPER-RECA), é responsável pela viabilização do beneficiamento e agregação de valor da produção agroflorestal, ao mesmo tempo em que

garante a geração de renda das famílias, se caracterizando como um forte mecanismo de fortalecimento e permanência da agricultura familiar no campo.

Na análise da função ecológica, foi possível realizar algumas constatações:

- a) Os SAF não possuem grande diversidade de espécies, se restringindo a seis espécies em média por sistema. Em contrapartida, não existe um único modelo de sistema agroflorestal no RECA, ou seja, a escolha das espécies e arranjos implantados em cada SAF é de acordo com o interesse de cada agricultor e agricultora, e por essa razão, os sistemas estudados são diferentes um do outro.
- b) Se recomenda, que as famílias invistam na diversificação de espécies nos SAF, principalmente para subsistência e retorno financeiro nos anos iniciais, não se limitando apenas a produção da *Musa ssp.* e de palmito pela *Bactris gasipaes* Kunth.
- c) Na fertilidade do solo, quanto aos atributos químicos, não houve grande variação entre os SAF, apesar da diferença cronológica. A qualidade do solo sofreu maior influência do manejo realizado nos sistemas agroflorestais, destacando os SAF com manejo orgânico com melhores resultados. No entanto, as práticas de manejo agroecológicas se basearam na utilização da leguminosa *Pueraria phaseoloides* L. para cobertura do solo, o que proporciona maior recobrimento da área apenas nos anos iniciais e não a longo prazo, devido ao sombreamento ocasionado pela evolução dos sistemas. Dessa forma, utilizar espécies produtoras de biomassa para cobertura vegetal do solo a longo prazo, é essencial.
- d) Práticas de melhorias da fertilidade do solo são necessárias, como a realização do manejo da *Musa ssp.*, além da condução de podas de manutenção nas demais espécies presentes nos SAF, juntamente com a incorporação de todo esse material vegetal oriundo tanto das podas fitossanitárias periódicas, quanto do manejo das bananeiras, como cobertura e adubação do solo.
- e) A compostagem pode representar uma alternativa para melhorar a qualidade do solo, além de reaproveitar os resíduos gerados pelo beneficiamento da produção na cooperativa.

Na análise financeira dos Sistemas Agroflorestais com 28 e 10 anos de implantação, se verificou que o retorno do capital investido é obtido aos seis e sete anos de idade. Entretanto, as famílias se mantem satisfeitas com a produção agroflorestal em virtude da garantia da comercialização dos produtos, e dos benefícios sociais e ambientais proporcionados a curto e longo prazo.

E por fim, se evidencia pela percepção dos agricultores e agricultoras, a importância que os SAF representam, visto como uma das únicas alternativas de sobrevivência da agricultura

familiar em Rondônia, frente a pressão da expansão agropecuária na Amazônia. Diante disso, incentivar e fortalecer os Sistemas Agroflorestais se torna imprescindível.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, São Paulo, v. dez. p. 50-59, 2008.

ABREU, L. S.; SANTOS, A.; WATANABE, M. A. Contribuição dos agricultores familiares da região sul da Amazônia brasileira à crise ecológica global. In: CANUTO, J. C. (Editor técnico). **Sistemas Agroflorestais: experiências e reflexões**, 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Cap. 6, p. 107-122.

AERTSENS, J.; De NOCKER, L.; GOBIN, A. Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. **Land Use Policy**, v. 31, p. 584–594, mar. 2013.

ALDRICH, S. P.; WALKER, R. T.; ARIMA, E. Y.; CALDAS, M. M.; BROWDER, J. O.; PERZ, S. “Land-Cover and Land-Use Change in the Brazilian Amazon: Smallholders, Ranchers, and Frontier Stratification.” **Economic Geography**, v. 82, n. 24, p. 265-288, 1 jul. 2006.

ALFAIA, S. S.; RIBEIRO, G. A.; NOBRE, A. D.; LUIZÃO R. C.; LUIZÃO, F. J. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in western Amazonia, **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 102, p. 409–414, 2004.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Expressão Popular, 2012. 400 p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.

ALVES, E. P.; SILVA, M. L.; OLIVEIRA, D.; NETO, S. N.; BARRELLA, T. P.; SANTOS, R. H. S. Análise econômica de um sistema de café-da banana de uma agricultura familiar na Zona da Mata Atlântica, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 3, p. 232-239, 2015.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L.; BRUM, A. 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, 2001.

AMARAL, E. F. do; MELO, W. F. de; OLIVEIRA, T. K. de. Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos da região de inserção do projeto RECA, Estados de Rondônia, Acre e Amazonas. **Embrapa Acre**, Rio Branco, 39p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa, 27), Jan. 2000. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAF-AC/7301/1/bp27.pdf>> Acesso em: 25 de mai. 2018.

ANA, Agência Nacional de Águas. Dados Hidrológicos. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br.>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

ANDRADE, A. G.; TAVARES, S. R. de L.; COUTINHO, H. L. da C. Contribuição da serapilheira para recuperação de áreas degradadas e para a manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 55-63, 2003.

ARAGÃO, L. E. O. C.; SHIMABUKURO, Y. E. The incidence of fire in Amazonian forests with implications for REDD. **Science**, v. 328, p. 1275–1278, 2010.

