

Universidade Federal
do Rio de Janeiro
Escola Politécnica



AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO E DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS SUCESSIONAIS: O CASO DA COOPERAFLORESTA

Daniel Firmo Kazay

Lara Angelo Oliveira

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Anderson Mululo Sato, D Sc.

Co-orientadora: Prof. Heloisa Teixeira Firmo, D Sc.

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2014

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO E DO PAGAMENTO POR
SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS SUCESSIONAIS: O
CASO DA COOPERAFLORRESTA**

Daniel Firmo Kazay
Lara Angelo Oliveira

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AMBIENTAL.

Examinada por:

Prof. Anderson Mululo Sato, D Sc.

Prof. Heloisa Teixeira Firmo, D Sc.

Prof. Jorge Henrique Alves Prodanoff, D Sc.

Leonardo de Carvalho Oliveira, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

FEVEREIRO DE 2014

Kazay, Daniel Firmo e Oliveira, Lara Angelo

Avaliação da Capacidade de Infiltração e do Pagamento por Serviços Ambientais em Sistemas Agroflorestais Sucessionais: o caso da Cooperafloresta / Daniel Firmo Kazay e Lara Angelo Oliveira. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2014.

xx, 168 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Prof. Anderson Mululo Sato, D. Sc.

Co-orientadora: Prof. Heloisa Teixeira Firmo, D. Sc.

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/Curso de Engenharia Ambiental, 2014.

Referencias Bibliográficas: p. 151-168.

1. Sistemas Agroflorestais. 2. Infiltração e manejo do solo.
4. Pagamento por Serviços Ambientais. I. Heloisa Teixeira, Firmo.
II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica,
Curso de Engenharia Ambiental. III. Título.



Ilustração por Patrícia Yamamoto e Lúcia Martins Campos (NOGUEIRA et al, 2012)

Agroflorestar

(por Lara Angelo Oliveira)

gente
e planta
a gente planta
tudo junto

o mundo fica bonito
a gente fica contente
tem comida pra todo mundo
terra, planta, bicho, ave... e gente

a gente cuida da terra
a terra cuida da gente

AGRADECIMENTOS LARA

À vida, a Deus, por iluminar e abençoar meus passos. Pela oportunidade de desfrutar de tantas vivências e trilhar caminhos com tamanhas experiências. Agradeço pelo privilégio de gerar a vida.

À minha família, por celebrarmos juntos cada passo e pelo suporte, que me faz estar concluindo esse ciclo e iniciando outros.

À minha Mãe, por me proporcionar tantos aprendizados, pelo amor incondicional e por todo o apoio na caminhada. Suas palavras, escuta, colo e cuidado são fundamentais pra mim. Agradeço por valorizar quem eu sou.

Ao meu Pai, por apoiar e vibrar com as nossas conquistas. Alegra-me e me orgulha me ver em você e te ver em mim.

À Lu, Luluca, Viviza, maninha, amiga, companheira, irmã, Luiza. Meus dias são mais alegres, meu riso é mais sincero e minha vida é mais leve e plena por te ter ao meu lado. Não tenho palavras para agradecer pela parceria de toda a vida e por saber que ainda temos a vida inteira.

À Aylinha, raio de sol que encanta meus dias, por me ensinar tanto com seu olhar atento, por todas as brincadeiras, histórias, teatros e cantorias.

Ao Daniel, pela parceria em toda minha trajetória na UFRJ e pela fantástica parceria nesse trabalho. Mais do que um parceiro, um grande amigo. É uma honra trabalhar, conviver e aprender tanto com você.

Ao Sato, por abraçar nossas ideias para essa pesquisa, pela confiança em nós e pela fantástica orientação, que muito contribuiu para a concretização desse trabalho.

A Heloisa, pela amizade e confiança construídas, pelo carinho na co-orientação deste trabalho e por apoiar incondicionalmente tantos outros sonhos que brotaram durante a minha graduação. Você é uma mestre, por sua humildade e seu gosto por aprender, por acreditar e confiar em seus alunos e, especialmente, por sua humanidade.

Aos membros da banca, especialmente ao Leonardo, pelas críticas que geraram inúmeras reflexões que contribuíram para o aprimoramento desse trabalho.

Aos agricultores e agricultoras da Cooperafloresta, que acreditam e trabalham para um bem maior. Especialmente ao Jackson, Pedro e Maria, Lucas e Dolíria, Edinaldo (“Nardo”) e Maria, Sezefredo, Ana Rosa e Alfredo, que nos acolheram e nos apoiaram durante a realização da pesquisa e, mais que isso, pelas infinitas trocas e saberes partilhados e por inspirarem o cuidado com a natureza e solidariedade. Agradeço também à Cooperafloresta, que viabilizou a logística da atividade em campo.

Ao Tomé, Rafinha e Leo, que foram essenciais na execução dos testes, pela companhia, pelas centenas de baldes carregados (com algumas toneladas de água), pelos olhares e partilhas, pelos “15” e “12” e, especialmente, pelas infinitas risadas que tornaram 15 horas de trabalho diárias menos exaustivas e, até mesmo, leves.

Aos muditas, Heloisa, Pedro, Daniel, Tomé, Caio, Lucas (“Mineiro”), Érika, Michel, Poeta por germinarem junto comigo o Mutirão de Agroecologia, MUDA. Ao Marcelo, Rafael, Lynna, Kelly, Tomás, Ágatha, Marina, Diego e tantos outros que deixaram um pouquinho de si. Agradeço pelas árvores, flores, borboletas, pássaros, minhocas, pela infinita biodiversidade que habita nosso espaço e pelas amizades que alegraram meus dias no Fundão. Agradeço pela formação de vida, cidadania, convivência e agroecologia, por darem mais sentido à Universidade; celebremos por todas as sementes plantadas e frutos colhidos, regando sempre

Aos colegas, amigos e amigas da Engenharia Ambiental, de tantas gerações, por darem vida e cores aos corredores do CT. Agradeço aos professores que me inspiraram por sua dedicação a arte pedagógica e a todos aqueles que contribuíram para minha formação. Agradeço também a UFRJ e a toda a sociedade; espero que esse trabalho seja o início da minha retribuição por terem viabilizado tantos aprendizados.

Aos parceiros, irmãos e irmãs do Capim-Limão/UFRJ, Boldinho/Unirio, Polígono/UFRJ, Raízes e Frutos/UFRJ, MAE/UFF, Casa da Bruxa/Unirio e a cada enzima catalizadora da Rede dos Grupos de Agroecologia, por todas as sementes e saberes partilhados, pela força do trabalho coletivo, por sonharmos e tecermos essa teia. Que a rede se fortaleça a cada dia e que plantemos as sementes da Agroecologia em solos férteis.

A todas e todos aqueles que plantam, colhem, sonham, resistem e lutam. Às irmãs e irmãos que cruzaram meu caminho e que me fizeram ser quem eu sou, minha gratidão é imensurável.

AGRADECIMENTOS DANIEL

Em primeiro lugar, agradeço minha parceira de trabalho Lara: Sua motivação inabalável, seu espírito crítico e sua capacidade de apreciar a beleza de cada momento foram fundamentais para a execução desse trabalho. Pessoalmente, esse convívio me permitiu achar forças em mim mesmo para a finalização da monografia. Em segundo lugar, agradeço o nosso orientador, Anderson Sato, pela confiança depositada em nós, coragem em orientar um trabalho não usual e todas as críticas de alta qualidade que fomentaram a coerência científica deste projeto final de estudos. Agradeço a nossa co-orientadora, Heloisa, pelas revisões, carinho e apoio incondicional a nós para a elaboração do trabalho. Agradeço aos membros da banca, especialmente, ao Leonardo pela enorme quantidade de críticas que permitiram novas reflexões sobre a temática.

Agradeço aos agricultores Pedro e Maria pela estadia em Barra do Turvo e pelo convívio de particular beleza proporcionado. Agradeço aos agricultores Lucas, Dólría, Reinaldo, Maria, Sezefredo, Ana Rosa e Alfredo que forneceram seus tempos e suas propriedades para a execução da pesquisa. Agradeço agricultor Jackson que foi fundamental para o primeiro contato com os agricultores envolvidos. Agradeço aos amigos Tomé, Leo e Rafinha que carregaram toneladas de água essenciais para a execução da campanha de campo. Agradeço a todos os professores que ajudaram na confecção da monografia, particularmente os professores Legey, Prodanoff e Theóphilo.

No tocante à minha formação superior, agradeço à sociedade brasileira por me permitir uma formação gratuita e de qualidade. Em segunda instância, agradeço às pessoas que influíram na minha formação universitária, representadas pelo professor Otto Corrêa Rotunno Filho.

No tocante à minha formação humana, faço questão de mencionar meus avós Sérgio, Solange, Gyorgy e Hannelore em nome de minhas origens Klein, Kohl, Celeste, Lyrio, Siqueira, Teixeira, Firmo e Kazay. Agradeço uma segunda vez a minha vó Solange por me ensinar a beleza das pequenas coisas, particularmente, das acácias e bem-te-vis. Ressalto o nome do meu avô Gyorgy Kazay, falecido durante a elaboração deste trabalho, cujo espírito amoroso e guerreiro me inspira e me inspirará por toda vida.

No capítulo dos vivos, faço especial menção a minha querida vó Hannelore, professora que muito me ensinou e muito ainda há de me ensinar sobre a vida, em suas dimensões poéticas e práticas.

No capítulo das duplas menções, re-menciono a professora Heloisa, agora como mãe, cujo apoio (pasmem) é ainda mais incondicional. Agradeço uma vez, mas na mesma intensidade, ao meu pai Eduardo, minha irmã Beatriz e meu irmão Ivan. Vocês compõem meu arquétipo.

Por fim, agradeço a todos amigos e amigas, que, como não tenho espaço para listar, prefiro vos agradecer em vida.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO E DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS SUCESSIONAIS: O CASO DA COOPERAFLORESTA.

Daniel Firmo Kazay e Lara Angelo Oliveira
Fevereiro/2014

Orientadores: Anderson Mululo Sato e Heloisa Teixeira Firmo

Curso: Engenharia Ambiental

Os Sistemas Agroflorestais fundamentam suas práticas na busca pela sustentabilidade agrícola e se assemelham às florestas naturais, aliando a produção de alimento ao plantio sucessional de espécies arbóreas. Logo, esses sistemas proveem uma gama de serviços ambientais que devem ser valorados e seus provedores/protetores devem ser remunerados. Nesse caminho, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) vem sendo utilizado, de modo a incentivar práticas conservacionistas.

Visto que o uso e cobertura do solo possui grande influência na infiltração, este trabalho visa avaliar e valorar os serviços ambientais providos pelos Sistemas Agroflorestais, no que tange à água, em propriedades de agricultores familiares associados à Cooperafloresta, em Barra do Turvo/SP. Para tal, foram realizados, em campo, testes de infiltração pelo método do infiltrômetro de duplo anel na propriedade de três famílias, sendo esses em três áreas de agrofloresta, com idades de 5, 10 e 15 anos, e em duas áreas de capoeira, com idades de 10 e 70 anos. De modo complementar, visando caracterizar as áreas de estudo e evidenciar as percepções dos agricultores quanto aos benefícios e desafios da prática agroflorestal, foram realizadas 5 entrevistas semi-estruturadas. Por fim, o Programa Produtor de Água da Agência Nacional das Águas (ANA) foi estudado para avaliar a elegibilidade e calcular o retorno monetário previsto aos agricultores agroflorestais contemplados neste trabalho.

A análise dos parâmetros da curva de infiltração ajustada não invalidou a hipótese de que a infiltração nas agroflorestas é maior ou igual àquela encontrada nas áreas de capoeira. Visto que esse resultado confluiu com as percepções dos agricultores, a hipótese foi confirmada. Através do Programa Produtor de Água, foram

calculados os valores anuais para o incentivo financeiro às famílias atribuindo às agroflorestas, no primeiro cálculo, a classificação de prática de conservação do solo e, no segundo, de floresta plantada muito bem manejada. Os resultados sugerem que se deve reconhecer, portanto, os Sistemas Agroflorestais, especialmente àqueles manejados por agricultores familiares, como agroecossistemas com elevada sustentabilidade. Portanto os Sistemas Agroflorestais devem ser considerados na elaboração de Programas de PSA e de Políticas Públicas que almejem a conservação florestal e a geração de renda nas áreas rurais.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais, Infiltração e manejo do solo, Pagamento por Serviços Ambientais.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

ASSESSMENT OF INFILTRATION CAPACITY AND OF PAYMENT FOR ENVIRONMENTAL SERVICES IN SUCCESSIONAL AGROFORESTRY SYSTEMS: THE CASE OF COOPERAFORESTA

Daniel Firmo Kazay e Lara Angelo Oliveira

Fevereiro/2014

Advisors: Anderson Mululo Sato e Heloisa Teixeira Firmo

Course: Engenharia Ambiental

The practices of Agroforestry Systems are based on the pursuit of agriculture sustainability. This type of system resembles natural forests, once it combines food production and plantation of arboreal species. Thus, these systems provide an array of environmental services which need to be estimated so as to remunerate their providers/protectors. Furthermore, the Payment for Environmental Services has been adopted to stimulate conservation practices.

Since the use and coverage of the soil has an important influence in infiltration, this work aims to assess and value the environmental services provided by the Agroforestry Systems. The study area was part of the property of family farmers associated to Cooperafloresta, in Barra do Turvo/SP. To this end, infiltration tests have been carried out by means of double ring infiltrometer, The tests have taken place in three areas of agroforestry with ages of 5, 10 and 15 years and in two areas of natural regeneration of 10 and 70 years. In addition, aiming to characterize the studied areas and evaluate the farmers' perception of the environmental services of the agroforestry, 5 semi-structured interviews have been made. Lastly, the National Water Agency's Program "Produtor de Água" has been studied so as to calculate the expected income of the agroforestry farmers, subjects of this study.

The analysis of the parameters of the adjusted infiltration curve not invalidates the hypothesis that the infiltration in the agroforestry is superior or equal when compared to the one found in area of natural regeneration. By means of the Program "Produtor de Água", financial incentives to three family farmers have been estimated. In conclusion, Agroforestry Systems, specially handled by family farming, must be recognized as agro-ecosystems with elevated sustainability. Lastly, these systems have to be considered in Programs of Payments for Environmental Services (PES) and Public Politics that aim at forest conservation and income generation in rural areas.

Keywords: Agroforestry Systems, Infiltration and soil management, Payment for Environmental Services.

Sumário

Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xviii
Lista de Equações	xix
Lista de Apêndices	xx
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
I.1 – Motivação	1
I.2. – Objetivos	3
I.3 – Estrutura do trabalho	3
CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
II.1 – Água, Solo e Comunidades	5
II.1.1 – Água e cultura.....	5
II.1.2 – Ciclo Hidrológico	6
II.1.3 – Hidrologia dos solos.....	10
II.1.4 – O papel da cobertura vegetal na dinâmica hidrológica dos solos	26
II.2 – Agroecossistemas	30
II.2.1 – Agroecossistema em desequilíbrio.....	33
II.2.2 – Sustentabilidade agrícola.....	37
II.3 – Sistemas Agroflorestais.....	41
II.3.1 – Conceito e Fundamentos	41
II.3.2 – A Cooperafloresta	52
II.3.3 – A prática na Cooperafloresta.....	53
II.4 – Pagamento por Serviços Ambientais.....	66
II.4.1 – Serviços ecossistêmicos e ambientais	66
II.4.2 – Valoração econômica e instrumentos de gestão ambiental.....	70
II.4.3 – Pagamento por Serviços Ambientais e Políticas Públicas	74
II.4.4 – Programa Produtor de Água	78
CAPÍTULO III – ÁREA DE ESTUDO.....	83
III.1 – Caracterização da área de estudo.....	83
III.2 – O Vale do Ribeira e a Barra do Turvo.....	87
III.3 – Famílias da Cooperafloresta.....	97
CAPÍTULO IV – MATERIAIS E MÉTODOS	102
IV.1 – Delineamento experimental.....	102
IV.2 – Áreas Amostrais.....	104
IV.2.1 – Áreas de agrofloresta: 5, 10 e 15 anos	106
IV.2.2 – Áreas de capoeira: 10 e 70 anos (testemunha)	112

IV.3 – Capacidade de infiltração.....	115
IV.3.1 – Campanha de campo	115
IV.3.2 – Análise dos dados	118
IV.4 – Pesquisa qualitativa	122
IV.5 – Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)	124
CAPÍTULO V – RESULTADOS E DISCUSSÃO	126
V.1 – Capacidade de Infiltração.....	126
V.2 – Pesquisa Qualitativa	137
V.3 – Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)	143
CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO	147
CAPÍTULO VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS	149
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	151
APÊNDICES.....	169