ARAGÃO, L. E. O. C. Environmental Science: The rainforest's water pump. **Nature**, v. 489, p. 217-8, 2012.

ARCO-VERDE, M. F., **Sustentabilidade Biofísica E Socioeconômica De Sistemas Agroflorestais Na Amazônia Brasileira**. 2008, 185 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.

ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. **Análise financeira de sistemas produtivos integrados**, Embrapa Florestas: Colombo, Paraná, 2014. 74 p.

ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C., Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Org.). **Metodologia para análise da viabilidade financeira e valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2015. cap. 30, p. 335-346.

ARIMA, E. Y.; BARRETO, P.; ARAÚJO, E.; SOARES-FILHO, B. Public policies can reduce tropical deforestation: Lessons and challenges from Brazil, **Land Use Policy**, v. 41, n. 9, p. 465-473, 2014.

ARMENTERAS, D.; GONZÁLEZ, T. M.; RETANA, J., Forest fragmentation and edge influence on fire occurrence and intensity under different management types in Amazon forests. **Biological Conservation**, v. 159, p. 73-79, 2012.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**, 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BALARINE, O. F. O. O uso da análise de investimentos em imobiliárias. **Revista Produção**, v. 14, n. 2, p. 47-57, 2004.

BAQUERO, H. I. Evaluación económica de proyectos agroforestales. In: **Taller sobre diseño estadístico y evaluación económica de proyectos agroforestales**. Curitiba: FAO para América Latina y Caribe, 1986. 142 p.

BARLOW, J. et al. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation, **Nature**, v. 535, p. 144–147, Jul. 2016.

BARLOW, J.; PERES, C. A. Fire-mediated dieback and compositional cascade in an Amazonian forest. **The Royal Society**, v. 363, n. 1498, p. 1787-1794, 2008.

BASA- Banco da Amazônia. PRONAF Floresta. Disponível em:  
<<http://www3.bancoamazonia.com.br/index.php/financiamentos1/floresta>> Acesso em: 24 de mai. 2018.

BATISH, D. R.; KOHLI, R. K.; JOSÉ, S.; SINGH, H. P. **Ecological basis of agroforestry**, CRC Press, Boca Raton, 2008. 400 p.

BERENGUER, E.; FERREIRA, J.; GARDNER, T. A.; ARAGÃO, L. E. O. C.; CAMARGO, P. B. de; CERRI, C. E.; DURIGAN, M.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; VIEIRA, I. C. G.; BARLOW, J. A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. **Global Change Biology**, v. 20, n. 12, p. 3713–3726, 2014.

BEZERRA, E. A Amazônia e o projeto nacional de desenvolvimento sustentado: Princípios. **Revista Teórica, Política e de Informação**, v. 90, p. 6-12, 2007.

BLASER, W. J.; OPPONG, J.; HART, S. P.; LANDOLT, J.; YEBOAH, E.; SIX, J. Climate-smart sustainable agriculture in low-to-intermediate shade agroforests. **Nature Ecology & Evolution**, v. 2, p. 1075–1079, 2018.

BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M. Análise florística e estrutural de sistemas silviagrícolas em Tome-Açu, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1139-1147, 2011.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Emtese**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005.

BÖRNER, J. Serviços ambientais e adoção de sistemas agroflorestais na Amazônia: elementos metodológicos para análises econômicas integradas. In: PORRO, R. (Edit. Tec.). **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 2. p. 411-433.

BÖRNER, J.; MENDOZA, A.; VOSTI, S., A. Ecosystem services, agriculture, and rural poverty in the Eastern Brazilian Amazon: interrelationships and policy prescriptions. **Ecological Economics**, v. 64, n. 2, p. 356-373, 2007.

BOWMAN, D. M. J. S.; BALCH, J. K.; ARTAXO, P.; BOND, W. J.; CARLSON, J. M.; COCHRANE, M. A.; D'ANTONIO, C. M.; DEFRIES, R. S.; DOYLE, J. C.; HARRISON, S. P.; JOHNSTON, F. H.; KEELEY, J. E.; KRAWCHUK, M. A.; KULL, C. A.; MARSTON, J. B.; MORITZ, M. A.; PRENTICE, I. C.; ROOS, C. I.; SCOTT, A. C.; SWETNAM, T. W.; WERF, G. R.; PYNE, S. J. Fire in the Earth System. **Science**, p. 481–484, Apr. 2009.

BRANCALION, P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. A critical analysis of the Native vegetation Protection Law of Brazil (2012): Updates and ongoing initiatives. **Natureza & Conservação**, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2016.

BRANDÃO A. J.; SOUZA C. J. Desmatamento nos Assentamentos de Reforma Agrária na Amazônia. O Estado da Amazônia. Belém: Imazon. 2006.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**: bases para el estudio de las comunidades. Trad. da 3.ed.rev.aum. Madrid: Blume, 1979. 820 p.

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**, v. 60, p. 67-76, 2009.

BROWN, S.; LUGO, A. E. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, p. 1-32, 1990.

BRUIJNZEEL, L. A. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees?. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 104, n. 1, p. 185-228, 2004.