Lista de Figuras

FIGURA 1: CICLO HIDROLÓGICO. (FONTE: USGS, 2014) -----	7
FIGURA 2: QUANTIFICAÇÃO DOS FLUXOS E RESERVATÓRIOS DO CICLO HIDROLÓGICO. DADOS EM GEOGRAMAS (10 ²⁰ GRAMAS). (FONTE: ODUM, 2001) ----	8
FIGURA 3- DISTINÇÃO ENTRE A VAZÃO DE BASE E O RUNOFF EM UM HIDROGRAMA (FONTE:SATO, 2012) -----	10
FIGURA 4: SENSIBILIDADE DA FUNÇÃO DE HORTON (1939) FRENTE AOS SEUS TRÊS PARÂMETROS. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)-----	15
FIGURA 5: SENSIBILIDADE DA EQUAÇÃO 20 FRENTE AOS SEUS DOIS PARÂMETROS. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)-----	18
FIGURA 6: ILUSTRAÇÃO DO PROCESSO DE ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS A E B (KOSTYAKOV, 1932). (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)-----	20
FIGURA 7: ESQUEMA DE UM INFILTRÔMETRO DO TIPO ASPERSOR (POTT E DE MARIA, 2003) -----	22
FIGURA 8: ESQUEMA DE UM PERMEÂMETRO (DOS SANTOS, 2005) -----	23
FIGURA 9: INFILTRÔMETRO DE DUPLO ANEL EM USO. (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)-----	24
FIGURA 10: SISTEMA DE PRODUÇÃO EM DESEQUILÍBRIO. (FONTE: CALDEIRA; CHAVES, 2010) -----	34
FIGURA 11: DEZ CARACTERÍSTICAS DA AGRICULTURA FAMILIAR. (ADAPTADA DE: VAN DER PLOEG, 2013)-----	40
FIGURA 12: SISTEMAS AGROFLORESTAIS, A AGRICULTURA E A FLORESTA EM COOPERAÇÃO. (FONTE: CALDEIRA; CHAVES, 2010) -----	44
FIGURA 13: CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES NA SUCESSÃO NATURAL: PIONEIRAS (OU COLONIZADORAS), SECUNDÁRIAS COM CICLO DE VIDA CURTO, MÉDIO E LONGO E PRIMÁRIAS (SISTEMA ADULTO). (ADAPTADO DE: PENEIREIRO <i>ET AL.</i> , 2009) ----	48
FIGURA 14: OS SISTEMAS QUE SE SEGUEM NA SUCESSÃO NATURAL E O AUMENTO DA QUANTIDADE E QUALIDADE DE VIDA CONSOLIDADA, ASSIM COMO A SUBSTITUIÇÃO DAS ESPÉCIES EM CADA SISTEMA OU CONSÓRCIO. (ELABORADO POR ERNST GÖTSCH – ADAPTADO DE: VAZ, 2003)-----	49
FIGURA 15: O AGRICULTOR DAMIÃO, ATRAVESSANDO UMA AGROFLORESTA NA TIROLESA – TECNOLOGIA IDEALIZADA POR ELE PARA O TRANSPORTE DE CARGA E DE PESSOAS. (FONTE: ARQUIVO PESSOAL) -----	54
FIGURA 16: O AGRICULTOR AGROFLORESTAL PEDRO E A PENCA DE BANANA PRODUZIDA EM SUA AGROFLORESTA. (FONTE: ARQUIVO PESSOAL) -----	55
FIGURA 17: PRINCIPAIS PRODUTOS COMERCIALIZADOS PELA COOPERAFLORRESTA, ENTRE OS ANOS DE 2009 E 2013. NOTA: A CATEGORIA OUTROS REPRESENTA OS PRODUTOS QUE NÃO ALCANÇARAM MAIS DE 1% DA PRODUÇÃO TOTAL. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA – DADOS FORNECIDOS PELA EQUIPE DE COMERCIALIZAÇÃO DA COOPERAFLORRESTA)-----	56
FIGURA 18: PODA DE ÁRVORE INTEIRA PELO AGRICULTOR JACKSON. (FONTE: ARQUIVO PESSOAL)-----	59
FIGURA 19: LINHAS DE TRONCOS (OU “BERÇOS”), PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO PLANTIO. NA FOTO DA ESQUERDA, O AGRICULTOR AGROFLORESTAL AFONSO. (FONTE: ARQUIVO PESSOAL)-----	60
FIGURA 20: CAPIM CORTADO PARA A COBERTURA DA LINHA DE PLANTIO (OU “BERÇO”). (FONTE: ARQUIVO PESSOAL)-----	61
FIGURA 21: PLANTIO AGROFLORESTAL EM ESTÁGIO INICIAL (À FRENTE), BANANEIRAS (À DIREITA) E CAPOEIRA (AO FUNDO). (FONTE: ARQUIVO PESSOAL) -----	63

FIGURA 22: MUTIRÃO REALIZADO NO BAIRRO AREIA BRANCA, EM BARRA DO TURVO/SP. (FONTE: ARQUIVO PESSOAL)-----	64
FIGURA 23: LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO VALE DO RIBEIRA. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)	83
FIGURA 24: VARIAÇÃO SAZONAL DAS PRECIPITAÇÕES. SÉRIE DE DADOS DIÁRIOS DA ESTAÇÃO DE BARRA DO TURVO OPERADA PELO DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DE SÃO PAULO (DE 1969 A 2000). (ELABORAÇÃO PRÓPRIA - DADOS DE HIDROWEB, 2014)-----	84
FIGURA 25: PAISAGEM EM BARRA DO TURVO, FORMANDO UM MOSAICO COMPOSTO POR FLORESTA EM REGENERAÇÃO, PLANTAÇÃO DE EUCALIPTO E PASTAGEM. (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)-----	87
FIGURA 26: ENCOSTAS DESMATADAS, AUSÊNCIA DE MATA CILIAR E MADEIRAS DE <i>PINUS SP.</i> CORTADAS E EMPILHADAS. (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)-----	88
FIGURA 27: MATA CILIAR PRESERVADA. (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)-----	88
FIGURA 28: PAISAGEM EM BARRA DO TURVO, COMPOSTA POR FLORESTA EM REGENERAÇÃO NOS CUMES, ÁREA DESMATADA PELO USO DO FOGO E BANANAL. (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)-----	89
FIGURA 29: RIO TURVO, DESMATAMENTO E OCUPAÇÃO HUMANA, EM BARRA DO TURVO/SP. (FONTE: BIN, 2010)-----	90
FIGURA 30: MOSAICO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO JACUPIRANGA. NOTA: ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA), RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (RDS) E RESERVA EXTRATIVISTA (RESEX). (ADAPTADO DE: BIM, 2010)-----	92
FIGURA 31: RIO PARDO E A PONTE DE ACESSO AO BAIRRO AREIA BRANCA, EM BARRA DO TURVO/SP. (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)-----	93
FIGURA 32: CIDADE DE BARRA DO TURVO, CONFLUÊNCIA DO RIO PARDO E RIO TURVO. (BIN, 2010)-----	95
FIGURA 33: PLACA DO PROJETO AGROFLORESTAR DA COOPERAFLORISTA, NA ESTRADA QUE DÁ ACESSO À BARRA DO TURVO, PARTINDO DA BR-116. (FONTE: ARQUIVO PESSOAL)-----	96
FIGURA 34: MAPEAMENTO GEORREFERENCIADO DA PROPRIEDADE DE DOLÍRIA E NELMA. AS AGROFLORESTAS A, B, C, D E E SÃO AGROFLORESTAS COM DIFERENTES DATAS DE IMPLANTAÇÃO (TABELA 5); AS CAPOEIRAS GROSSAS A E B SÃO FLORESTAS SECUNDÁRIAS EM ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO. (FONTE: COOPERAFLORISTA, 2011)-----	97
FIGURA 35: DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO USO E MANEJO DO SOLO DA PROPRIEDADE DE DOLÍRIA E NELMA. (FONTE: COOPERAFLORISTA, 2011)-----	98
FIGURA 36: MAPEAMENTO GEORREFERENCIADO DA PROPRIEDADE DE NARDO E MARIA. AS AGROFLORESTAS A E B SÃO AGROFLORESTAS COM DIFERENTES DATAS DE IMPLANTAÇÃO (TABELA 6); AS CAPOEIRAS FINA E GROSSA SÃO FLORESTAS SECUNDÁRIAS, RESPECTIVAMENTE, EM ESTÁGIO INICIAL E MÉDIO DE REGENERAÇÃO. (FONTE: COOPERAFLORISTA, 2011)-----	99
FIGURA 37: DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO USO E MANEJO DO SOLO DA PROPRIEDADE DE NARDO E MARIA. (FONTE: COOPERAFLORISTA, 2011)-----	99
FIGURA 38: MAPEAMENTO GEORREFERENCIADO DA PROPRIEDADE DE SEZEFREDO E ANA ROSA. AS AGROFLORESTAS A, B, C E D SÃO AGROFLORESTAS COM DIFERENTES DATAS DE IMPLANTAÇÃO (TABELA 7); A CAPOEIRA FINA SÃO FLORESTAS SECUNDÁRIAS, RESPECTIVAMENTE, EM ESTÁGIO AVANÇADO E INICIAL DE REGENERAÇÃO. (FONTE: COOPERAFLORISTA, 2011)	100

FIGURA 39: DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO USO E MANEJO DO SOLO DA PROPRIEDADE DE SEZEFREDO E ANA ROSA. (FONTE: COOPERAFLORRESTA, 2011)	101
FIGURA 40: REPRESENTAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS, E SUAS REPETIÇÕES, NAS PROPRIEDADES. SEZ = NOME DO PROPRIETÁRIO: SEZEFREDO; NAR = NOME DO PROPRIETÁRIO: REINALDO; DOL = NOME DO PROPRIETÁRIO: DOLÍRIA.	103
FIGURA 41: MAPA ILUSTRATIVO DAS PROPRIEDADES, COM OS RESPECTIVOS TRATAMENTOS. (ADAPTADO DE: SCHWIDERKE, 2012)	103
FIGURA 42: COMPOSIÇÃO TEXTURAL MÉDIA NAS CAMADAS ESTUDADAS POR SHTORACHE (2013).	104
FIGURA 43: LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)	106
FIGURA 44: DADOS DA ESTAÇÃO INMET “BARRA DO TURVO” PARA PRECIPITAÇÃO DIÁRIA AO LONGO DOS DIAS DE PESQUISA. (ADAPTADO DE: INMET, 2014)	107
FIGURA 45: ÁREA DE AGROFLORESTA DE 5 ANOS NA PROPRIEDADE DA DOLÍRIA (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)	109
FIGURA 46: ÁREA DE AGROFLORESTA DE 10 ANOS NA PROPRIEDADE DO NARDO (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)	110
FIGURA 47: ÁREA DE AGROFLORESTA DE 15 ANOS NA PROPRIEDADE DO SEZEFREDO (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)	111
FIGURA 48: ÁREA DE CAPOEIRA DE 10 ANOS NA PROPRIEDADE DA DOLÍRIA (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)	113
FIGURA 49: ÁREA DE CAPOEIRA DE 70 ANOS NA PROPRIEDADE DO SEZEFREDO (POR LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)	114
FIGURA 50: ANÉIS, DISCO E MARRETA UTILIZADOS. (FONTE: LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013).	116
FIGURA 51: FIXAÇÃO DOS ANÉIS. (FONTE: LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)	117
FIGURA 52: EXECUÇÃO DOS TESTES (FONTE: LARA A. OLIVEIRA, EM DEZEMBRO DE 2013)	118
FIGURA 53: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATAMENTO DOS DADOS. FONTE DA IMAGEM “ANÁLISES ESTATÍSTICAS (TESTE “T” DE STUDENT E WILCOXON)”: (UFPA, 2014). (ELABORAÇÃO PRÓPRIA)	121
FIGURA 54: DADOS DOS TESTES DE INFILTRAÇÃO RELATIVOS AOS ENSAIOS EM AGROFLORESTA DE 5 ANOS NA PROPRIEDADE DA DOLÍRIA JUNTO ÀS CURVAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES 11 E 20.	126
FIGURA 55: DADOS DOS TESTES DE INFILTRAÇÃO RELATIVOS AOS ENSAIOS EM AGROFLORESTA DE 10 ANOS NA PROPRIEDADE DO REINALDO JUNTO ÀS CURVAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES 11 E 20.	127
FIGURA 56: DADOS DOS TESTES DE INFILTRAÇÃO RELATIVOS AOS ENSAIOS EM AGROFLORESTA DE 15 ANOS NA PROPRIEDADE DO SEZEFREDO JUNTO ÀS CURVAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES 11 E 20.	127
FIGURA 57: DADOS DOS TESTES DE INFILTRAÇÃO RELATIVOS AOS ENSAIOS EM CAPOEIRA DE 10 ANOS NA PROPRIEDADE DA DOLÍRIA JUNTO ÀS CURVAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES 11 E 20.	128
FIGURA 58: DADOS DOS TESTES DE INFILTRAÇÃO RELATIVOS AOS ENSAIOS EM CAPOEIRA DE 70 ANOS NA PROPRIEDADE DO SEZEFREDO JUNTO ÀS CURVAS AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES 11 E 20.	128
FIGURA 59: COMPARAÇÃO ENTRE AS EQUAÇÕES DE HORTON E KOSTYAKOV.	130
FIGURA 60: COMPARAÇÃO DOS HISTOGRAMAS EMPÍRICOS DOS TRÊS PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE HORTON EM AGROFLORESTAS A UMA FUNÇÃO DE DENSIDADE	

DE PROBABILIDADE NORMAL DESCRITA PELOS MOMENTOS ESTATÍSTICOS DAS AMOSTRAS. -----	134
FIGURA 61: COMPARAÇÃO DOS HISTOGRAMAS EMPÍRICOS DOS TRÊS PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE HORTON EM CAPOEIRAS A UMA FUNÇÃO DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE NORMAL DESCRITA PELOS MOMENTOS ESTATÍSTICOS DAS AMOSTRAS. -----	135

Lista de Tabelas

TABELA 1: DISTRIBUIÇÃO E RENOVAÇÃO DO SUPRIMENTO DE ÁGUA NO MUNDO. (FONTE: ANDREOLI, 2003) -----	8
TABELA 2: CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DE INFILTRAÇÃO (REICHARDT, 1987) -----	24
TABELA 3: VALORES TOTAIS ANUAIS COMERCIALIZADOS PELA COOPERA Floresta, ENTRE 2009 E 2013. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA – DADOS FORNECIDOS PELA EQUIPE DE COMERCIALIZAÇÃO DA COOPERA Floresta) -----	56
TABELA 4: VALORES DE REFERÊNCIA UTILIZADOS NO PRODUTOR DE ÁGUA NA BACIA DO RIBEIRÃO PIPIRIPAU (DF/GO), PARA CADA CATEGORIA. (ADAPTADO DE: ANA, 2010) -----	81
TABELA 5: USO E MANEJO DO SOLO DA PROPRIEDADE DE DOLÍRIA E NELMA. (ADAPTADO DE: COOPERA Floresta, 2011) -----	98
TABELA 6: USO E MANEJO DO SOLO DA PROPRIEDADE DE NARDO E MARIA. (ADAPTADO DE: COOPERA Floresta, 2011) -----	100
TABELA 7: USO E MANEJO DO SOLO DA PROPRIEDADE DE SEZEFREDO E ANA ROSA. (ADAPTADO DE: COOPERA Floresta, 2011) -----	101
TABELA 8: VALORES MÉDIOS PARA A DENSIDADE PARTÍCULA (DP) NAS CAMADAS ESTUDADAS POR SHTORACHE (2013). -----	105
TABELA 9: COORDENADAS DAS ÁREAS AMOSTRAIS. PROJEÇÃO UTM, FUSO 22S, SGR WGS84. UNIDADE: METROS. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA) -----	105
TABELA 10: PARÂMETROS PARA CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA) -----	107
TABELA 11: CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DOS ENSAIOS, NO TRATAMENTO AF5. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA) -----	108
TABELA 12: CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DOS ENSAIOS, NO TRATAMENTO AF10. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA) -----	110
TABELA 13: CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DOS ENSAIOS, NO TRATAMENTO AF15. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA) -----	111
TABELA 14: CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DOS ENSAIOS, NO TRATAMENTO CAP10. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA) -----	112
TABELA 15: CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DOS ENSAIOS, NO TRATAMENTO CAP70. (ELABORAÇÃO PRÓPRIA) -----	113
TABELA 16: PERCENTUAIS DE ABATIMENTO DE EROSIÃO (PAE) E OS RESPECTIVOS VALORES DE REFERÊNCIA (VRE), PARA PROJETOS NOVOS - RIBEIRÃO PIPIRIPAU. (ADAPTADA DE: DOS SANTOS, 2014) -----	125
TABELA 17: VALORES DE REFERÊNCIA (VRE) PARA O INCENTIVO À RECUPERAÇÃO DE APP, COM FLORESTAS PLANTADAS – RIBEIRÃO PIPIRIPAU. (ADAPTADA DE: DOS SANTOS, 2014) -----	125

TABELA 18: VALORES DE REFERÊNCIA (VRE) PARA O INCENTIVO À CONSERVAÇÃO DE FLORESTAS E APPS - RIBEIRÃO PIPIRIPAU. (ADAPTADA DE: DOS SANTOS, 2014)	125
TABELA 19: PARÂMETROS DAS EQUAÇÕES 11 E 12. OS PARÂMETROS I_B , I_1 E K SÃO OS PARÂMETROS DE HORTON (1939). I_B É A VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA (VIB) OU TAXA INFILTRAÇÃO BÁSICA (TIB) DO SOLO; I_1 É VALOR INICIAL DE INFILTRAÇÃO; E K É PARÂMETRO QUE DITA A VELOCIDADE DE DECAIMENTO DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO DE I_1 ATÉ I_B . OS PARÂMETROS A E B SÃO OS PARÂMETROS DE KOSTYAKOV (1932). ELES NÃO POSSUEM UM SIGNIFICADO FÍSICO.	129
TABELA 20: COMPARAÇÃO ENTRE AS EQUAÇÕES DE HORTON E KOSTYAKOV.	130
TABELA 21: TESTES DE HIPÓTESE PARA CAP E AF.	133
TABELA 22: P-VALORES RELATIVOS AO TESTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV	134
TABELA 23: SÍNTESE DO CÁLCULO DO PAGAMENTO REFERENTE AO PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA. O “PAGAMENTO A” CONSIDERA AS AGROFLORESTAS COMO PRÁTICA DE CONSERVAÇÃO DE SOLO, ENQUANTO O “PAGAMENTO B” ATRIBUI A ESSAS OS VALORES CORRESPONDENTES A FLORESTAS PLANTADAS MUITO BEM MANEJADAS. “B - A” CONSISTE NA DIFERENÇA ENTRE O PAGAMENTO B E O PAGAMENTO A.	146