BRUMER, A. Gênero e agricultura: a situação da mulher na agricultura do Rio Grande do Sul. **Revista Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 205-227, 2004.

CALDEIRA, M. V. W.; MARQUES, R.; SOARES, R. V.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em floresta ombrófila mista montana, Paraná. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R., Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.

CANUTO, J.C. **Sistemas Agroflorestais: experiências e reflexões**. Brasília, DF: Embrapa. 2017, 216 p.

CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília, DF: Embrapa-CNPQ, 1994. 640 p.

CARVALHO, P. E. R. Cerejeira da Amazônia Amburana acreana. Embrapa Colombo: Circular técnica, PR, 6 p. 2007.

CARVALHO, P. E. R. Cumaru-ferro (*Dipteryx odorata*). Comunicado técnico: Embrapa, Colombo, PR, 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPQ-2010/46374/1/CT225.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2018.

CASTRO, A. P.; FRAXE, T. J. P.; SANTIAGO, J. L.; MATOS, R. B.; PINTO, I. C. Os sistemas agroflorestais como alternativa de sustentabilidade em ecossistemas de várzea no Amazonas, **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 279-288, 2009.

COCHRANE, M.A.; BARBER, C.P. Climate change, human land use and future fires in the Amazon. **Global Change Biology**, v. 15, p. 601-612, 2009.

CORRÊA NETO, N. E. C.; MESSERSCHMIDT, N. M.; STEENBOCK, W. MONNERAT, P. F. **Agroflorestando o mundo de facão a trator**: gerando práxis agroflorestal em rede. Barra do Turvo: Cooperafloresta, 2016. 177 p.

COSTA, J. N. M. Sistema de produção para a cultura da banana no Estado de Rondônia, Porto Velho: Embrapa Rondônia, v. 29, 40 p. 2007. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/698838/sistema-de-producao-para-a-cultura-da-banana-no-estado-de-rondonia>>. Acesso em: 12 out. 2018.

CRAVO, M.S., SOUZA, A.G.C. Exportação de nutrientes por fruto de cupuaçuzeiro. In: XX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Universidade do Amazonas, Manaus, p. 632–633, 1996.

CRODA, J. P.; SORDI, E. A residência agroflorestral no Projeto RECA (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado). In: ROCHA, J. das D. de S.; ARANTES, A. C. V.; MEZACASA, R. (Orgs). **Residência Agroflorestral: uma experiência na Amazônia Brasileira, Rondônia**. São Leopoldo: Oikos, 2018. cap. 5, p. 70-91.

CULLEN JUNIOR, L.; GOMES, H. B.; LIMA, J. F.; CAMPOS, N.; BELTRAME, T. PAVAN.; MOSCOGLIATO, A. V.; RONCONI, E. Restauração de paisagens e desenvolvimento socioambiental em assentamentos rurais do Pontal do Paranapanema. **Revista Agriculturas**, v. 3, n. 3, p. 24-28, 2006.

DAVIDSON, E. A.; SÁ, T. D. A.; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEIREDO, R. O.; KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; ISHIDA, F. Y. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. **Global Change Biology**, v. 14, p. 998–1007, 2008.

DAVIDSON, E. A.; ARAÚJO, A. C.; ARTAXO, P.; BALCH, J. K.; BROWN, I. F.; BUSTAMANTE, M. M. C.; COE, M. T.; DE FRIES, R. S.; KELLER, M.; LONGO, M.; MUNGER, J. W.; SCHROEDER, W.; SOARES-FILHO, B. S.; SOUZA, C. M.; WOFSY, S. C. The Amazon Basin in Transition. **Nature**, n. 481, p. 321-328, 2012.

DE MARCO, P.; COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1245-55, 2004.

DELABIE, J. H. C.; JAHYNY, B.; NASCIMENTO, I. C.; MARIANO, S. F.; LACAU, S.; CAMPIOLO, S. Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic forest fauna of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity Conservation**, v.16, p. 2359-2384, 2007.

DEMATTE, J. L. I. Solos. In: SALATI, E.; ABSY, M. L; VICTORIA, R. L. (Ed). **Amazônia: Um ecossistema em transformação**. INPA: Manaus, Cap.6, p. 119-162, 2000.

DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. S. de A.; BLOCK, A.; KATO, O.R.; SÁ, T. D. de A.; LÜCKE, W.; VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: The experience from Eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 61, p. 91- 106, 2004.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997.

EMBRAPA, Sistema de produção de banana no Estado do Pará, Embrapa mandioca e fruticultura, Sistema de Produção, v. 8, 2. ed. 51 p. 2014.

FAGERHOLM, N., TORRALBA, M., BURGESS, P., PLIENINGER, T. A. Systematic map of ecosystem services assessments around European agroforestry. **Ecological Indicators**, v. 62, p. 47–65, 2016.

FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 27, p. 1097-1104, 2003.

FAO. Agroforestry for landscape restoration. Exploring the potential of agroforestry to enhance the sustainability and resilience of degraded landscapes, Food and Agriculture Organization of United Nations: Roma, 2017.

FARRELL J. G; ALTIERI, M. Sistemas Agroflorestais. In: ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável**. Guaíba: Agropecuária/AS-PTA, 2002.