Lista de Equações

EQUAÇÃO 1: EQUAÇÃO DE DARCY.	12
EQUAÇÃO 2: FORMULAÇÃO DA PRESSÃO PARA O REGIME SATURADO.	12
EQUAÇÃO 3: FORMULAÇÃO DA PRESSÃO PARA REGIME NÃO SATURADO.	13
EQUAÇÃO 4: EQUAÇÃO DE DARCY PARA O REGIME NÃO SATURADO.	13
EQUAÇÃO 5: ASSOCIAÇÃO DA EQUAÇÃO 4 À EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE.	13
EQUAÇÃO 6: DEFINIÇÃO DA DIFUSIVIDADE HIDRÁULICA.	13
EQUAÇÃO 7: EQUAÇÃO DE RICHARDS (RICHARDS, 1931).	14
EQUAÇÃO 8: EQUAÇÃO DE RICHARDS (EQUAÇÃO 7) SIMPLIFICADA.	14
EQUAÇÃO 9: CONDIÇÃO LIMITE DO PROBLEMA RESOLVIDO PELA EQUAÇÃO DE HORTON (1939).	14
EQUAÇÃO 10: CONDIÇÃO INICIAL DO PROBLEMA RESOLVIDO PELA EQUAÇÃO DE HORTON (1939).	14
EQUAÇÃO 11: EQUAÇÃO DE HORTON (HORTON, 1939).	14
EQUAÇÃO 12: VOLUME DE ÁGUA INFILTRADO SEGUNDO O MODELO DE HORTON (1939).	16
EQUAÇÃO 13: EQUAÇÃO DE RICHARDS (EQUAÇÃO 7) SIMPLIFICADA.	17
EQUAÇÃO 14: CONDIÇÃO LIMITE DO PROBLEMA RESOLVIDO PELA EQUAÇÃO DE PHILIP (1957).	17
EQUAÇÃO 15: CONDIÇÃO INICIAL DO PROBLEMA RESOLVIDO PELA EQUAÇÃO DE PHILIP (1957).	17
EQUAÇÃO 16: EQUAÇÃO DE PHILIP COMPLETA.	17
EQUAÇÃO 17: EQUAÇÃO DE PHILIP TRUNCADA.	17
EQUAÇÃO 18: EVOLUÇÃO NO TEMPO DO VOLUME INFILTRADO SEGUNDO O MODELO DE PHILIP (1957).	18
EQUAÇÃO 19: EQUAÇÃO DE KOSTYAKOV.	18

EQUAÇÃO 20: EVOLUÇÃO NO TEMPO DA TAXA DE INFILTRAÇÃO BASEADO NO MODELO DE KOSTYAKOV (1932).-----	18
EQUAÇÃO 21: PROBLEMA DE MINIMIZAÇÃO DE ERROS QUADRÁTICOS.-----	19
EQUAÇÃO 22: DEFINIÇÃO DO COEFICIENTE R^2 .-----	21
EQUAÇÃO 23: CÁLCULO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO INSTANTÂNEA.-----	24
EQUAÇÃO 24: EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO.-----	79
EQUAÇÃO 25: CÁLCULO DE T^{OBS} .-----	118
EQUAÇÃO 26: CÁLCULO DE I_T^{OBS} .-----	119
EQUAÇÃO 27: CÁLCULO DE V_F^{OBS} .-----	119
EQUAÇÃO 28: CÁLCULO DO PAE.-----	124

Lista de Apêndices

APÊNDICE A: ESPÉCIES VEGETAIS PRESENTES NAS ÁREAS AMOSTRAIS EM QUE SE REALIZARAM OS TESTES DE INFILTRAÇÃO, REFERENTES AOS TRATAMENTOS: AF5, AF10, AF15, CAP10 E CAP70.

APÊNDICE B: ROTEIRO PARA PESQUISA QUALITATIVA NA COOPERA Floresta

APÊNDICE C – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA REALIZADA EM BARRA DO TURVO/SP, COM SEZEFREDO GOLÇALVES DA CRUZ, AGRICULTOR ASSOCIADO DA COOPERA Floresta. POR LARA ANGELO OLIVEIRA E DANIEL FIRMO KAZAY, EM DEZEMBRO DE 2013.

APÊNDICE D – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA REALIZADA EM BARRA DO TURVO/SP, COM REINALDO BATISTA MOREIRA (“NARDO”), AGRICULTOR ASSOCIADO DA COOPERA Floresta. POR LARA ANGELO OLIVEIRA E DANIEL FIRMO KAZAY, EM DEZEMBRO DE 2013.

APÊNDICE E – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA REALIZADA EM BARRA DO TURVO/SP, COM LUCAS DE PAULA REIS, AGRICULTOR ASSOCIADO DA COOPERA Floresta. POR LARA ANGELO OLIVEIRA E DANIEL FIRMO KAZAY, EM DEZEMBRO DE 2013.

APÊNDICE F – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA REALIZADA EM BARRA DO TURVO/SP, COM CLÁUDIO DE PAULA MOURA, AGRICULTOR DA ASSOCIAÇÃO DO QUILOMBO TERRA SECA , EX-ASSOCIADO À COOPERA Floresta. POR LARA ANGELO OLIVEIRA E DANIEL FIRMO KAZAY, EM DEZEMBRO DE 2013.

APÊNDICE G – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA REALIZADA EM BARRA DO TURVO/SP, COM JOAQUIM DE PAULA MACIEL (“JACARÉ”), AGRICULTOR DA ASSOCIAÇÃO DO QUILOMBO TERRA SECA , EX-ASSOCIADO DA COOPERA Floresta. POR LARA ANGELO OLIVEIRA E DANIEL FIRMO KAZAY, EM DEZEMBRO DE 2013.

APÊNDICE H: PLANILHA DE REGISTRO DOS DADOS DO ENSAIO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DO SOLO: MÉTODO DO INFILTRÔMETRO DE DUPLO ANEL.

APÊNDICE I: VALORES DE P, C E ϕ PARA DIFERENTES USOS E MANEJOS DO SOLO.

APÊNDICE J: PLANILHAS DE DADOS DOS 14 TESTES DE INFILTRAÇÃO, REALIZADOS COM O MÉTODO DO INFILTRÔMETRO DE DUPLO ANEL, NOS TRATAMENTOS AF5, AF10, AF15, CAP10 e CAP70.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

I.1 – Motivação

“Nós chegamos tardiamente à tremenda tarefa de limpar nosso meio ambiente. Nós deveríamos ter agido com um fervor semelhante, há pelo menos uma década.”
(Gerald R. Ford, 1913)

O grande desafio do século XXI é a busca da sustentabilidade nas ações da humanidade, as quais influenciam toda a biosfera. A abrupta e profunda transformação da biosfera está diretamente ligada às práticas humanas com o uso do solo (JANZEN *et al.*, 2010). Portanto, a necessidade de novos caminhos para a agricultura que almejem a sustentabilidade nessa atividade faz parte desse desafio (PENEIREIRO, 2003).

A substituição de florestas nativas por áreas agrícolas e de pecuária é um processo antigo, todavia segue em discussão até a atualidade. Essa alteração do uso do solo impacta no funcionamento do sistema no que se refere aos ciclos biogeoquímicos – de água, energia e nutrientes (ODUM, 2001). Devido à modificação das propriedades de drenagem do terreno, o ciclo da água é significativamente afetado em função das alterações nos padrões de infiltração. Sob a ótica da bacia hidrográfica, essa pode acarretar no aumento de enchentes e inundações, assim como da erosão e do carreamento de sedimentos para os cursos d'água (HARKET *et al.*, 2013). Logo, ao invés de se buscar soluções caras e temporárias como a dragagem de canais, a gestão de bacias hidrográficas deve considerar primeiramente usos que conservem as propriedades do solo.

A agricultura e a pecuária praticadas de forma hegemônica no Brasil e no mundo são as principais vilãs no processo de substituição das florestas. Além disso, devido às suas práticas agrícolas inadequadas, provoca forte degradação e perda de fertilidade do solo, além de apresentar baixa eficiência no uso da água para irrigação. Enfim, o uso dado a essas áreas desmatadas não cumpre os serviços ambientais de uma floresta. Diante deste cenário, urge a necessidade de práticas agrícolas que se assemelhem aos ecossistemas naturais, de forma a perpetuar os mecanismos necessários à manutenção e reprodução da vida.

Na busca por novos caminhos, a Agroecologia surge como uma forma de harmonizar a produção de alimento com a dinâmica natural, tanto nos microsítios, quanto no Planeta, resignificando o papel do homem e sua relação com o ambiente. A mulher e o homem, ao invés de buscarem maximizar o uso dos recursos, chegando a desgastá-los e até esgotá-los, podem assumir a função de manejadores conscientes, de modo que suas ações reflitam na melhoria do sistema. Assim, a importância do recurso deixa de se ater à sua utilidade para o homem e volta a representar as diversas funções e serviços que fornecem para todo o macrosistema (ambiente e os seres que o habitam).

O manejo de Sistemas Agroflorestais é uma vertente da Agroecologia que objetiva a produção de alimentos associada à conservação florestal. Por se assemelhar às florestas naturais, as agroflorestas proveem diversos serviços ambientais. No tocante à proteção hídrica, esses serviços decorrem da manutenção da cobertura vegetal e do favorecimento dos processos de ciclagem de nutrientes. Vários autores consideram esses sistemas como uma das soluções para a recuperação de áreas degradadas, com grande potencial de gerar produtividade agrícola, florestal e pecuária (VILAS BOAS, 1991; MACEDO, 1992; MEDRADO, 2000; SANTOS *et al.*, 2000; FRANCO *et al.*, 2002 *apud* SOUZA, 2009).

Para o desenvolvimento desses sistemas de produção, a observação e o manejo (PENEIREIRO, 2003), assim como o conhecimento tradicional são fundamentais. Por isso, a valorização da agricultura familiar é indispensável na transição para práticas mais sustentáveis (GLIESSMAN, 2009). Entretanto, apesar de sua grande importância, esses agricultores são pouco considerados na formulação de Políticas Públicas.

Um dos instrumentos que vem sendo utilizados para fomentar mudanças voluntárias nas práticas tradicionais de uso do solo em favor de atividades ecologicamente sustentáveis é o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Consiste em uma das principais motivações para essas iniciativas a provável destruição do capital natural, ameaçando a provisão de serviços ambientais, em decorrência da não-atribuição de valores de mercado a esses serviços. No entanto, a dificuldade de caracterizar os serviços ambientais se configura em um desafio na elaboração de projetos de PSA. Geralmente, a relação entre o uso da terra e a provisão desses serviços é baseada em suposições ou crenças compartilhadas, carecendo de comprovações científicas (MURADIAN *et al.*, 2010).

I.2. – Objetivos

Este trabalho visa avaliar e valorar os serviços ambientais providos pelos Sistemas Agroflorestais, no que tange à água, em propriedades de agricultores familiares associados à Cooperafloresta, em Barra do Turvo/SP. E tem como objetivos secundários:

- comparar a capacidade de infiltração em solos manejados segundo os princípios das agroflorestas e em áreas de capoeira (ou Floresta Secundária em regeneração natural);
- verificar elegibilidade e calcular o retorno monetário aos agricultores agroflorestais previstos pelo Programa Produtor de Água (ANA);
- evidenciar as percepções dos agricultores quanto aos benefícios e desafios da prática agroflorestal.

I.3 – Estrutura do trabalho

A presente monografia está estruturada em 7 capítulos. No primeiro capítulo, foram apresentadas a motivação, no item I.1, os objetivos, no item I.2, e a estrutura do trabalho é apresentada na presente seção, compondo a introdução do trabalho.

O segundo capítulo consiste na revisão bibliográfica do trabalho. Inicialmente, no item II.1, discorre-se sobre aspectos sociais e físicos da água e do ciclo hidrológico, com foco na interface água-solo e, particularmente, no processo de infiltração. Em seguida, no item II.2, aborda-se a definição do termo agroecossistema e do conceito de sustentabilidade agrícola, passando por reflexões sobre práticas típicas de manejo agrícola. As bases conceituais e os fundamentos de manejo dos sistemas agroflorestais são apresentados no item II.3 e, a partir desses, a Cooperafloresta e seus princípios de manejo são expostos. O último item da revisão bibliográfica, item II.4, tem como objeto o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Essa seção parte da conceituação de serviços ecossistêmicos e ambientais, focando nos desafios e na essencialidade de valorá-los, aborda os instrumentos de gestão ambiental e o estado de arte do PSA e descreve, enfim, o Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA).

O capítulo 3 consta da caracterização da área de estudo. Em primeiro lugar, no item III.1, a área é localizada geograficamente e suas principais características climáticas e geomorfológicas são destacadas. No item III.2 se faz uma análise social da região, passando pelo histórico da região e pela descrição atual do local, e evidenciando os principais atores e os conflitos vigentes. A caracterização da área de estudo finda com a apresentação das propriedades familiares utilizadas nos procedimentos metodológicos.

O capítulo 4 apresenta a metodologia do trabalho. Esse começa com o delineamento experimental do trabalho, no item IV.1, em que são expostas as etapas do trabalho e, em grandes linhas, como foi organizada a campanha de campo. No item IV.2, as áreas amostrais utilizadas para a realização dos testes de infiltração são localizadas e caracterizadas. O item seguinte (IV.3) aborda, especificamente, o método experimental utilizado para avaliar a infiltração – o infiltrômetro de duplo anel – bem como as análises estatísticas utilizadas para interpretar os resultados. A metodologia da pesquisa qualitativa é exposta no item IV.4. Por fim, no item IV.5, a metodologia utilizada pelo Programa Produtor de Água da ANA, para o cálculo da remuneração aos produtores, é descrita.

No capítulo 5 são elencados os principais resultados dos testes de infiltração, das entrevistas semi-estruturadas e do pagamento por serviços ambientais, os quais são discutidos frente a outros trabalhos e às hipóteses iniciais.

As conclusões da monografia referentes aos resultados obtidos são apresentadas no capítulo 6. O capítulo 7 traz as considerações finais deste trabalho e possíveis linhas futuras de pesquisa. Neste último, reflexões sobre o desenho do curso de Engenharia Ambiental e sobre políticas públicas de PSA são propostas.

CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 – Água, Solo e Comunidades

“um rio é alguma coisa além de um simples acidente geográfico, ou uma linha no mapa, ou uma parte do terreno, que não pode ser descrito de maneira adequada em termos de topografia e geologia; um rio é uma coisa viva, algo que possui energia, movimento, que muda.”
(Phelps, E. B. *Stream Sanitation*, 1944)

II.1.1 – Água e cultura

A problemática da água não se resume à modelagem de um balanço de massa. Tampouco se restringe a uma otimização econômica. Todavia, a palavra “água” é muitas vezes confundida com a locução “recursos hídricos”, o que limita o conceito a um mero recurso, ou seja, ao uso humano da água.

Recursos hídricos é a água destinada a usos; quando se tratar das águas em geral, incluindo aquelas que não devem ser usadas por questões ambientais o termo correto é simplesmente águas (LANNA, 1995).

A partir de 1990, com o início da visão integradora¹ das políticas ambientais no Brasil, a dimensão política e econômica passou a incorporar o discurso da gestão das águas. Entretanto a vertente cultural² implícita no vasto conceito de “águas” ainda não é contemplada em sua totalidade.

DIEGUES (2007) traz uma reflexão muito pertinente sobre o aspecto cultural da água, afirmando que “A água doce é necessidade básica de todos os seres humanos,

¹ A conceituação de uma visão integradora das políticas ambientais em 1990 foi proposta por MAGRINI (2001).

² A definição de cultura não é simples. Contempla uma série de aspectos que, associados a uma sociedade, passam pela língua falada, ciências, artes, religião, símbolos, costumes, tradições, valores (ética) e atividades produtivas; é algo complexo e dinâmico, forjado ao longo da história dos povos; e, sendo dinâmico, é sujeito a mudanças. É a que unifica um povo e o distingue, vivifica e dá notabilidade peculiar a toda produção, criação, instituição e obras. (HOMERO, 2004)

mas a forma com que essa necessidade é atendida depende da cultura”. Nesse artigo, o autor discorre sobre os aspectos objetivos e subjetivos da água em diversas comunidades tradicionais e problematiza a percepção da sociedade, dita moderna, frente a esses. DIEGUES (2007) ressalta que, nas sociedades tradicionais, a água (rios, cachoeiras, etc.) é um bem da natureza, muitas vezes dádiva da divindade, responsável pela sua abundância ou pela sua escassez.

Nas sociedades tradicionais a água, incluindo rios e lagos, faz parte de um território e um modo de vida, base de identidades específicas (caboclos, quilombolas, entre outras) ao passo que nas sociedades modernas a água, como bem de consumo é desterritorializada, canalizada de outros lugares muitas vezes distantes, com os quais as populações urbanas têm pouco ou nenhum contato. (DIEGUES, 1996 *apud* DIEGUES, 2007).

Por vezes, o presente trabalho incorre em cálculos e procedimentos onde a água é tratada de forma simplificada, ignorando seus aspectos culturais e outros caracteres que carecem de linguagem para exprimi-los. É importante ressaltar que esses métodos não dizem respeito à essência do conceito água, tratam-se de modelos e devem ser interpretados levando em consideração suas limitações.³

II.1.2 – Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico, ou ciclo da água, é o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera. Esse movimento é alimentado pela força da gravidade e pela energia do Sol, que provocam a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes (MMA, 2014a). A Figura 1 esquematiza os principais processos responsáveis pelo traslado da água.

³ A seção 2.1 de FIRMO (2001) propõe algumas reflexões sobre a temática.

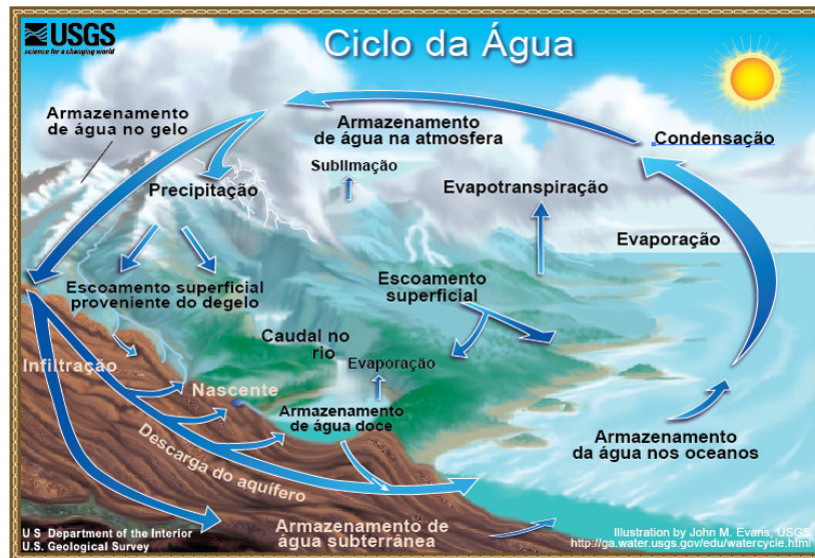


Figura 1: Ciclo hidrológico. (Fonte: USGS, 2014)

A ciência que estuda o ciclo hidrológico é a hidrologia, ela é definida como: “a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas e sua relação com o meio ambiente, incluindo sua relação com a vida” (UNITED STATE FEDERAL COUNCIL SCIENCE AND TECHNOLOGY *apud* CARVALHO *et al.*, 2006).

Algumas variáveis são particularmente interessantes para classificar os reservatórios e os processos supra-representados. Três dessas grandezas são: tempo de renovação dos reservatórios, seus respectivos volumes e a magnitude dos fluxos entre reservatórios.

O tempo de renovação representa o período necessário para a renovação completa do reservatório onde ocorrem diversos processos de transporte de massa. Essa variável possibilita uma noção da escala temporal do fenômeno estudado. A Tabela 1 apresenta uma estimativa do tempo de renovação dos principais reservatórios de água. A magnitude dos fluxos entre reservatórios e dos volumes de reservatórios pode ser percebida na Figura 2.

Tabela 1: Distribuição e renovação do suprimento de água no mundo. (Fonte: ANDREOLI, 2003)

Compartimento	Tempo de ciclagem estimado (sem interferência humana)
Oceanos	Milhares de anos
Geleiras e calotas polares	10.000 anos ou mais
Água subterrânea	Séculos a milhares de anos
Lagos	Décadas
Mares interiores e pântanos	Anos
Água no solo	280 dias
Atmosfera	9 a 10 dias
Rios e córregos	12 a 20 dias

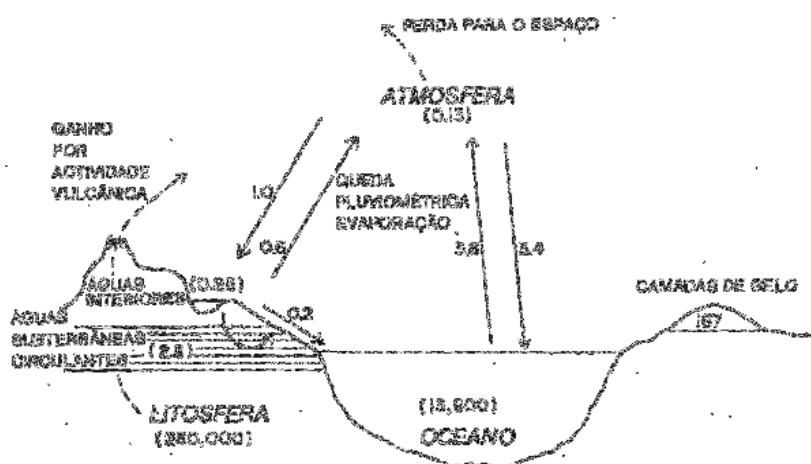


Figura 2: Quantificação dos fluxos e reservatórios do ciclo hidrológico. Dados em geogramas (10^{20} gramas). (Fonte: ODUM, 2001)

À luz dessas três variáveis (tempo de renovação dos reservatórios e seus respectivos volumes e a magnitude dos fluxos entre reservatórios), pode-se analisar a escala mássica e temporal dos processos hidrológicos e projetar a magnitude do impacto de uma disfunção. ODUM (2001) utiliza-se dessa abordagem para introduzir a importância do reservatório “solo” para a estabilidade da quantidade de água acessível para uma grande gama de seres vivos (o homem incluso):

Dado avaliar-se que 0,25 geogramas de água se encontram nos lagos de água doce e rios, e que 0,2 geogramas correm todos os

anos para o mar, o tempo de renovação anda por um ano. A diferença entre a queda pluviométrica anual (1,0 geograma) e a água que correm para o mar (0,2 geogramas), isto é, 0,8 geogramas constitui uma estimativa do ritmo de recarga anual da terra em água. Como já se indicou, a tendência do homem para aumentar a proporção da água de escoamento pode reduzir dentro em pouco o compartimento muito importante da água na terra. Deveria ser devolvida mais água aos lençóis freáticos em vez de se tentar armazená-la totalmente em lagos (onde a evaporação é alta). (ODUM, 2001)

Uma área particularmente importante da hidrologia é a referente às bacias de drenagem⁴. Segundo SATO (2012), a entrada de água nessas bacias ocorre através das precipitações. O autor complementa que

A precipitação que chega às bacias de drenagem segue por diversos caminhos, sendo importante para essa definição de trajetória uma gama de fatores. Parte da precipitação é interceptada pela vegetação e serrapilheira sendo evaporada de volta para a atmosfera, processo esse chamado de interceptação. Outra parte infiltra no solo, sendo que dessa parcela uma parte é transpirada pela vegetação após a sua absorção pelas raízes, parte é armazenada no perfil do solo, outra parte percola o solo até recarregar os aquíferos. Uma certa quantidade de água também não chega a infiltrar no solo e escoam superficialmente em direção aos fundos de vales. A água que muitas vezes está presente nos canais provém daquela que escoou superficialmente, a que veio subsuperficialmente e também daquela que caiu diretamente sobre os rios. (SATO, 2012)

Uma vez definida a gama de caminhos que a água pode seguir, DUNNE e LEOPOLD (1978) definiram quatro diferentes mecanismos: o fluxo subterrâneo, o fluxo superficial hortoniano, o fluxo subsuperficial de chuva e o fluxo superficial de saturação. Por simplicidade, por vezes, opta-se por se trabalhar somente com dois mecanismos:

Escoamento direto, originado pela precipitação ou pelo degelo, entrando diretamente nos cursos de água;

⁴ *Bacia de drenagem* é um conceito que pode ser definido como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e solúveis para uma saída comum num determinado ponto do canal fluvial. (COELHO NETTO, 2003)

Escoamento de base, resultante do regresso à superfície de águas anteriormente infiltradas, sendo portanto provenientes dos escoamentos subsuperficiais e subterrâneos (MARTINS, 2000). A Figura 3 apresenta a distinção destes dois fenômenos em um hidrograma (relação de vazão vs. tempo).

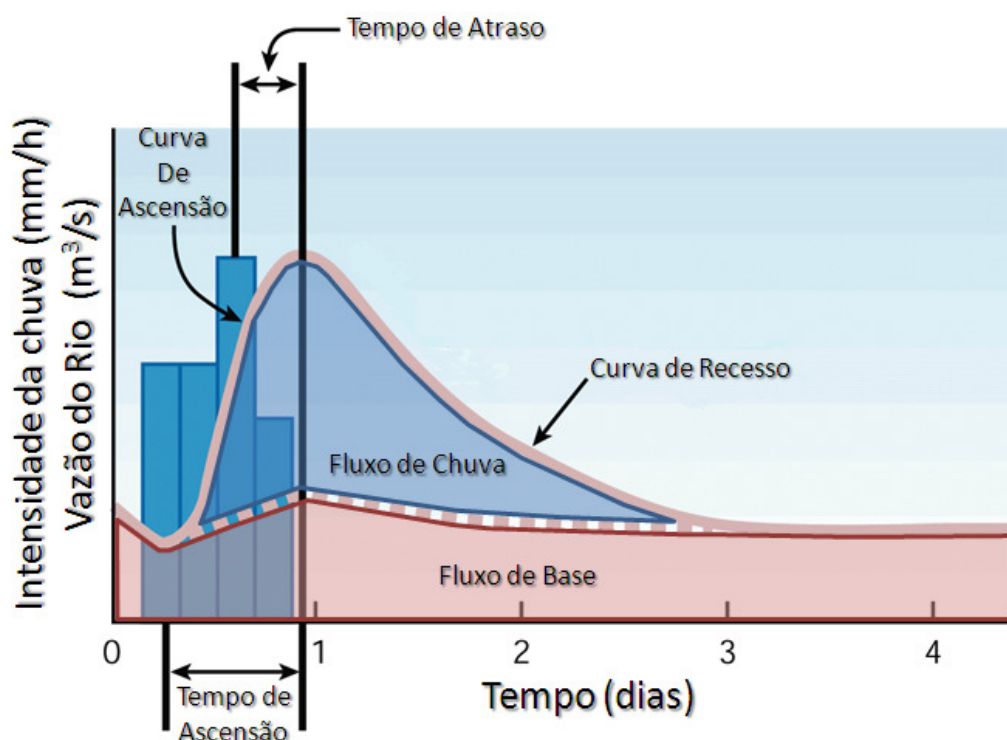


Figura 3- Distinção entre a vazão de base e o runoff em um hidrograma (Fonte:SATO, 2012)

II.1.3 – Hidrologia dos solos

A partir dos conceitos apresentados na última seção, pode-se dizer que a hidrologia dos solos é aquela que estuda o reservatório solo e o escoamento de base. No entanto, existem outras definições para essa área de conhecimento como a de LIN *et al.* (2006):

A hidrologia dos solos ou hidropedologia é uma ciência emergente, formada a partir do estreitamento dos ramos da ciência do solo e da hidrologia. Essa ciência interdisciplinar engloba pesquisas dos processos interativos de solo e de água e de suas propriedades na zona não saturada. (LIN *et al.*, 2006)

Uma das características dessa ciência é a sua perspectiva da paisagem, o que justifica pensar em uma paleohidrologia⁵ ou uma paleohidropedologia. LAWALL (2010) elucida os impactos dessa dimensão multitemporal à interface hidrologia-pedologia:

A pedologia é um ramo da ciência do solo que integra e quantifica a formação, a distribuição, a morfologia e a classificação dos solos, enquanto que a hidrologia lida com a ocorrência, distribuição, circulação e propriedades da água no globo, interagindo acima e abaixo da superfície terrestre. A interação água-solo age, em múltiplas escalas, no desenvolvimento do solo, resultando em grande variabilidade espacial de dados na pedologia. Essas interações, por sua vez, controlam a qualidade e a quantidade de água nos sistemas superficiais e subsuperficiais estudados na hidrologia. (LAWALL, 2010)

Uma das abordagens para lidar com a hidrologia dos solos é o estudo da umidade do solo na zona não saturada (vadosa). As técnicas de mensuração experimentais dessa variável ainda estão em ampla discussão. VERECKEN *et al.* (2008) apresenta uma extensa revisão das técnicas atuais.

A comissão temática de hidrologia subterrânea da ABRH faz menção a um segundo desafio fundamental: a necessidade de desenvolvimento, a nível nacional, de técnicas de modelagem matemática computacional do fluxo de águas subterrâneas e do transporte de massa. (ABRH, 2014). SMAP (LOPES *et al.*, 1981) e Big Flow (ABABOU, 1988) são dois exemplos (ambos internacionais) de modelagem onde a variável umidade do solo tem papel central.

OTTONI FILHO (2003) ressalta outra linha de pesquisa da hidropedologia: a classificação físico-hídrica de solos. Este autor propõe um Sistema de Classificação Físico-Hídrica de Solos SCFH (OTTONI FILHO, 2003)⁶. LEAL (2011) e OTTONI (2005) aplicaram este sistema de classificação em diferentes áreas de estudo.

Por outro lado, além de categorizar o comportamento hídrico do solo a partir de sistemas de classificação, um grande número de autores se concentra apenas em algumas variáveis específicas do solo. Uma dessas variáveis é a velocidade de infiltração básica (VIB), a qual será mais extensivamente tratada nas próximas seções.

⁵ Conceito cada vez mais utilizado internacionalmente, tendo uma revista dedicada ao tema (*Journal of Paleohydrology*)

⁶ O desenvolvimento e a elaboração de um sistema de classificação de solos são confeccionados a partir de conhecimentos qualitativos e quantitativos, a fim de que, em um mesmo grupo, possam ser alocados solos com características semelhantes. (LEAL, 2011)

II.1.3.1 – Infiltração

A infiltração é a passagem de água da superfície para o interior do solo. Portanto, é um processo que depende fundamentalmente da água disponível para infiltrar, da natureza do solo, do estado da sua superfície e das quantidades de água e ar, inicialmente presentes em seu interior. (DA SILVEIRA *et al.*, 1993)

A quantificação da infiltração é representada pela velocidade ou taxa de infiltração, a qual é definida como sendo o volume de água que penetra na superfície do solo por unidade de área, por unidade de tempo (LEAL, 2011).

Com o objetivo de diferenciar as superfícies dos solos no tocante à sua capacidade de receber água, define-se a capacidade de infiltração.

O conceito capacidade de infiltração é aplicado no estudo da infiltração para diferenciar o potencial que o solo tem de absorver água pela sua superfície, em termos de lâmina por tempo, da taxa real de infiltração que acontece quando há disponibilidade de água para penetrar no solo. (DA SILVEIRA *et al.*, 1993)

A equação geral da infiltração em zonas saturadas é baseada no célebre enunciado de DARCY (1856) “Enfim, parece que, para uma areia de mesma natureza, pode-se admitir que o volume debitado é proporcional à carga hidráulica e é inversamente proporcional à espessura da camada atravessada”. Essa premissa leva à Equação 1.

Equação 1: Equação de Darcy.

$$q'' = -(\kappa/\mu) \text{ grad } P$$

Onde q'' é a vazão surfácica (LT^{-1}), $\text{grad } P$ é o gradiente de pressões ($ML^{-2}T^{-2}$) ou $O(\text{Pa})^7(L^{-1})$, κ é a permeabilidade (L^2) e μ é a viscosidade dinâmica ($ML^{-1}T^{-1}$ ou $O(\text{Pa})T$).

Considerando a direção vertical, P pode ser descrita pela Equação 2.

Equação 2: Formulação da pressão para o regime saturado.

$$P = p + \rho g z$$

⁷ $O(\text{Pa})$ é a unidade da grandeza “Pascal”, ou seja, $ML^{-1}T^{-2}$.

Onde p é a pressão da água intersticial ($ML^{-1}T^{-2}$ ou O(Pa)), ρ é a massa específica (ML^{-3}), g é a aceleração gravitacional (LT^{-2}) e z é a profundidade (L).

Entretanto, o processo de infiltração tem início em solos não saturados, por conseguinte, faz-se necessário ter em conta as equações de transporte em zona vadosa. Neste caso, deve-se definir a variável sem dimensão saturação (θ), a qual é a razão entre o volume de poros com água e o volume total dos poros. A permeabilidade deixa de ser uma constante e passa a ser função da saturação. Outra mudança é a atuação da força de capilaridade, a qual é responsável pela diminuição da pressão. A pressão P pode ser reescrita pela Equação 3.

Equação 3: Formulação da pressão para regime não saturado.

$$P = \rho g (z + \varphi)$$

Onde φ é o potencial mátrico ou de capilaridade (L). O potencial mátrico é geralmente expresso como a altura de água equivalente que exerce a mesma tensão da sucção mátrica (DA SILVEIRA *et al.*, 1993).

Enfim, escreve-se a Equação 4.

Equação 4: Equação de Darcy para o regime não saturado.

$$q'' = -(\kappa/\mu) \text{ grad } \rho g (z + \varphi) \text{ ou } q'' = -K \text{ grad } (z + \varphi)$$

Onde K é a condutividade hidráulica (LT^{-1}) definida como $(\kappa \rho) / \mu$. Esta variável depende da saturação, já que ela é função da permeabilidade.

Associando a equação precedente à equação da continuidade ($\partial\theta / \partial t + \text{div } q'' = 0$), chega-se à Equação 5 para a direção vertical.

Equação 5: Associação da Equação 4 à equação da continuidade.

$$\partial\theta / \partial t = \partial(K \partial(z + \varphi) / \partial z) / \partial z$$

RICHARDS (1931) propôs a definição de uma difusividade hidráulica (D) de unidade L^2T^{-1} definida pela Equação 6.

Equação 6: Definição da difusividade hidráulica.

$$D = K \partial\varphi / \partial\theta$$

Esta simplificação chega à Equação 7, conhecida como equação de Richards (RICHARDS, 1931).

Equação 7: Equação de Richards (RICHARDS, 1931).

$$\partial\theta / \partial t = \partial(D \partial\theta / \partial z) / \partial z + \partial K / \partial z$$

A partir das equações de Richards e Darcy se podem deduzir as equações de infiltração mais difundidas (DA SILVEIRA *et al.*, 1993). No âmbito desta revisão bibliográfica, duas equações serão tratadas: a equação de HORTON (1939) e a equação de KOSTYAKOV (1932).

Equação de Horton

Apesar de esta equação ter sido proposta a partir de experimentos de campo, ela pode ser deduzida analiticamente a partir de cinco hipóteses simplificadoras:

- Difusividade hidráulica permanente;
- Condutividade hidráulica constante;
- Solo constantemente saturado na superfície;
- Invariabilidade nas direções perpendiculares a z;
- Meio infinito e homogêneo.

Assim, define-se a Equação 8 com a condição limite definida pela Equação 9 e a condição inicial definida pela Equação 10.