FEARNSIDE, P. M. Degradação dos recursos naturais na Amazônia Brasileira: implicações para o uso de sistemas agroflorestais. In: PORRO, R. (Ed). **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 161-170, 2009.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Amazon forest in mitigating global warming: unresolved controversies. **Climate Policy**, v. 12, n. 1, p. 70 – 81, 2012.

FEARNSIDE, P. M. Challenges for sustainable development in Brazilian Amazonia. **Sustainable Development**, v. 26, ed. 2, p. 141-149, 2018.

FELFILI, M. J.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C. (Orgs). **Biogeografia do Bioma Cerrado. Vegetação e Solos da Chapada dos Veadeiros**. Universidade de Brasília- Finatec. Brasília, Brasil. 2007. 256 p.

FERNANDES, L. C. **Atlas Geoambiental de Rondônia**. SEDAM, 2002. 143 p.

FERNANDES, E. C. M. Agroforestería para paisajes productivos y sostenibles frente al cambio global. In: PORRO, R. (Ed). **Alternativa Agroflorestal na Amazônia em transformação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 123-160. 2009

FERRÃO, R. G; FONSECA; A. F. A da; BRAGANÇA, S. M; FERRÃO, M. A. G; MUNER, L. H. **Café Conilon**, Espírito Santo: Incaper, 2007.

FERREIRA, D. C. F.; POMPEU, G. S. S.; FONSECA, J. R. C. Sistemas agroflorestais comerciais em áreas de agricultores familiares no município de Altamira, Pará. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 104-116, 2014.

FERREIRA, D. C. F.; POMPEU, G. S. S.; FONSECA, J. R.; SANTOS, J. C. Sistemas agroflorestais comerciais em áreas de agricultores familiares no município de Altamira, Pará. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 3, p. 104-116, 2014.

FERREIRA, J.; BLANC, L.; KANASHIRO, M.; LEES, A. C.; BOURGOIN, C.; FREITAS, J. V.; GAMA, M. B.; LAURENT, F.; MARTINS, M. B.; MOURA, N.; OLIVEIRA, M. V.; SOTTA, E. D.; SOUZA, C. R.; RUSCHEL, A.; SCHWARTZ, G.; ZWERTS, J.; SIST, P. Degradação florestal na Amazônia: como ultrapassar os limites conceituais, científicos e técnicos para mudar esse cenário. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 29 p. 2015.

FLICK, U., **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405 p.

FONSECA, A.; JUSTINO, M.; CARDOSO, D.; RIBEIRO, J.; SALOMÃO, R.; SOUZA JR, C.; VERÍSSIMO, A., Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (junho 2018) SAD (p.1). Belém: Imazon, 2018.

FRANCA, R. R. Climatologia das chuvas de Rondônia-período 1981-2011. **Revista Geografias**, v. 1, n. 20, p. 44-58, 2015.

FRANKE, I. L.; ALVES, I. T. G.; SÁ, C. P.; SANTOS, J. C.; VALENTIM, J. F. Análise sócioeconômica dos agrosilvicultores do projeto de reflorestamento econômico consorciado e adensado (RECA), em Nova Califórnia, Rondônia. Acre: EMBRAPA, 20 p. 2005.

FRAZÃO, L. A.; PÍCCOLO, M. C.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P., Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 641-648, 2008.

FREITAS, I. C.; SANTOS, F. C. V.; CUSTÓDIO FILHO, R. O.; CORRECHEL, V.; SILVA, R. B. Agroecossistemas de produção familiar da Amazônia e seus impactos nos atributos do solo, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 17, n. 12, p. 1310–1317, 2013.

FREITAS, I. C.; SANTOS, F. C. V.; FILHO, R. O. C.; CORRECHEL, V. Qualidade da serapilheira em sistemas de produção familiar. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 46, n. 1, p. 31-38, 2016.

FREZATTI, F. **Orçamento empresarial, planejamento e controle gerencial**. São Paulo: Atlas, 2007.

FROUFE, L. C. M.; RACHWAL, M. F. G.; SEOANE, C. E. S. Potencial de sistemas agroflorestais multiestratos para sequestro de carbono em áreas de ocorrência de Floresta Atlântica. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 66, p. 143 - 154, 2011.

FROUFE, L.C.M.; SEOANE, C.E.S. Levantamento fitossociológico comparativo entre sistemas agroflorestais multiestratos e capoeiras como ferramentas para execução da Reserva Legal. **Pesquisa Florestal Brasileira (PFB)**, Embrapa Floresta, v. 31, n. 67, p. 203-225, 2011.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; VIANA, A. P.; SANTOS, G. A. Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações de eucalipto, em diferentes sítios da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1489-1499, 2008.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, 120 p.

GÖTSCH, E. Break-through in agriculture. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995.

GOULART, I. C. G.; OLIVAL, A. A.; VIDAL, E.; ARANTES, V. I. Fatores relacionados às práticas de manejo em sistemas agroflorestais sucessionais na região norte de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 2, p. 196-205, 2016.

- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.
- HEDIN, L. O.; VITOUSEK, P. M.; MATSON, P. A. Nutrient losses over four million years of tropical forest development. **Ecology**, v. 84, n. 9, p. 2231-2255, 2003.
- HELFENSTEIN, J.; KIENAST, F. Ecosystem service state and trends at the regional to national level: A rapid assessment. **Ecological Indicators**, n. 36, p. 11-18, 2014.
- HOMMA, A. K. O. Dinâmica dos sistemas agroflorestais: o caso da Colônia Agrícola de Tomé-Açu, Pará. **Revista Instituto de Estudos Superiores da Amazônia**, v. 2, p. 57-65, 2004.
- HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; NOBRE, C. A.; HACKLER, J. L.; LAWRENCE, K. T.; CHOMENTOWSKI, W. H. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. **Nature**, v. 302, p. 301-4, 2000.
- HUERTA, E.; RODRIGUEZ-OLAN, J.; EVIA-CASTILLO, I.; MONTEJO-MENESES, E.; CRUZ- MONDRAGON, M.; GARCIA-HERNANDEZ, R.; URIBE, S. Earthworms and soil properties in Tabasco Mexico. **European Journal Soil Biology**, v. 43, p. 190-195, 2007.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/panorama>>. Acesso em: 23 jul. 2018.
- KENT, M; COCKER, P. Vegetation description analyses. London: Behaven Press.1992. 363 p.
- KEVAN, P. G.; PHILLIPS, T. P. The economic impacts of pollinator declines: na approach to assessing the consequences. **Conservation Ecology**, v. 5, n. 1, 2001.
- KING, K. F. S. The history of agroforestry, **Agroforestry Systems**, p. 3-1, 1989.
- KUMAR, B. M.; NAIR, P. R. The enigma of tropical homegardens. **Agroforestry Systems**, v.61, n. 1-3, p.135-152, 2004.
- LENCI, L. H. V.; SOUZA, E. F. M.; MASCARENHAS, A. R. P.; TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SOARES, G. S. Aspectos fitossociológicos e indicadores da qualidade do solo em sistemas agroflorestais, **Nativa**, Sinop, v. 6, n. especial, p. 745-753, 2018.
- LOCATELLI. M. et al. Estudo do comportamento produtivo do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1, 1996, Manaus. Anais. Manaus: EMBRAPA/CPAA, 1996. p.160.
- LOPES, C. M.; SILVA, N. M. Impacto econômico da broca do cupuaçu, *Conotrachelus humeropictus* Field (Coleoptera: curculionidae) nos Estados do Amazonas e Rondônia. **Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 3, Londrina, sept. 1998.

- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Interpretação de Análise de Solo, Conceitos e Aplicações. Boletim técnico, n. 2, São Paulo: ANDA - Associação Nacional para o Difusão de Adubos, 64 p. 2004.
- LOPES, E. L. N.; FERNANDES, A. R.; GRIMALDI, C.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; SARRAZIN, M. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais, v. 1, p. 127, 2006.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; MEDEIROS-COSTA, J. T. de; CERQUEIRA, L. S. C. de; BEHR, N. **Palmeiras do Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Editora Plantarum. 1996. 55 p.
- LOUAH, L.; VISSER, M.; BLAIMONT, A.; CANNIÈRE, C. Barriers to the development of temperate agroforestry as an example of agroecological innovation: mainly a matter of cognitive lock-in?. **Land Use Policy**, v. 67, p. 86-97, 2017.
- LUCENA, H. D.; PARAENSE, V. C.; MANCEBO, C. H. A. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal com cacau e essências florestais de alto valor comercial em Altamira-PA. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 8, n. 1, p. 73-84, 2016.
- LUIZÃO, R. C. C.; LUIZÃO, F. J.; PAIVA, R. Q.; MONTEIRO, T. F.; SOUZA, L. S.; KRUIJT, B. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. **Global Change Biology**, v. 10, p. 592-600, 2004.
- LUIZÃO, F. J.; FEARNSIDE, P. M.; CERRI, C. E. P.; LEHMANN, J. A. Manutenção da Fertilidade do Solo em Sistemas Manejados na Amazônia. **Amazonia and Global Change**, v. 186, p. 311-336, 2009.
- MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. **Agroforestry: classification and management**. New York: Wiley, 1990. 382 p.
- 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 do Projeto RECA, em Porto Velho, Rondônia. **Revista de Estudos Sociais**, v. 19, n. 39, Cuiabá, MT, 2017.
- MAGALHÃES, L. M. S.; BLUM, W. E. H.; FERNANDES, N. P. Características edafonutricionais de plantios florestais na região de Manaus: crescimento de *Carapa guinensis* Aubl. em solos de diferentes texturas. **Acta Amazônia**, v. 16/17, p. 523-534, 1987.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Tradução Dana Moina Vianna. Editora UFPR. 2013. 261 p.
- MAKARIEVA, A. M. et al. Why does air passage over forest yield more rain? Examining the coupling between rainfall, pressure, and atmospheric moisture content. **Journal of Hydrometeorology**, v. 15, p. 411-26, 2014.
- MALHI, Y.; ROBERTS, J. T.; BETTS, R. A.; KILLEEN, T. J.; LI, W.; NOBRE, C. A. Climate change, deforestation and the fate of the Amazon. **Science**, v. 319, p. 169-72, 2008.