Equação 8: Equação de Richards (Equação 7) simplificada.

$$\partial\theta / \partial t = D \partial^2\theta / \partial z^2$$

Equação 9: Condição limite do problema resolvido pela Equação de HORTON (1939).

$$\theta = 1 \text{ para } z=0 \text{ e } t=[0;\infty[$$

Equação 10: Condição inicial do problema resolvido pela Equação de HORTON (1939).

$$\partial\theta / \partial t = 0 \text{ para } t=0 \text{ e } z=[0;\infty[$$

Utilizando o método de separação de variáveis descrito em OZISIK (1993) [$\theta(x,t)=X(x)T(t)$], chega-se à Equação 11 para a infiltração ao longo do tempo, conhecida como Equação de Horton (HORTON, 1939).

Equação 11: Equação de Horton (HORTON, 1939).

$$I_t = I_b + (I_i - I_b) e^{-kt}$$

Onde I_t é a velocidade de infiltração ao longo do tempo (LT^{-1}). O valor de I_t é máximo no início da chuva (I_i) e, com o passar do tempo, a velocidade de infiltração

decrece, tendendo a se manter constante quando o solo começa a ficar saturado I_b . I_b também é conhecida como a Velocidade de Infiltração Básica (VIB) ou Taxa de Infiltração Básica (TIB) do solo. I_b teoricamente seria igual a K_{sat} , se não houvesse o efeito do ar aprisionado no interior do solo (DA SILVEIRA *et al.*, 1993). A Figura 4 ilustra os impacto dos parâmetros (I_b , I_i e k) no aspecto da curva I_t .

O parâmetro I_b é o que mais influencia o aspecto da curva a longo prazo. Ou seja, somente no ponto $t=0$ as curvas são semelhantes, após esse ponto, as curvas se separam e convergem para valores diferentes (seus respectivos valores de I_b). O parâmetro I_i , ao contrário de I_b , só possui influência no início da curva, após certo tempo, ambos os gráficos convergem ao valor de I_b . O parâmetro k tem um efeito ora de retardar ora de adiantar o decaimento de I_t , ele não modifica nem o valor inicial nem o final.

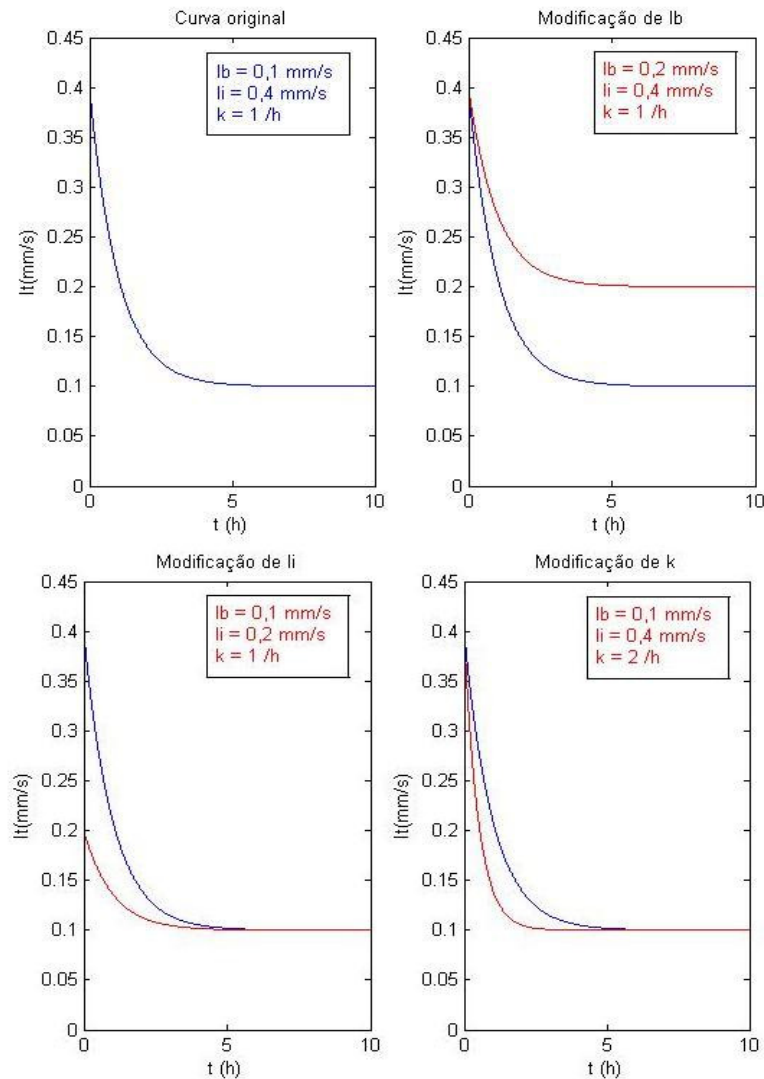


Figura 4: Sensibilidade da função de HORTON (1939) frente aos seus três parâmetros. (elaboração própria)

Uma segunda análise correntemente realizada é a curva de volume de água infiltrada, ou seja, a integral da curva de infiltração. Neste caso, essa curva segue a Equação 12.

Equação 12: Volume de água infiltrado segundo o modelo de HORTON (1939).

$$V_f = (I_i - I_b)/k * (1 - e^{-kt}) + I_b t$$

Cabe salientar que, em termos integrais a variável I_b torna-se ainda mais influente no resultado. A Equação 11 ainda está em ampla utilização. Exemplos de autores que recentemente utilizaram o ajuste da curva para dados de infiltração são PERTUSSATTI *et al.* (2011), PANACHUKI *et al.* (2011), MENDONÇA *et al.* (2009), SOBRINHO *et al.* (2003) e OLIVEIRA *et al.* (2000).

No entanto, apesar de coerente analítica e experimentalmente, a curva apresenta alguns problemas. O primeiro é o fato de I_i ser função da saturação inicial. O segundo é o fato de considerar a difusividade constante, quando ela depende da saturação. Esse erro reverbera sobre o parâmetro k , o qual é função da difusividade. I_i também é função da saturação.

A dificuldade do uso da equação para prever a parcela que vai infiltrar de uma futura precipitação reside no fato de que os ajustes prévios dos parâmetros são profundamente dependentes das umidades dos solos vigentes nos ensaios de campo, além de variarem ao longo da infiltração. (PARLANGE; HAVERKAMP, 1989)

Para uma boa estimativa dos parâmetros devem ser estabelecidas previamente relações experimentais consistentes com a umidade inicial da camada superior do solo (DA SILVEIRA *et al.*, 1993). De acordo com PRUSKI (2003 *apud* LEAL, 2011), toda medição das taxas de infiltração de água no solo deve vir acompanhada da determinação das condições iniciais de umidade do solo, devido à influência marcante desse fator.

Equação de Kostyakov

A equação de KOSTYAKOV (1932) é uma equação empírica, porém se assemelha a equação de PHILIP (1957), a qual parte da equação de RICHARDS (1931). Para compreender o significado físico de KOSTYAKOV (1932) é importante conhecer as origens de PHILIP (1957).

PHILIP (1957) resolveu a equação de RICHARDS (1931) analiticamente por análises de perturbações, entretanto a partir de outras hipóteses:

- Solo constantemente saturado na superfície;
- Invariabilidade nas direções perpendiculares a z;
- Meio infinito e homogêneo;
- As perturbações gravitacionais são pequenas relacionadas às perturbações capilares.

Logo, define-se um problema formado pela Equação 13, sujeita às condições limite e inicial descritas pelas Equações 14 e 15.

Equação 13: Equação de Richards (Equação 7) simplificada.

$$\partial\theta / \partial t = \partial(D \partial\theta / \partial z) / \partial z + \partial K / \partial z$$

Equação 14: Condição limite do problema resolvido pela Equação de PHILIP (1957).

$$\theta = 1 \text{ para } z=0 \text{ e } t=[0;\infty[$$

Equação 15: Condição inicial do problema resolvido pela Equação de PHILIP (1957).

$$\partial\theta / \partial t = 0 \text{ para } t=0 \text{ e } z=[0;\infty[$$

A solução encontrada é uma série infinita dada pela Equação 16.

Equação 16: Equação de Philip completa.

$$I_t = C t^{-1/2} + A + D t^{1/2} + E t + \dots$$

Onde C, A, D, E são coeficientes que dependem do meio poroso.

A série dá altas taxas de infiltração iniciais, mas oferece resultados totalmente incoerentes para tempos maiores, porque prediz altas taxas de infiltração para tempos longos, quando a experiência indica um decaimento. (DA SILVEIRA *et al.*, 1993)

O procedimento utilizado para contornar o problema é o truncamento (DA SILVEIRA *et al.*, 1993). A Equação 17 é a Equação 16 truncada.

Equação 17: Equação de Philip truncada.

$$I_t = C t^{-1/2} + A$$

Assim como foi feito para a HORTON (1939), o volume infiltrado acumulado pode ser calculado pela integral da velocidade de infiltração, ou seja, pela Equação 18.

Equação 18: Evolução no tempo do volume infiltrado segundo o modelo de PHILIP (1957).

$$V_f = S t^{1/2} + A t$$

Onde $S = 2C$ é definida com a absorvidade do solo.

A fórmula de KOSTYAKOV (1932) (Equação 19) é similar à equação de PHILIP (1957). Entretanto, o truncamento se faz num termo anterior e o expoente não é fixo e igual a $1/2$, trata-se de um parâmetro do problema.

Equação 19: Equação de Kostyakov.

$$V_f = a t^b$$

Para encontrar a taxa de infiltração, deve-se derivar V_f , obtendo-se a Equação 20.

Equação 20: Evolução no tempo da taxa de infiltração baseado no modelo de KOSTYAKOV (1932).

$$I_f = a b t^{b-1}$$

O perfil temporal da equação de infiltração de KOSTYAKOV (1932) é apresentado na Figura 5 para três diferentes grupos dos parâmetros a e b .

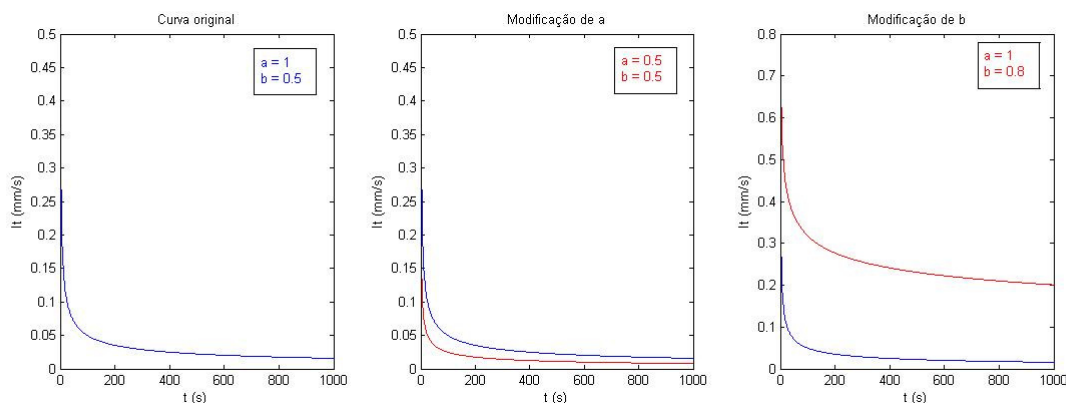


Figura 5: Sensibilidade da Equação 20 frente aos seus dois parâmetros⁸. (elaboração própria)

Ao observar os gráficos acima, alguns comentários podem ser realizados: 1) b é sempre menor do que 1, já que um valor superior a 1 implicaria em um constante aumento da taxa de infiltração e, fisicamente, é irreal pensar em uma taxa de infiltração que aumente, indefinidamente, com o tempo; 2) A curva diverge quando $t=0$;

⁸ O parâmetro b é adimensional, enquanto a unidade de a depende de b . Pode-se dizer que a unidade de a é (T^{1-b}) , neste caso s^{1-b} . Esse fato ocorre devido à formulação empírica da equação de Kostyakov.

3) Todo grupo de parâmetros a e b, leva a um valor nulo de I_t quando t vai para infinito, o que impossibilita o pensamento em uma taxa de infiltração básica, cuja existência é comprovada experimentalmente.

O parâmetro a é somente um fator multiplicativo da equação, sua mudança acarreta em uma majoração ou minoração de todos os valores da curva. O parâmetro b é tanto um fator multiplicativo quando um expoente do tempo. A curva é extremamente dependente desse fator, ele define o tempo de decaimento da taxa de infiltração. Quanto maior b, mais lentamente chega-se à convergência (aproximadamente $t=0$).

A curva cumulada (V_t) aparenta menos incoerências que a derivada (I_t). A divergência desaparece em $t=0$ e a convergência a zero da curva em $t \rightarrow \infty$ é diluída na integração. Tradicionalmente, a equação de KOSTYAKOV (1932) utilizada é a do volume infiltrado acumulado. PERTUSSATTI *et al.* (2011), DE SOUZA e ALVES (2003), SOBRINHO *et al.* (2003) e COELHO *et al.* (2000) são exemplos desse uso para ajuste de dados de infiltração.

II.1.3.2 – Ajuste estatístico dos dados e validade estatística das comparações

Uma campanha experimental de infiltração visa comparar os dados experimentais ($I_t^{\text{exp}} \times t$) com curvas teóricas definidas, por exemplo, pelas Equações 11 e 20. Porém, para realizar esta comparação faz-se necessário determinar o grupo de parâmetros que produz a melhor aderência aos dados observados. Em termos matemáticos, a escolha dos parâmetros pode ser descrita como um problema de otimização (encontrar o mínimo) dos erros quadráticos associados (Equação 21).

Equação 21: Problema de minimização de erros quadráticos.

$$\text{Min } \{ \sum [f_{\text{obs}}^{ti} - f_{\text{th}}(t_i)]^2 \}$$

Onde f_{obs}^{ti} são os valores observados de infiltração e $f_{\text{th}}(t_i)$ são os valores da curva teórica em t_i . O ajuste pode ser feito por métodos matemáticos de otimização ou por tentativas, escolhendo-se diferentes valores para os parâmetros (DA SILVEIRA *et al.*, 1993).

Para a curva de infiltração cumulada de KOSTYAKOV (1932), a escolha dos parâmetros pode ser feita de forma analítica. Primeiramente, deve-se linearizar a

equação⁹ e, em segunda instância, se utilizar do método dos mínimos quadrados¹⁰ para achar a e b. A Figura 6 ilustra o processo.

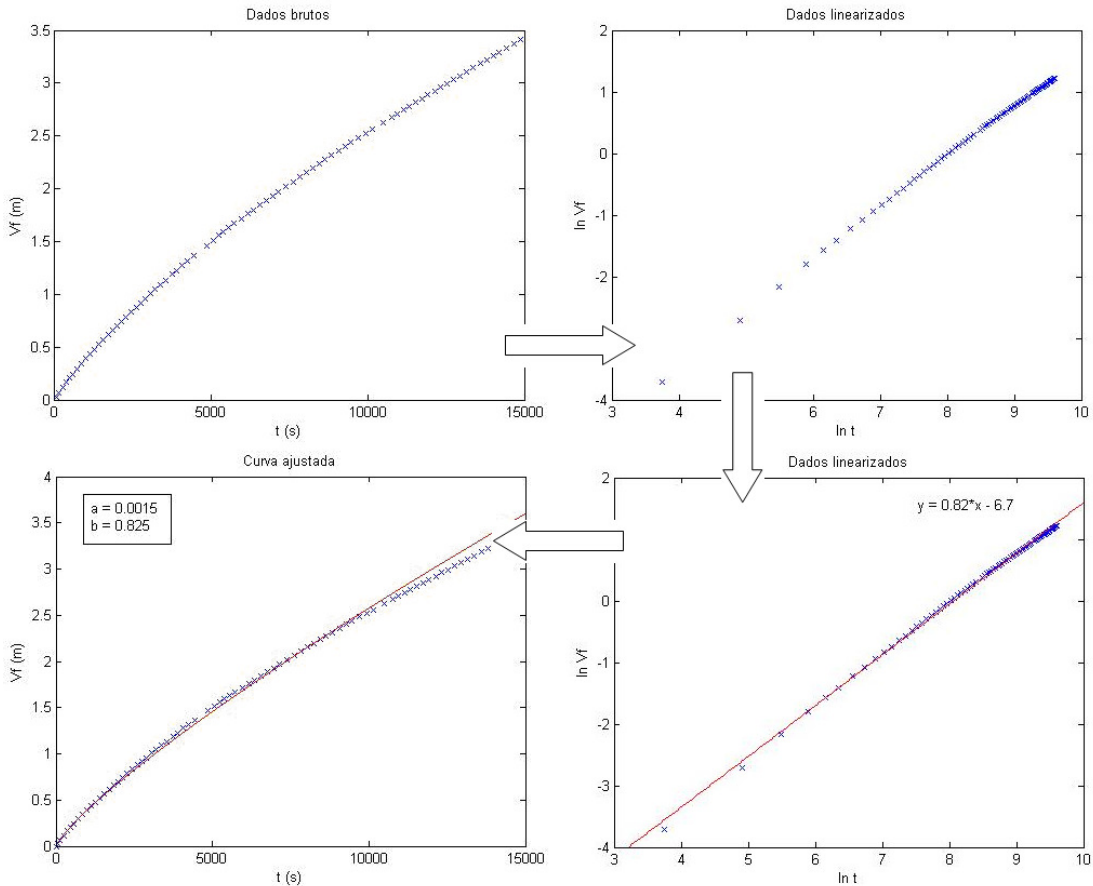


Figura 6: Ilustração do processo de estimativa dos parâmetros a e b (KOSTYAKOV, 1932). (elaboração própria)

PERTUSSATTI *et al.* (2011), DE SOUZA e ALVES (2003), SOBRINHO *et al.* (2003) e COELHO *et al.* (2000) utilizaram esse método para estimar a e b.