MELLO, A. F. Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável da Amazônia: O caso brasileiro. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, Coimbra, n. 107, p. 91-108, 2015.

MENEZES, J. M. T.; LEEUWEN, J. V.; VALERI, S. V.; CRUZ, M. C. P.; LEANDRO, R. C., Comparação entre solos sob uso agroflorestal e em florestas remanescentes adjacentes, no norte de Rondônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.893-898, 2008.

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com Sistemas Agroflorestais**: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga. Brasília, DF: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal - ICRAF. 2016. 266 p.

MILLER, R. P.; NAIR, P. K. R. Indigenous Agroforestry Systems in Amazonia: From Prehistory to Today. **Agroforestry Systems**, v. 66, n. 01, p. 151-164, 2006.

MOLUA, E. The economics of tropical agroforestry systems: the case of agroforestry farms in Cameroon. **Forest Policy and Economics**, v. 7, n. 2, p. 199 – 211, 2005.

MOURA, N. G.; LEES, A. C.; ANDRETTI, C. B.; DAVIS, B. J.; SOLAR, R. R.; ALEIXO, A.; BARLOW, J.; FERREIRA, J.; GARDNER, T. A. Avian biodiversity in multiple-use landscapes of the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 167, p. 339-348, 2013.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley e Sons, 1974. 547 p.

MUTUO, P. K.; CADISCH, G.; ALBRECHT, A.; PALM, C. A.; VERCHOR, M. Potential of agroforestry for carbon sequestration and mitigation of greenhouse gas emissions from soil in the tropics. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Amsterdam, v. 73, n. 1, p. 43 - 54, 2005.

NAIR, P. K. R. An introduction to Agroforestry. **Kluwer Academic Publishers**, 1993. 499 p.

NAIR, P. K. R. Agroecosystem management in the 21st century: it is time for a paradigm shift. **Journal of Tropical Agriculture**, v. 46, p. 1-12, 2008.

NAIR, P. K. R. Grand Challenges in Agroecology and Land Use Systems, *Environmental Science*, v.2, n.1, 2014.

NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M.; SOARES-FILHO, B.; MERRY, F. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 363, p. 1737-1746, 2008.

NOBRE, H. G.; SILVA, F. S. N.; OLIVEIRA, D. S.; BENEVIDES, P. R.; ARAÚJO, E. R. Agroecologia, sistemas agroflorestais e sua contribuição para a sustentabilidade no nordeste paraense. In: CANUTO, J.C. **Sistemas Agroflorestais**: experiências e reflexões. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

NORGROVE, L.; CSUZDI, C.; FORZI, F.; CANET, M.; GOUNES, J. Shifts in soil faunal community structure in shaded cacao agroforests and consequences for ecosystem function in Central Africa. **Tropical Ecology**, v. 50, p. 71-78, 2009.

OELBERMANN, M.; VORONEY, R. P.; THEVATHASAN, N. V.; GORDON, A. M.; KASS, D. C. L.; SCHLONVOIGT, A. M. Soil carbon dynamics and residue stabilization in a Costa Rican and southern Canadian alley cropping system. **Agroforestry System**, v. 68, p. 27-36, 2006.

OLIVEIRA, R. E.; CARVALHÃES, M. A. Agrofloresta como ferramenta de restauração em mata atlântica: Podemos encontrar espécies polivalentes? **Oecologia Australis**, v. 20, n. 4, p. 425 – 435, 2016.

OLIVEIRA, T. K.; ARCO-VERDE, M. F.; SILVA, D. V.; BARDALES, N. G. Descrição e análise financeira de um consórcio Agroflorestal com cupuaçu, pupunha e castanheira (Projeto RECA – Rondônia), Rio Branco, AC: Embrapa Acre, Comunicado técnico, 2016.

PALMER, M, W. **Ordination methods for ecologists**. 2005. Disponível em: <<http://ordination.okstate.edu>>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

PARRON, L. M.; RACHWAL, M. F. G.; MAIA, C. M. B. de F. Estoques de carbono no solo como indicador de serviços ambientais. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G; PRADO, R. B. (Ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícola e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa, p. 92-100, 2015.

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. 1999. 149 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

PERES, C. A.; GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; ZUANON, J.; MICHALSKI, F.; MENOS, C. A.; VIEIRA, I. C. G.; MOREIRA, F. M. S.; FEELEY, K. J. Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes. **Biological Conservation**, n. 143, p. 2314 – 2327, 2010.

PERUCHI, F. **Sistemas agroforestales y seguridad alimentaria: um estudio de caso en el Asentamiento Sepé Tiarajú**. 2014. 102 p. Tesina (Máster en Agroecología)-Universidad de Córdoba, Baeza, 2014.

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

POMPEU, G. S. S.; KATO, O. R.; ALMEIDA, R. H. C. Percepção de agricultores familiares e empresariais de Tomé-Açu, Pará, Brasil sobre os Sistemas de Agroflorestas. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 8, n. 3, p. 152-166, 2017.

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20/12/2018.

REED, M. S.; STRINGER, L.C. **Land degradation, desertification and climate change: anticipating, assessing and adapting to future change**. Earthscan/ Routledge, Taylor & Francis Group. Abingdon, United Kingdom, 1. ed. 2016. 184 p.