Para a curva de infiltração de HORTON (1939), o mesmo método não pode ser utilizado. Neste caso, 3 parâmetros devem ser determinados: I_b , I_i e k . Muitos autores resolvem o problema a partir de informações físicas do experimento. OLIVEIRA *et al.* (2000) não considerou a VIB como um parâmetro estatístico e sim como o último valor

⁹ A linearização da equação é feita pela utilização do operador “ln” em ambos os lados da equação:

$$V_i = a t^b \rightarrow \ln(V_i) = \ln(a) + b \ln(t) \rightarrow V_i^* = \alpha + \beta t^*$$

Onde α é o coeficiente linear da reta (igual à $\ln(a)$), β é o coeficiente angular da reta (igual a b), $V_i^* = \ln(V_i)$ e $t^* = \ln(t)$.

¹⁰ SOUZA (2014) apresenta uma boa explicação do método.

do teste de infiltração. SOBRINHO *et al.* (2003), PANACHUKI *et al.* (2011) e PERTUSSATTI *et al.* (2011) não consideraram nem taxa de infiltração básica nem a taxa de infiltração inicial como parâmetros estatísticos, ambos foram estimados a partir dos dados experimentais. Com uma ou duas variáveis a menos, o método dos mínimos quadrados, mediante a uma linearização prévia¹¹, pode ser aplicado.

Após determinar os parâmetros, é importante avaliar a consistência dos modelos. O grau de aderência pode ser medido pelo coeficiente de determinação R² (DA SILVEIRA *et al.*, 1993), exposto na Equação 22.

Equação 22: Definição do coeficiente R².

$$R^2 = 1 - N/D$$

Onde N é o somatório dos quadrados das diferenças entre os valores observados e calculados e D é o somatório dos quadrados das diferenças dos valores observados em relação à sua média. PERTUSSATTI *et al.* (2011), PANACHUKI *et al.* (2011), OLIVEIRA *et al.* (2000), DE SOUZA e ALVES (2003) e SOBRINHO *et al.* (2003) utilizaram esse índice para analisar seus resultados. Em posse dos valores de parâmetros de cada amostra, é possível calcular os momentos estatísticos delas. Todavia uma diferença entre as médias amostrais implica em uma possibilidade (não uma certeza) de diferença das médias populacionais.¹²

Oliveira (2008) faz uma revisão dos testes estatísticos para comparação de médias. O teste F, o teste t de Student e o teste de Tukey são exemplos desses testes.

POTT (2001), POTT e DE MARIA (2003), DE SOUZA e ALVES (2003), MENDONÇA *et al.* (2009), PANACHUKI *et al.* (2011), PERTUSSATTI *et al.* (2011) utilizaram o teste de Tukey (5%) para comparação das médias dos valores de VIB.

¹¹ A linearização da equação é feita pela utilização do operador “ln” em ambos os lados da equação:

$$I_t = I_b + (I_i - I_b) e^{-kt} \rightarrow \ln(I_t - I_b) = \ln(I_i - I_b) - kt \rightarrow I_t^* = \alpha + \beta t$$

Onde α é o coeficiente linear da reta (igual a $\ln(I_i - I_b)$), β é o coeficiente angular da reta (igual a $-k$) e $I_t^* = \ln(I_t - I_b)$

¹² O comentário pode ser melhor compreendido com a leitura do capítulo 8 (Testes de hipótese) de Pires (2000).

II.1.3.3 – Métodos experimentais para obtenção de séries de dados de infiltração

Tanto LEAL (2011), quanto OTTONI (2005) atentam para a importância de realizar testes desta natureza *in situ*, seja pela estrutura e morfologia do perfil do solo (OTTONI, 2005), seja pela grande variabilidade espacial e temporal dos solos (LEAL, 2011). LEAL (2011) completa dizendo que os dados não podem ser extrapolados para grandes áreas do mesmo solo, ou para diferentes períodos.

Os métodos mais utilizados para esse propósito são: os infiltrômetros de aspersão ou simuladores de chuva (ROTH *et al.*, 1985; CHAVES *et al.*, 1993; ALVES SOBRINHO, 1997 *apud* POTT; DE MARIA, 2003), os permeâmetros (ELRICK *et al.*, 1989; REYNOLDS *et al.*, 1992 *apud* POTT; DE MARIA, 2003), os infiltrômetros de tensão ou permeâmetros de disco (PERROUX; WHITE, 1988; REYNOLDS; ELRICK, 1991; COOK; BROEREN, 1994; BORGES *et al.*, 1999 *apud* POTT; DE MARIA, 2003) e os infiltrômetros de pressão (REYNOLDS; ELRICK, 1990; ELRICK; REYNOLDS, 1992 *apud* POTT; DE MARIA, 2003).

POTT e DE MARIA (2003) descrevem o infiltrômetro do tipo aspersor como uma área isolada onde é aplicada uma lâmina útil de chuva conhecida, gerada a partir de um simulador de chuvas. O escoamento superficial do sistema é coletado e medido. A diferença entre a lâmina útil e o *runnof* é o volume infiltrado. O processo está esquematizado na Figura 7.



Figura 7: Esquema de um infiltrômetro do tipo aspersor (POTT e DE MARIA, 2003)

O permeâmetro fornece água ao solo com carga hidráulica controlada (POTT e DE MARIA, 2003). O tubo de cima é mantido a um nível constante enquanto o fluxo de água para o solo é monitorado. A Figura 8 apresenta um esquema desse aparato.

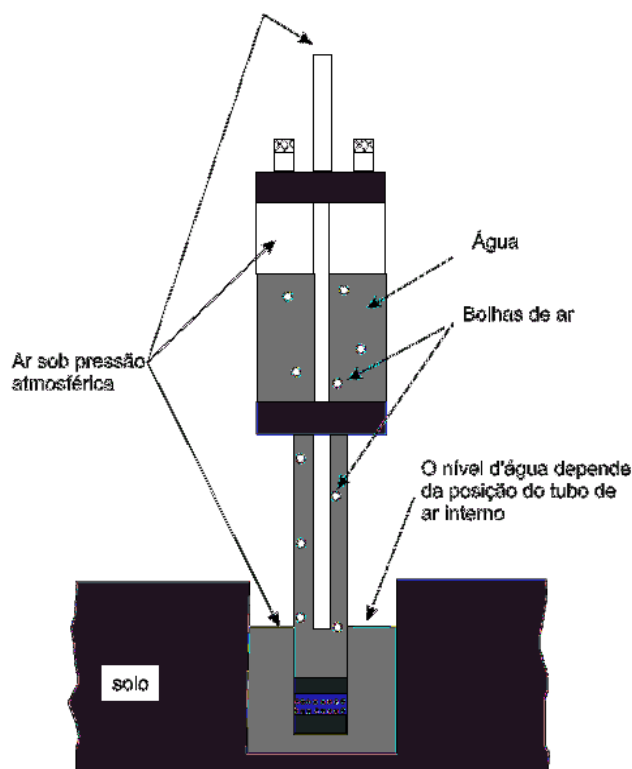


Figura 8: Esquema de um permeâmetro (DOS SANTOS, 2005)

A diferença entre o permeâmetro e os permeâmetros de disco é a capacidade dos infiltrômetros de tensão de realizarem medições de infiltração de água sob potencial negativo, permitindo o estudo do movimento da água em solos não saturados. (POTT, 2001).

Os infiltrômetros de pressão, também chamados de infiltrômetro de duplo anel ou infiltrômetros de anéis concêntricos, são os aparatos menos dispendiosos, simples leitura, de fácil manuseio e transporte para a avaliação da infiltração (LAWALL, 2010). A Figura 9 apresenta uma foto do equipamento.

Este método consiste em dois cilindros concêntricos (medidas variadas) pelos quais são cravados no solo (aproximadamente 10 cm) onde a água é colocada até formar uma lâmina d'água variável entre 2 a 15 cm a qual, tem como finalidade manter o fluxo constante. As medidas são feitas no cilindro interno com uma régua ou bóia graduada que indica a altura de água (cm e mm) sobre o solo por uma determinada unidade de tempo (é o volume/tempo) (DUNNE E LEOPOLD, 1978, REICHARDT, 1987, COELHO NETTO, 1998 *apud* LAWALL, 2010)



Figura 9: Infiltrômetro de duplo anel em uso. (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)

O anel externo serve para minimizar as perdas laterais do anel central, de modo a reproduzir uma infiltração o mais vertical possível (OTTONI, 2005). A capacidade de infiltração é calculada pela diferença de altura medida dividida pelo tempo decorrido entre as medições (Equação 23). O experimento termina no momento em que a velocidade de infiltração se estabiliza.

Equação 23: Cálculo da capacidade de infiltração instantânea.

$$I_t^{\text{obs}} = (h_1 - h_2) / \Delta t$$

Onde I_t^{obs} é a capacidade de infiltração observada ($L T^{-1}$), h_1 é o nível d'água superior (L), h_2 é o nível d'água inferior (L), Δt é o tempo decorrido para a passagem do nível de h_1 a h_2 (T).

Os valores de VIB podem ser classificados qualitativamente segundo a Tabela 2.

Tabela 2: Classificação dos valores de infiltração (REICHARDT, 1987)

VIB	VALOR
Muito alto	> 3cm/h
Alto	1,5 – 3,0 cm/h
Médio	0,5 – 1,5 cm/h
Baixo	0,1 – 0,5 cm/h
Muito baixo	< 0,1 cm/h

Segundo ALVES SOBRINHO (1997, *apud* POTT, 2001) o valor da velocidade de infiltração básica apresenta grande dependência do método utilizado em sua

determinação. A escolha de um determinado método de avaliação dessa velocidade depende dos objetivos dos trabalhos a serem desenvolvidos (POTT, 2011).

POTT (2001) comparou os quatro métodos de determinação da VIB apresentados e sintetizou as vantagens e desvantagens dos métodos. Para o caso dos infiltrômetros por aspersão, o autor, em concordância com outros autores, afirma que estes são os equipamentos mais eficientes para avaliar a VIB. (PRUSKI, 1993; BRITO *et al.*, 1996 e ALVES SOBRINHO, 1997 *apud* POTT, 2001). Entretanto, seu uso é muito mais complicado em relação aos outros métodos: necessita de, ao menos, quatro pessoas para a instalação, consome grande quantidade de água e devem ser transportados muitos componentes como gerador, bomba, cartola de água, etc. (POTT, 2001).

Sobre o permeâmetro, POTT (2001) pondera que, apesar de ser de simples manuseio e baixo consumo d'água, ele necessita de mais pontos amostrais, já que a sua área é de 0,015 m². Um segundo cuidado na utilização deste equipamento é a abertura do orifício, em virtude da possibilidade do espelhamento das paredes do orifício pela tradagem (POTT, 2001).

Os infiltrômetros de tensão são aparelhos demandantes de mais cuidados do que o permeâmetro, sem oferecer nenhuma vantagem específica na mensuração da VIB. As vantagens do aparelho estão relacionadas à avaliação da qualidade do solo não saturado. Os resultados de VIB obtidos, tanto por permeômetros, quanto por permeômetros de disco, são superiores aos valores conseguidos a partir de simuladores de chuva.

Em relação ao infiltrômetro de pressão, POTT (2001) apresenta quatro exemplos de trabalhos (SIDIRAS; ROTH, 1987; BRITO *et al.* (1996); PRUSKI *et al.* (1997) e BOERS *et al.* (1992) *apud* POTT, 2001) que compararam dados obtidos a a partir de infiltrômetros de aspersão com os de infiltrômetros de anel duplo. Em todos os trabalhos, os infiltrômetros de pressão obtiveram resultados superiores aos simuladores de chuva. POTT (2001) conclui que este método não deve ser usado em projetos onde superestimar dados de infiltração possa acarretar em riscos para pessoas ou em grandes prejuízos, como dimensionamento de terraços.

Entretanto, assim como o permeâmetro, o equipamento é de simples manejo e baixo consumo d'água, sem incorrer na problemática da abertura do orifício. Além disso, o método apresentou as melhores correlações com propriedades relacionadas à estrutura do solo (POTT, 2001). À luz dessas observações, POTT (2001) classificou o

infiltrômetro de pressão como uma ótima ferramenta para caracterização da qualidade do solo.

II.1.4 – O papel da cobertura vegetal na dinâmica hidrológica dos solos

Dentre os parâmetros apresentados a VIB ou TIB costuma ser a variável mais utilizada para avaliação da qualidade do solo. Valores de VIB são fundamentais no dimensionamento de projetos agrícolas de irrigação, drenagem e conservação do solo e da água (PRUSKI, 1993; ALVES SOBRINHO, 1997 *apud* POTT, 2001) e importantes na caracterização da estrutura do solo (POTT, 2001).

Muitos autores se concentraram na avaliação de quais fatores influenciam no valor desse parâmetro como a cobertura vegetal do solo, a qual está diretamente relacionada ao manejo da área. LAWALL (2010) apresentou uma revisão bibliográfica sobre a relação da cobertura vegetal com as taxas de infiltração. A vegetação funciona como uma capa protetora do solo minimizando os impactos diretos da gota da chuva pela interceptação, dispersando a água que alcança a superfície do solo (DUNNE E LEOPOLD, 1978; MANNING, 1992 *apud* LAWALL, 2010). Uma vez retirada a vegetação, o solo torna-se exposto, facilitando, através do contato direto da gota, o salpicamento das suas partículas que, deslocadas, podem preencher os macroporos, dificultando a entrada de água no perfil (GUERRA, 1999 *apud* LAWALL, 2010). A quebra do ciclo de matéria orgânica na superfície alimentada pela serrapilheira das áreas florestadas, também altera significativamente as condições da superfície de infiltração (LAWALL, 2010)¹³. A soma de todos esses fatores resulta na afirmação a seguir.

Solos sob florestas apresentam uma infiltração de 15 a 25 vezes maior que os solos descobertos (usados em agricultura mecanizada, por exemplo). Nessas áreas, a infiltração média das águas das chuvas é da ordem de 150 mm/hora e, em lavouras mecanizadas ou

¹³ A quebra do ciclo de matéria orgânica na superfície alimentada pela serrapilheira das áreas florestadas, também altera significativamente as condições de superfície de infiltração. Não havendo mais fonte para a formação da serrapilheira, a fauna do solo migra ou pode deixar de existir no local em função da retirada de condições favoráveis a sua existência, pelo aumento da temperatura, mudança de pH e redução da umidade (BJÖRN e McCLAUGHERTY, 2003). A falta de serrapilheira conduz duas grandes mudanças na superfície. A primeira, ligada a quebra da difusão lateral e vertical dos fluxos auxiliados pela malha de raízes que se forma sob a serrapilheira COELHO NETTO, (1987). E a segunda, na redução da atividade biogênica na formação de macroporos e dutos (biocavidades) que atuam como verdadeiros condutores de água para o interior do perfil por formação de fluxo preferencial (NEWSOM, 1996). (LAWALL, 2010)

pastagens de grande lotação, a infiltração é da ordem de 6 mm/hora (ROCHA; KURTZ, 2001). Logo, a retirada da vegetação altera significativamente as condições superficiais do solo gerando degradação na qualidade física dos solos. (LAWALL, 2010)

A afirmação vem sendo revisitada por diversos autores em diferentes condições climáticas, pedológicas e hidrológicas.

PANACHUKI (2011) realizou testes de infiltração sob chuva simulada em três sistemas de manejo do solo: semeadura direta, preparo com grade aradora e com escarificador associados a três níveis de cobertura do solo com resíduo vegetal: 0,0; 2,0; e 4,0 Mg ha⁻¹. O solo da região (igual para todas as amostras) foi classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico típico. O autor utilizou o modelo de HORTON (1939). Ao analisar os dados da VIB, PANACHUKI (2011) concluiu que a manutenção da cobertura do solo com quantidades elevadas de resíduo vegetal preserva as propriedades físicas e impede a formação de selamento superficial, que é uma das principais causas da diminuição da infiltração de água no solo. O autor também analisou seus resultados à luz do parâmetro k. Sobre esse, ele comenta que, embora na parcela com maior massa de resíduo vegetal não tenha ocorrido o valor da VIB superior ao observado, na parcela com o valor intermediário, verificou-se maior intervalo de tempo para que o início do escoamento superficial ocorresse, diminuindo, com isso, a possibilidade de perdas por erosão hídrica.

PERTUSSATTI *et al.* (2011) também realizou testes de infiltração sob chuva simulada e de perda de solo em três tipos de solo: Latossolo Roxo Distrófico (LR), Latossolo Vermelho-Escuro (LV) e Neossolo Quartzarênico (NQ). O autor fez testes, nessas áreas, com presença e ausência de cobertura vegetal. Verificou-se que, nas parcelas sem cobertura, as perdas de solo e água foram de 40% a 91% maiores que nas parcelas com cobertura (PERTUSSATTI *et al.*, 2011).

SOBRINHO *et al.* (2003) estudou a infiltração de água em Latossolo Vermelho distroférico para 4 sistemas de manejo e rotação de culturas, em plantio direto e convencional. Os sistemas de sucessão correspondentes aos tratamentos avaliados sob plantio direto foram: soja, seguida de cultivo de nabo forrageiro (Trat1); soja, seguida de cultivo de aveia (Trat2); soja, seguida de pousio (Trat3) e, sob plantio convencional, soja seguida de pousio no inverno (Trat4). O plantio convencional correspondeu a uma operação com grade aradora seguido de duas operações com grade niveladora. Nesse trabalho, foi utilizado um infiltrômetro de aspersão para a campanha experimental cujos dados foram ajustados pelas Equações 11 e 20.

Novamente, os maiores valores de infiltração corresponderam às áreas de maior cobertura vegetal: às de plantio direto¹⁴.