RIBEIRO, R. N. da S.; De SANTANA, A. C. TOURINHO M. M. Análise Exploratória da Socioeconomia de Sistemas Agroflorestais em Várzea Flúvio-Marinha, Cametá, Pará. **RER**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 133-152, 2004.

RIVEST, D.; OLIVIER, A.; LORENTE, M.; MESSIER, C. Soil biochemical properties and microbial resilience in agroforestry systems: Effects on wheat growth under controlled drought and flooding conditions. **Science of The Total Environment**, v. 51, n. 60, p. 463 - 464, 2013.

RONDÔNIA, **Boletim Climatológico de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, 2012. 34 p.

SÁ, T. D. de A.; SILVA, R. O. da. Para além do interdisciplinar: a agroecologia como uma perspectiva transdisciplinar para a agricultura na Amazônia. In: VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M. de; SANTOS JUNIOR, R. A. O. (Org.). **Ambiente e sociedade na Amazônia: uma abordagem interdisciplinar**. Rio de Janeiro: Garamond, p. 379-408, 2014.

SABOGAL, C.; ALMEIDA, E.; MEZA, A.; BRIENZA-JUNIOR, S. Reabilitação de áreas degradadas nas regiões amazônicas do Brasil e do Peru: revisão de iniciativas produtivas e lições aprendidas. In: PORRO, R. (Edit.). **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 349-377, 2009.

SAHA, J. K.; SINGH, A.B.; GANHESHAMURTY, A. N.; KUNDU, S.; BISWAS, A. K., Sulfur accumulation in vertsoil due to continuous gypsum application for six years and its effect on yield and biochemical constituents of soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v.164, p.317-320, 2001.

SAID, M. M. Aspectos culturais e potencial de uso do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng. Schum.) no Estado do Amazonas. 2011. 136 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia)- Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

SALMI, A. P.; DUERRA, J. G. M.; RISSO, J. A. M. Teores de nutrientes na biomassa aérea da leguminosa *Flemingia macropylla*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 1013-1017, 2009.

SANCHEZ, P.A., BANDY, D.E., VILLACHICA, J.H., NICHOLAIDES, I. Amazon basin soils: management for continuous crop production. **Science**, v. 216, p. 821-827, 1982.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 183- 189, 2009.

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; CUNHA, J. T. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 353 p.

SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. S.; TOURINHO, M. M. Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. **Acta Amazônia**, v. 34. n. 2, p. 251-263, 2004.

SCARPARI, L. M. MEINHARDT, L. W., MAZZAFERA, P., POMELLA, A. W. V., SCHIAVINATO, M. A., CASCARDO, J. C. M., PEREIRA, G. A. G. Biochemical changes during the development of witches' broom: the most important disease of cocoa in Brazil caused by *Crinipellis pernicios*a. **Journal of Experimental Botany**. p. 1-13, 2005.

SCHLINDWEIN, J. A.; COLETA, Q. P.; BRASILIANO, M. L.; CASAGRANDE, D.; MOLINE, E. F. V.; PEQUENO, P. L. L.; FIORELLI-PEREIRA, E. C. Fertilidade de solos em Rondônia. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA E EXTENSÃO RURAL, 2. 2008, Rolim de Moura. Anais, 2008.

SCHLINDWEIN, J. A.; MARCOLAN, A. L.; FIORELLI-PEREIRA, E. C.; PEQUENO, P. L. L.; MILITÃO, J. S. T. L. Solos de Rondônia: Usos e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciência da Amazônia**, Rolim de Moura, v. 1, n 1, 2012.

SCHROEDER, J. T.; SCHROEDER, I.; COSTA, R. P.; SHINODA, C. O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 182-190, 2005.

SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A.; VASCONCELOS, H. L.; C. GASCON, C.; ANNE-MARIE, N. I. Introdução: o papel da agrossilvicultura na conservação da biodiversidade em paisagens tropicais. **Conservação Agroflorestal e Biodiversidade em Paisagens Tropicais**, p. 1-12, 2004.

SEVILLA-GUZMÁN, E.; SOLER, M. M. Agroecología y Soberanía Alimentaria: alternativas a la globalización agroalimentaria. In: **Patrimonio Cultural en la Ruralidad Andaluza**. Sevilla, España: Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, p. 190-217, 2010.

SILVA, D. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A. H.; SOUZA, F. S.; MARTINS, S. G.; MACEDO, R. L. G. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. **Revista de Estudos Ambientais (online)**, Blumenau, v. 13, n. 1, p. 77 - 86, 2011.

SILVA, T. T.; DRUMOND, M. A.; BAKKE, I. A. Sistema agroflorestal em Nova Olinda, Ceará: Uma experiência de sucesso. **Revista Verde** (Pombal - PB - Brasil), v. 9, n. 3, p. 162-171, 2014.

SILVA, D. V.; OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, T. F.; SILVA, J. M. M. Combinação de espécies em sistemas agroflorestais no ramal baixa verde (Projeto RECA-Rondônia), 2016. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, Cuiabá – MT, 2016.