DE SOUZA e ALVES (2003) analisou a taxa de infiltração básica em diversos usos e ocupações do solo: plantio direto com culturas anuais; preparo convencional com culturas anuais; cultivo mínimo com culturas anuais; vegetação natural (cerrado); área com pastagem e área com cultura de seringueira. O solo da região é o Latossolo Vermelho-Escuro álico, o qual foi o mesmo para todas as amostras. O método utilizado para as campanhas experimentais foi o infiltrômetro de duplo anel. Os maiores valores corresponderam à área de cerrado e ao cultivo mínimo¹⁵, sendo que os mesmos não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey. Os sistemas plantio direto e convencional apresentaram valores intermediários e não diferiram estatisticamente, sendo que o menor valor observado para este atributo correspondeu ao sistema da seringueira e pastagem, diferindo estatisticamente dos demais sistemas de manejo devido, provavelmente, ao processo de compactação (DE SOUZA e ALVES, 2003).

MENDONÇA *et al.* (2009) fez um extenso trabalho na Chapada do Araripe sobre as características hídricas de 21 áreas da região ordenadas em 4 grupos. Os grupos escolhidos foram: Grupo 1 - áreas de floresta úmida preservada e de cerrado desmatado e abandonado em recuperação; Grupo 2 - área de manejo de vegetação nativa, áreas desmatadas abandonadas e em recuperação, áreas de eucalipto e de pastagem abandonadas e áreas de cultivo próximas a floresta úmida ou consorciado com vegetação nativa; Grupo 3 - área de manejo de eucalipto em diversas fases de crescimento, área de cerrado preservada e susceptível a incêndios consecutivos, áreas desmatadas sem critério e áreas de manejo de vegetação nativa com clareiras; Grupo 4 - área de manejo de eucalipto em diversas fases de crescimento, área de manejo de vegetação nativa com clareiras, áreas de cultivos abandonados e de cerrado desmatado com solo exposto e indícios de processos erosivos. Neste trabalho, foram utilizados cilindros concêntricos para determinar os dados experimentais, os quais foram tratados segundo HORTON (1939). O Grupo 1 apresentou maiores capacidades médias de infiltração inicial (I_i) e final (I_b), diferindo

¹⁴ O plantio direto é uma técnica de cultivo conservacionista na qual procura-se manter o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais. Essa cobertura tem por finalidade protegê-lo do impacto das gotas de chuva, do escoamento superficial e das erosões hídrica e eólica. (EMBRAPA, 2014a)

¹⁵ O cultivo mínimo consiste no revolvimento mínimo do solo e na manutenção dos resíduos vegetais, realizando-se escarificações e gradagens leves (EMBRAPA, 2014b).

estatisticamente dos demais grupos, que não mostraram diferenças significativas entre si (MENDONÇA *et al.*, 2009).

Entretanto, ao avaliar os dados, é importante ter em mente outros fatores intervenientes nos resultados, mesmo que esses não consistam no foco do trabalho.

Vários são os fatores intervenientes na taxa de infiltração básica do solo, sendo eles associados às propriedades físicas do solo, à própria água, principalmente quanto a sua viscosidade e aos íons passíveis de permutação com as partículas, e ao manejo do solo (ARAÚJO FILHO; RIBEIRO, 1996; OLIVEIRA SALES *et al.*, 1999). O valor da VIB varia, inclusive, em relação ao método utilizado de medição de infiltração (ARAÚJO FILHO; RIBEIRO, 1996). Assim, textura (DAKER, 1970), estrutura (RESENDE *et al.*, 1997), tamanho e disposição do espaço poroso (BAVER *et al.*, 1972), manejo do solo (DICKERSON, 1976; MACHADO, 1976), mineralogia (FERREIRA, 1988) e umidade inicial para solos com argila expansiva (ARAÚJO FILHO; RIBEIRO, 1996; JABRO, 1996), além da metodologia adotada no teste de infiltração (BRITO *et al.*, 1996), são algumas das causas mais importantes de variação da velocidade de infiltração básica. (OTTONI, 2005).

Por fim, a título de precaução, é importante mencionar que, para conduzir qualquer pesquisa que relacione dados de infiltração a alguma das variáveis citadas, deve-se manter constantes todos os outros fatores que influenciem nos testes de infiltração. Ou seja, caso se queira mostrar que a presença de cobertura vegetal contribui para um aumento da VIB, deve-se realizar testes em uma mesma pedologia e por um mesmo método de medição, variando somente a cobertura vegetal em cada teste.

Como segundo ponto de cautela, cabe-se ressaltar que a presente seção não possui elementos para concluir que a presença de vegetação aumenta a vazão de base de um rio. De fato, diversos autores chegaram a conclusões de que a cobertura vegetal aumenta a capacidade de infiltração do solo, porém, para inferir sobre a vazão de base ou sobre a recarga do aquífero, deve-se modelar toda hidrologia do solo e não somente a entrada de água no solo. Outros processos como a transpiração das plantas através das folhas podem vir a contrabalancear essa entrada de água superior.

II.2 – Agroecossistemas

“Este é o grande dilema do desenvolvimento: os camponeses, pequenos agricultores e índios não têm condições de arcar com os custos das máquinas e produtos químicos agrícolas; e o sistema ecológico tem menos condições ainda para amoldar-se ao desmatamento em grande escala e à monocultura.”
(Darrel A. Posey)

Há diversos tipos de agroecossistemas, distribuídos no tempo e no espaço. Esses se diferenciam entre si por aspectos sociais e ecológicos, que são reflexos e também refletem a técnica de manejo utilizada, podendo apresentar impactos negativos ou positivos no ambiente, em maior ou menor escala.

Para tratar sobre esse assunto, é relevante, primeiramente, compreender algumas teorias que buscam explicar os sistemas e sua complexidade. Posteriormente, devem-se conhecer os conceitos atribuídos a “agroecossistema”, assim como alguns exemplos de sistemas agrícolas utilizados amplamente. Por fim, de modo a compreender a íntima relação entre o agroecossistema e a sustentabilidade agrícola, serão apresentadas definições de “sustentabilidade” e de sistemas agroecológicos e, enfim, serão feitas algumas considerações.

A Teoria Geral dos Sistemas, criada pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy, em 1937, confronta o pensamento mecanicista e cartesiano, que teve como pensador René Descartes, o pai do pensamento analítico. Ele afirmava que fenômenos complexos deveriam ser fracionados para facilitar sua análise, visto que a compreensão do todo se dá a partir do entendimento do funcionamento de suas partes.

Essa Teoria parte das premissas básicas de que todo sistema é um sub-sistema de um sistema maior e que os sistemas são abertos (isto é, possuem interação com o meio, sendo influenciado e influenciando o mesmo), complexos e respondem a variações que não são necessariamente compreensíveis. Por essa razão, as propriedades dos sistemas não podem ser descritas em termos de seus elementos separados, pois cada um dos elementos, ao serem reunidos para constituir uma unidade funcional maior, desenvolvem características que não se encontram em seus componentes isolados (VON BERTALANFFY, 1975).

A partir dessas reflexões, um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos interdependentes que interagem entre si formando um todo organizado, cujas características são diferentes das características de cada elemento componente

observado isoladamente. Assim, qualquer conjunto de partes unidas entre si pode ser considerado um sistema, desde que as relações entre as partes e o comportamento do todo sejam o foco de atenção, e uma mudança em um dos elementos provocará mudanças nos demais ou na totalidade do sistema.

Seguindo a mesma linha de pensamento, o cientista inglês James Lovelock criou a Teoria de Gaia, na década de 70, concluindo que o Planeta Terra é um organismo vivo – Gaia (LOVELOCK, 1979). Neste trabalho, o autor apresenta uma série de estudos realizados para a NASA, os quais o levaram a constatar que a diferença de composição química da atmosfera da Terra em relação àquela de Marte ou Vênus não é apenas determinada por reações físicas e químicas, mas, principalmente, pelo fato de que a Terra possui vida, sendo constantemente construída e consumida pelos seres vivos. LOVELOCK (1979) afirma que Gaia deve ser considerada como um verdadeiro sistema, abrangendo toda a vida e todo o seu meio ambiente, estritamente acoplados de modo a formar uma entidade auto-reguladora, ou seja, sua biosfera tem a capacidade de gerar, manter e regular as condições do meio ambiente. Segundo esta teoria, a Terra reage organicamente a todos os atos feitos sobre ela.

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio pressupõe que o homem seja parte integrante dos ecossistemas, e que existe uma interação dinâmica entre ele e as outras partes dos ecossistemas, sendo que as mudanças na condição humana regem, direta e indiretamente, as mudanças nos ecossistemas, causando assim alterações no bem-estar humano (MEA, 2003).

Partindo da premissa que o todo é resultado não meramente da soma de suas partes, como também das relações entre elas, pode-se classificar os sistemas quanto a sua complexidade. Essa, a partir da definição expressa por RUSSEL (1982), é formada por três conceitos fundamentais, sendo eles: diversidade, conectividade e organização dos elementos.

O agroecossistema é um local de produção agrícola – uma propriedade agrícola, por exemplo – compreendido como um ecossistema. O conceito de agroecossistema proporciona uma estrutura com a qual podemos analisar os sistemas de produção de alimentos como um todo, incluindo seus conjuntos complexos de insumos e produção e as interconexões entre as partes que os compõem. (GLIESSMAN, 2009)

Para ODUM (2001), a diferença entre ecossistemas naturais e agroecossistemas se deve ao aporte de energias externas (trabalho, irrigação, combustível, maquinaria e agroquímicos), pela interferência humana direta na redução da biodiversidade e seleção artificial de plantas e animais convenientes ao processo antrópico produtivo. Assim, os agroecossistemas são projetados e gerenciados para se obter uma máxima conversão de energia solar e outras, em produtos.

MARTEN (1988, *apud* RONCON, 2011) descreve um agroecossistema como um complexo de ar, água, solo, plantas, animais, microorganismos e os outros componentes que estiverem na área modificada pelo ser humano com propósito de produção agrícola. Podendo um agroecossistema ter tamanho específico, ser um campo ou uma fazenda ou uma paisagem agrícola de uma vila, região ou nação.

Segundo HOLANDA (2003), um agroecossistema é um sistema aberto, interagindo com a natureza e com a sociedade, através do desenvolvimento de um sistema alimentar sustentável, que trabalha a eficiência do processo de conversão de recursos naturais no alimento presente na mesa das pessoas. Em termos de sistemas, agroecossistemas se posicionam na interface entre os sistemas naturais e sociais, e que não somente agem como fonte de *inputs* (insumos), mas também como dreno de *outputs* (produção).

Agroecossistemas podem ser também definidos como entidades regionais manejadas com o objetivo de produzir alimentos e outros produtos agropecuários, compreendendo as plantas e animais domesticados, elementos bióticos e abióticos do solo, rede de drenagem e de áreas que suportam vegetação natural e vida silvestre. Os agroecossistemas incluem, de maneira explícita o homem, tanto como produtor quanto como consumidor, tendo, pois, dimensões socioeconômicas, de saúde pública e ambiental (TOEWS, 1987, *apud* CUNHA, 2006).

Segundo ALTIERI (1999), os agroecossistemas apresentam-se com configurações próprias em cada região, sendo um resultado das variações locais de clima, solo, das relações econômicas, da estrutura social e da história. Para CONWAY (1987 *apud* RONCON, 2011), a complexidade dinâmica dos agroecossistemas surge, primeiramente, da interação entre os processos socioeconômicos e ecológicos.

II.2.1 – Agroecossistema em desequilíbrio

O modo de agricultura mais presente na atualidade é conhecido como "agricultura convencional". Essa técnica surgiu em meados da década de 1960 e foi difundida através da intitulada "Revolução Verde". ALMEIDA (2009) faz uma sucinta descrição dos princípios desse movimento:

Fundada basicamente em princípios de aumento da produtividade através do uso intensivo de insumos químicos, de variedades de alto rendimento melhoradas geneticamente, da irrigação e da mecanização, criando a ideia que passou a ser conhecida com frequência como aquela do "pacote tecnológico". (ALMEIDA, 2009)

Diversos autores, dentre eles, CARSON (2002), ALMEIDA (2009), ROSSET (1997), CALDEIRA e CHAVES (2010), GLIESSMAN (2009), SHIVA (1991), problematizaram a saúde ou equilíbrio do agroecossistema fruto dessas práticas.

Um dos impactos mais relevantes desse *modus* de cultivo é a perda de solos férteis. SANTOS FILHO (2006) elucida os impactos das mudanças dos usos do solo da região do Paraná, em grande parte para a agricultura convencional, relativos à perda de solos por erosão. LOMBARDI NETO e DRUGOWICH (1994) corroboram com aquele ao afirmar que a capacidade de produção das terras agricultáveis no Brasil vem diminuindo ao longo dos anos devido ao manejo não adequado às nossas condições climáticas. Essa diminuição decorre da perda de solo fértil, os quais são carregados e chegam nos rios, lagos, etc. AGOSTINHO (2005) ressalta que a perda de solo está sendo compensada pela incorporação de fertilizantes obtidos através de energia não renovável.

Entretanto, os fertilizantes são apenas uma de duas categorias de insumos químicos que tornam possível a agricultura convencional. A outra seria os defensivos agrícolas¹⁶. CARSON (2002) realizou um extenso estudo sobre a composição e impactos dos agrotóxicos mais utilizados na agricultura convencional. A autora aborda questões de saúde humana (individual e coletiva), do solo, das águas superficiais e subterrâneas. Ao longo do texto, a autora apresenta vários casos de intoxicações agudas por causa dessas substâncias, além de evidências da relação entre o aumento das ocorrências de câncer no mundo e o uso de agrotóxicos. Além disso, ela

¹⁶ Mais conhecidos como agrotóxicos ou, simplesmente, "venenos".

apresenta uma grande quantidade de experimentos que provam os impactos das substâncias na vida dos rios e do solo.

SHIVA (1991) critica as sementes transgênicas por essas alavancarem um processo de redução da diversidade genética na Índia, a qual vem sendo mantida por agricultores há milhares de anos.

Por fim, cabe elencar os malogros dessa prática agrícola referentes à água, tanto na dinâmica hidrológica, quanto na gestão da água. Quanto ao ciclo hidrológico, HARKET *et al.* (2013) associa essa prática à diminuição da capacidade de infiltração do solo, a qual implica em um aumento do escoamento superficial e, por conseguinte, uma majoração das cheias. A diminuição da capacidade de infiltração do solo também provoca uma menor recarga dos aquíferos subterrâneos e pode repercutir em estiagens mais severas em pequenos rios. Quanto à gestão de recursos hídricos, cabe-se citar o relatório UNESCO (2009), o qual destaca a pressão da agricultura convencional aos recursos hídricos a partir do fato dessa agricultura representar 70% do uso consuntivo da água no mundo.

CALDEIRA e CHAVES (2010) resume boa parte dos trabalhos supracitados pela Figura 10.

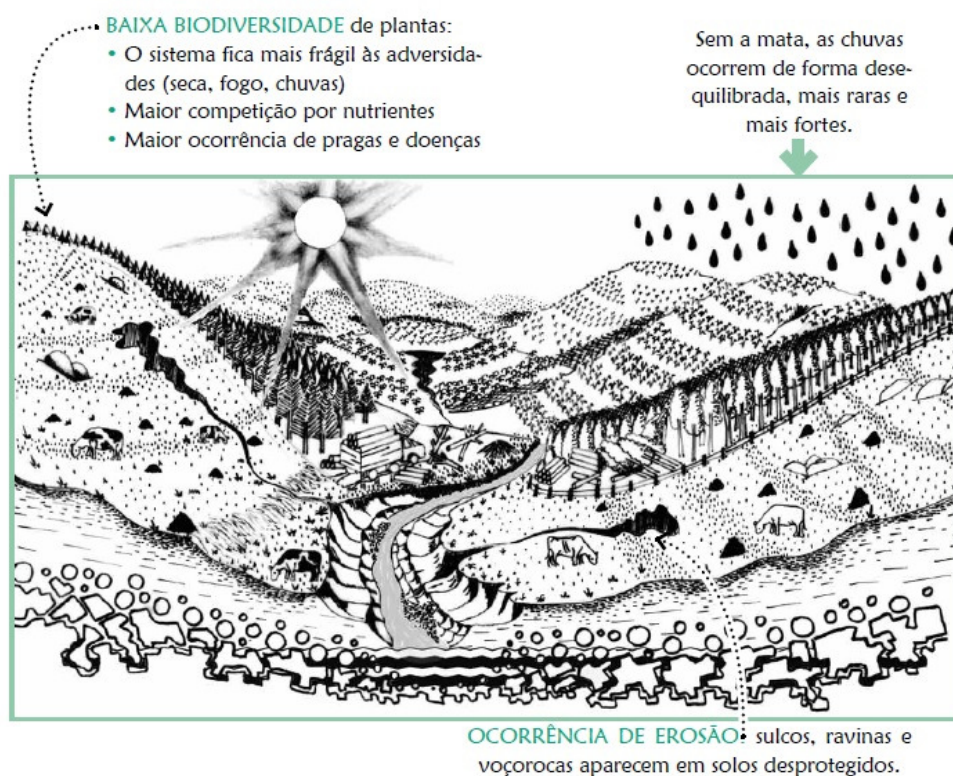


Figura 10: Sistema de produção em desequilíbrio. (Fonte: CALDEIRA; CHAVES, 2010)

Para LEPSCH *et al.* (1991), a ineficiência da produção agrícola e de água para uso múltiplo têm suas causas interligadas, onde as principais são aquelas vinculadas ao uso, manejo e conservação do solo. Enfim, a erosão, perda de infiltração de água no solo, contaminação com produtos tóxicos e redução na disponibilidade de nutrientes fazem com que seja impossível economicamente continuar a produção, levando ao abandono de áreas e aberturas de outras, na chamada “agricultura itinerante” (ROMEIRO, 2004). Esse método de produção é extremamente insustentável, pois temos um limite de área para produção agrícola, além do fato de que as reservas de recursos naturais não renováveis estão esgotando-se AGOSTINHO (2005).