SILVA, J. A. **Perspectivas financeiras de sistemas agroflorestais ecológicos da Lapa-PR e Ribeirão Preto-SP**. 2016. 111 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento)-Universidade Federal do Paraná, 2016.

SIMULA, M. Towards defining forest degradation: Comparative analysis of existing definitions. **FAO Forest Resources Assessment** (Working Paper 154), Rome, 2009.

SMILEY, G. L.; KROSCHEL, J. Temporal change in carbon stocks of cocoa-gliricidia agroforests in Central Sulawesi. **Agroforestry System**, Indonesia, v. 73, p. 219-231, 2008.

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

SOARES, T. S.; CARVALHO, R. M. M. A.; VALE, A. B. Avaliação econômica de um povoamento de *Eucalyptus grandis* destinado a um multiproduto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 5, p. 689 – 694, 2003.

SOUZA, C. R. de; LIMA, R. M. B. de; AZEVEDO, C. P. de.; ROSSI, L. M. B. Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.). Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2006. 21 p.

SOUZA, A. L. T.; FONSECA, D. G.; LIBÓRIO, R. A.; TANAKA, M. O. Influence of riparian vegetation and forest structure on the water quality of rural low-order streams in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 298, p. 12-18, 2013a.

SOUZA, J., SIQUEIRA, J. V., SALES, M. H., FONSECA, A. V., RIBEIRO, J. G., NUMATA, I., COCHRANE, M. A., BARBER, C. P., ROBERTS, D. A., BARLOW, J. Ten-Year Landsat Classification of Deforestation and Forest Degradation in the Brazilian Amazon. **Remote Sens.** V. 5, p. 5493–5513, 2013b.

STACHIW, R. **Cartilha das Águas de Rondônia**. 1. ed. Rolim de Moura: Edição do Autor, 2017, v. 1, 48 p.

STEENBOCK, W.; SILVA, L. C.; SILVA, R. O.; RODRIGUES, A. S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. **Agrofloresta, ecologia e sociedade**. 1. ed. Curitiba: Kairós, 2013. 422 p.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, v. 67, n. 5, p. 1167-1179, 1986.

TOMÉ JR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solos**. Guaíba: Livraria e editora Agropecuária, 1997. 247 p.

TORRALBA, M., FAGERHOLM, N., BURGESS, P. J., MORENO, G., PLIENINGER, T. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services?: a meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 230, n. 16, p. 150–161, 2016.

TOURNEAU, F. M. L.; BURSZTYN, M. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. **Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 1. p. 111-130, 2010.

TROEH, F. R; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade dos Solos**. 6ª. ed. São Paulo: Andrei Editora, 2007. 718 p.

TRUMBORE, S.; BRANDO, P.; HARTMANN, H. Forest health and global change. **Science**, v. 829, p. 814–818, 2015.

TSONKOVA, P.; QUINKENSTEIN, A.; BÖHM, C.; FREESE, D.; SCHALLER, E. Ecosystem services assessment tool for agroforestry (ESAT-A): An approach to assess selected ecosystem services provided by alley cropping systems. **Ecological Indicators**, v. 45, p. 285–299, 2014.

UGUEN, K. Effect de la Qualité de Litière sur la Mineralization d'Azot du Sol en Systemes Agroforestiers, PhD. 2001.108 f. Université Paris VI, Paris, France, 2001.

VAL, A. L. Amazônia um bioma multinacional. **Ciência e Cultura**, v. 66, n. 3, São Paulo, 2014.

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.

VIEIRA, T. A.; ROSA, L. dos S.; MODESTO, R. da S.; SANTOS, M. M. Gênero e sistemas agroflorestais: o caso de igarapé-açu, Pará, Brasil. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 50, p. 143-154, 2008.

VITAL A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta Estacional semi-decidual em Zona Ripária. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

VOOREN, L. V.; B. REUBENS, B.; BROEKX, S.; PARDON, P.; REHEUL, D.; VANWINSEN, F; WAUTERS, E.; LAUWERS, L. Greening and producing: an economic assessment framework for integrating trees in cropping systems. **Agricultural Systems**, v. 148, p. 44-57, 2016.

WASTOWSKI, A. D.; ROSA, G. M. Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva (EDXRF). **Química Nova**, v. 33, p. 1449-1452, 2010.

WATANABE, M. A.; ABREU, L. S. **Estudo agroecológico de agricultores familiares de base ecológica no sudoeste da Amazônia (Ouro Preto do Oeste, Rondônia)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2010. 58 p.

WODA, C. Indicadores para serviços ambientais em sistemas agroflorestais: um estudo de caso no nordeste paraense. In: PORRO, R. (Ed.). **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação**. Brasília, DF: Embrapa, 2009.

YAHN FILHO, A. G. O conceito de Bacia de drenagem internacional no contexto do Tratado de cooperação amazônica e a questão hídrica. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 1, São Paulo, 2005.

ZANZINI, A. C. S. **Descritores Quantitativos de Riqueza e Diversidade de Espécies**.  
Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 43 p.

ZHANG, W.; RICKETTS, T.; KREMEN, C.; CARNEY, K.; SWINTON, S. Ecosystem services and dis- services to agriculture. **Ecological Economics**, v. 64, n. 2, p. 253-260, 2007.