O desmatamento e a utilização de práticas agrícolas não adaptadas ao ambiente tropical têm contribuído fortemente para a redução quantitativa e qualitativa dos recursos, ameaçando e se afastando da chamada sustentabilidade. A preservação da produtividade da terra agrícola, a longo prazo, requer práticas agrícolas orientadas pelo conhecimento em profundidade dos processos ecológicos que ocorrem nas áreas produtivas e nos contextos mais amplos dos quais elas fazem parte. (GLIESSMAN, 2009)

Além dos custos ambientais, a Revolução Verde resultou em altos custos sociais. SHIVA (1991) define esse custo como uma “crise cultural e étnica”, junto a uma erosão das estruturas sociais que tornam a diversidade cultural e pluralidade possíveis como uma realidade democrática em um arcabouço descentralizado.

Nessas regiões, onde a nova tecnologia foi mais extensivamente aplicada, ela conseguiu o que um século de domínio colonial falhou em atingir: a virtual eliminação do estável resíduo da sociedade tradicional. (FRANKEL, 1972 *apud* SHIVA, 1991 - tradução do autor)

Economicamente, verifica-se que, quando o crescimento da renda média do agricultor não é negativo, é muito pequeno, indicando um processo de desenvolvimento que reduz, ao longo do tempo, a renda dos agricultores (alguns mais, outros menos) e demonstrando também que, globalmente, ocorre um processo de “engessamento” da agricultura e, paralelamente, uma articulação com setores agroindustriais (ALMEIDA, 2009). No nível político, a agricultura passa a ser subordinada à indústria (química, especialmente), sendo esta a chave da agricultura, determinando seus processos tecnológicos (ALMEIDA, 2009). O pequeno produtor e o

agricultor familiar passa a ser socialmente vulnerável; subordinado política econômica e culturalmente à modernidade¹⁷.

No Brasil, a agricultura de coivara¹⁸ persiste como uma forma de cultivo amplamente praticada por comunidades rurais (COOPERAFLORRESTA, 2013). Este tipo de manejo é praticado há mais de mil anos (PEDROSO JUNIOR *et al.*, 2008) e provavelmente é a agricultura mais antiga do mundo (NYE; GREENLAND, 1960). MARTINS (2005) resume essa prática:

O índio e o caboclo abrem uma clareira dentro da vegetação primária ou em diferentes estágios de sucessão e ateiam fogo. Dessa maneira, ele incorpora nutrientes ao solo e aí estabelece uma comunidade de plantas que apresenta heterogeneidade de espécies. (MARTINS, 2005)

PEDROSO JUNIOR *et al.* (2008) faz uma extensa revisão bibliográfica e pondera os benefícios e malefícios da agricultura de coivara.

Boa parte da literatura trata esta agricultura como um sistema agrícola tradicional e ecologicamente sustentável. Alguns autores afirmam que, quando praticada tradicionalmente em grandes áreas florestadas, com baixa densidade populacional, tecnologia de baixo impacto e longos períodos de pousio, a agricultura de corte e queima pode ser manejada de forma ecologicamente sustentável, sem comprometer drasticamente a fertilidade dos solos (KLEINMAN *et al.*, 1995; JOHNSON *et al.*, 2001 ; MENDOZA-VEGA *et al.*, 2003 *apud* PEDROSO JUNIOR *et al.*, 2008). BREARLEY *et al.* (2004, *apud* PEDROSO JUNIOR *et al.*, 2008) concluiu que um período de 55 anos após o abandono de uma roça é o suficiente para a recuperação da estrutura florestal original. Outro indicador de boa qualidade do sistema é a grande diversidade de espécies e variedades de cultivares, possibilitada pela manutenção de processos evolutivos, incluindo interações passadas e atuais entre agricultores e espécies cultivadas, conservação de germoplasma e ambiental (HARRIS, 1971; OLDFIELD; ALCOM, 1987; BRUSH, 1995; SALICK *et al.*, 1997; DOVE; KAMMEN, 1997; PERONI, 1998; ALTIERI, 1999; MARTINS, 2005 *apud* PEDROSO JUNIOR *et al.*, 2008).

¹⁷ ALMEIDA (2009) apresenta a "revolução verde" como o setor moderno da agricultura.

¹⁸ Também conhecida como agricultura de derrubada e queima, de pousio ou, simplesmente, "roça" (MARTINS, 2005).

Entretanto, o autor pontua que se pode observar uma mudança na visão hegemônica compartilhada pela comunidade científica:

Por muito tempo, sua existência foi tratada como um sistema agrícola tradicional e ecologicamente sustentável. As práticas e técnicas desses sistemas agrícolas pareciam adaptadas aos solos e à biodiversidade a que estavam associados. No entanto, desde a década de 1970, tem aumentado o número de estudos sobre os impactos que a agricultura de corte e queima vem causando nos solos e nas florestas e, mais recentemente, sobre o seu papel como agente do desmatamento e do aquecimento global. (PEDROSO JUNIOR *et al.*, 2008)

Ao elucidar esta transição de opinião, PEDROSO JUNIOR *et al.* (2008) atenta para o fato de muitas das alternativas propostas para reduzir seus impactos negativos acabarem direcionando as atividades agrícolas para sistemas de cultivo intensivo e estritamente voltados para o mercado (BRONDÍZIO *et al.*, 1994; JAKOBSEN, 2006; KETTERINGS *et al.*, 1999 *apud* PEDROSO JUNIOR *et al.*, 2008). O trecho de seguinte resume o desafio embutido no estudo daquele autor:

Até que sejam encontradas formas de tratar as limitações institucionais e legais de maneira aceitável aos agricultores de coivara, aqueles responsáveis por intervenções de desenvolvimento talvez devam ser orientados a apoiar capacidades inovadoras dentro dos limites do sistema, ao invés de tentar implantar sistemas alternativos de cultivo permanente com efeitos sociais e ambientais incertos. (BROWN; SCHRECKENBERG, 1998 *apud* PEDROSO JUNIOR *et al.*, 2008).

II.2.2 – Sustentabilidade agrícola

Em um agroecossistema, estão presentes as relações e processos que são atribuídos a qualquer sistema vivo, aberto. Por essa razão, eles influenciam e são influenciados pelos processos do meio, sejam esses sustentáveis ou não.

No início da década de 70, o relatório do Clube de Roma (MEADOWS *et al.*, 1972), apontou que “a fim de garantir-se a disponibilidade de recursos adequados no futuro, é necessário que se adotem planos de ação que façam decrescer o atual uso de reservas” (MEADOWS *et al.*, 1978). Pelo exposto, percebe-se a necessidade de

obter uma agricultura que, além de ser competitiva, preocupe-se com o equilíbrio do meio ambiente, de modo a conseguir produtividade e lucro, proteção do meio biofísico, bem como segurança alimentar e saúde para o homem e o ambiente (AGOSTINHO, 2005). Essa vem sendo denominada genericamente como “agricultura sustentável”.

As raízes da sustentabilidade estão na silvicultura. No início do século XVIII, a mineração de prata, base da economia da Saxônia, teve sua existência ameaçada devido a uma grande escassez de madeira. Nesse contexto, foi estabelecido o conceito da “sustentabilidade” ou do “desenvolvimento sustentável”, segundo o qual se deve garantir sempre um estoque de madeira para as gerações futuras. O termo foi cunhado em 1987, no Relatório Brundtland – intitulado Nosso Futuro Comum, definindo desenvolvimento sustentável como sendo “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (ONU, 1987). No entanto, este conceito tem tido diferentes interpretações, dependendo do paradigma em que se baseia.

No sentido mais amplo, a sustentabilidade corresponde à produção sustentável, ou a ser capaz de perpetuamente colher determinado produto de um sistema, porque sua capacidade de se renovação não é comprometida. Segundo GLIESSMAN (2009), como a “perpetuidade” nunca pode ser demonstrada no presente, a prova da sustentabilidade permanece sempre no futuro e, assim, é impossível saber, com certeza, se uma determinada prática é, de fato, sustentável ou se um determinado conjunto de práticas constitui sustentabilidade. Contudo, é possível demonstrar que uma prática está se afastando da sustentabilidade.

Segundo a FAO (2000), a sustentabilidade agrícola está relacionada com a capacidade de manutenção, em longo prazo, da qualidade e quantidade de recursos naturais dos agroecossistemas, conciliando a redução dos impactos ao meio ambiente e atendendo às necessidades sociais e econômicas das comunidades rurais e urbanas. Portanto, para se alcançar a sustentabilidade agrícola, os fatores ecológicos (conservação e preservação do meio ambiente) e sociais (produção de alimento, geração de renda e manutenção do ser humano no campo) devem ser analisados de forma integrada, respeitando-se as intrincadas relações ecológicas dos seres vivos nele existentes (SOUZA, 2006).

Diante dos impactos negativos advindos da agricultura convencional, detalhados anteriormente, devido às práticas agrícolas inadequadas e da estrutura social imposta, que ameaçam a permanência dos agricultores na terra, surge uma corrente de crítica a esse modelo e de construção de “agriculturas alternativas”. Então,

na década de 70, nasce o conceito de Agroecologia, que contempla as dimensões agronômica, ecológica (ALTIERI, 1999; GLIESSMAN, 2009), sociológica e política (GUZMÁN CASADO *et al.*, 2000). Esses autores entendem a Agroecologia como um campo de conhecimento que intenta apoiar o processo de transição em direção a agroecossistemas sustentáveis. Segundo PRIMAVESI (1992), essa corrente propõe o resgate dos saberes de agricultoras e agricultores e os relaciona ao conhecimento científico para a construção de uma agricultura ecologicamente sustentável, socialmente justa e economicamente viável. Em outras palavras, a Agroecologia alia questões sociais, ecológicas, econômicas e culturais, se utiliza de conceitos e princípios ecológicos no manejo dos agroecossistema e valoriza a agricultura familiar.

Para buscar alcançar a sustentabilidade dos agroecossistemas, além de adequar a produção agrícola aos princípios que norteiam a sustentabilidade de um sistema, de modo a gerar um saldo positivo para esse, é necessário compreender os processos sociais envolvidos, que estão profundamente integrados aos processos ecológicos. A agricultura familiar é uma forma de produção onde predomina a interação entre gestão e trabalho; são os agricultores familiares que dirigem o processo produtivo, dando ênfase à diversificação e utilizando o trabalho familiar, eventualmente complementado pelo trabalho assalariado (MDS, 2010). De acordo com a FAO (2014), essa está intimamente vinculada à segurança alimentar, preserva os alimentos tradicionais, além de contribuir para uma alimentação balanceada, para a proteção da agrobiodiversidade e para o uso sustentável dos recursos naturais, e ainda representa uma oportunidade para impulsionar as economias locais.

No intento de aumentar a visibilidade dos agricultores familiares e pequenos produtores, focalizando a atenção mundial a seu importante papel, a ONU define 2014 como o Ano Internacional da Agricultura Familiar (FAO, 2014). Essa designação é justificada pelo fato de que a agricultura familiar é a forma predominante de agricultura no setor de produção de alimentos, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento, e possui um importante papel socioeconômico, ambiental e cultural, dadas algumas de suas características, observadas na Figura 11.

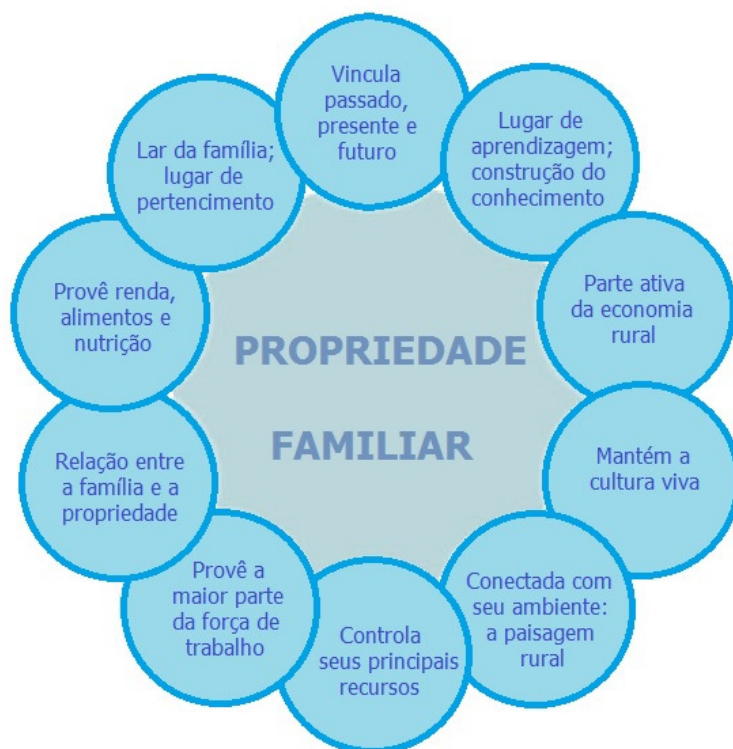


Figura 11: Dez características da agricultura familiar. (Adaptada de: VAN DER PLOEG, 2013)

GLIESSMAN (2009) afirma que “a agricultura do futuro deve ser tanto sustentável quanto altamente produtiva para poder alimentar a crescente população humana”. Nesse caminho, a agricultura familiar e a Agroecologia têm um papel crucial na transformação da realidade rural no Brasil, a partir das modificações das práticas agrícolas e sociais e, portanto, a necessidade da valorização delas é evidente. Ambas aliadas proporcionam o conhecimento, a metodologia e as ferramentas necessários à busca pela sustentabilidade agrícola.

II.3 – Sistemas Agroflorestais

II.3.1 – Conceito e Fundamentos

*“Enriquecer o sistema é mais gratificante que explorá-lo.”
(Ernst Götsch)*

Em uma primeira análise, a agrofloresta é uma prática de produção de alimento, uma prática de agricultura. A agricultura, entretanto, é definida nos dicionários de língua portuguesa como “a arte de cultivar os campos” ou o “cultivo da terra, lavoura”. O prefixo “agro” tem origem no verbete latino *agru*, que significa “terra cultivada ou cultivável”; “campo”. (STEENBOCK *et al.*, 2013)

Ao longo da história, o espaço florestal, especialmente nas regiões tropicais, tem sido o espaço no qual se introduzem práticas produtivas. Seria, portanto, uma visão reducionista caracterizar a ampla diversidade de sistemas de produção de alimentos (e de outros produtos) existentes ao redor do mundo apenas como sinônimo de agricultura, se neste conceito estiver inserido apenas o “cultivo dos campos” (LEACH, 1997 *apud* STEENBOCK *et al.*, 2013, p. 40).

Na natureza, os processos ocorrem sempre no sentido de aumentar a vida, de complexificá-la. A partir de observações dos sistemas naturais, práticas diversas de produção de alimentos, em diferentes regiões do Planeta, realizadas por diferentes grupos e em épocas distintas se utilizaram e se utilizam da sucessão natural como aliada do processo produtivo. Uma delas é a agricultura de coivara, apresentada anteriormente.

Diferente da prática que domina grande parte do território brasileiro, o uso das florestas não pressupõe necessariamente a transformação delas em uma paisagem de monocultura ou pastagem. Tomando como exemplo alguns sistemas produtivos tradicionais, a ação antrópica também pode resultar em mosaicos de florestas manejadas e sistemas agroflorestais. Essas práticas orientam relações de convivência com os ecossistemas para a produção de biomassa utilizando espécies adaptadas que contribuam para a reestruturação da fertilidade de terras degradadas.

Podem-se encontrar, na literatura, vários exemplos de sistemas agroflorestais que apresentam características que nos remetem a identificá-los como que análogos aos ecossistemas locais, às florestas tropicais, e nos quais a sucessão ou os princípios da sucessão ecológica estão presentes (PENEIREIRO, 2003). São exemplos os diversos quintais agroflorestais de comunidades tradicionais de

ribeirinhos, quilombolas, caiçaras, dentre tantos outros, e os sistemas de produção de algumas etnias indígenas da Amazônia.

POSEY (1984) descreveu as práticas agroflorestais dos Kayapó, na borda entre Cerrado e Floresta Amazônica, no Centro-Oeste brasileiro. Esses utilizavam critérios de zoneamento de áreas, criação de ilhas de vegetação no cerrado e de clareiras na mata, manejo do fogo, adubação específica de determinadas plantas, produção de adubo a partir da vegetação e de cupinzeiros e introdução de agentes biológicos para controle de formiga. De um total de 120 espécies inventariadas nas ilhas de vegetação, pelo menos 90 foram reconhecidas como tendo sido plantadas. Esses sistemas agroflorestais buscam reproduzir a arquitetura e ecologia dos sistemas naturais, tendo como foco a identificação e incorporação de biodiversidade.

Imagine uma comunidade humana habitando uma determinada região. Cada indivíduo vai acumulando informações sobre o que vê e sente: os ciclos climáticos, os tipos de solos, animais e plantas e o desempenho das culturas. Ele então desenvolve ferramentas adaptadas a este meio. As informações são frequentemente intercambiadas entre os indivíduos, e assim ele também é fruto da socialização e das ações coletivas. Imagine agora cada saber e crescente a dimensão do tempo que uma determinada comunidade ocupa uma região, e se pode ter uma ideia da magnitude do saber ecológico acumulado nas comunidades tradicionais e indígenas. (VIVAN, 2000)

Para ALVORI (2008a), o manejo do elemento arbóreo inserido nessas práticas insinua a possibilidade de uma nova fase em complexos e dinâmicos caminhos para a agricultura. Nesse sentido, para alguns autores, os Sistemas Agroflorestais são:

Uma forma que os agricultores encontraram para juntar produção agrícola e conservação florestal, gerando alimento e renda sem agredir a natureza, em equilíbrio com a dinâmica tropical. Além disso, podem ser uma importante ferramenta para a restauração de ecossistemas degradados. (CALDEIRA; CHAVES, 2010)

Segundo o ICRAF (International Centre of Research in Agroforestry), sistemas agroflorestais (SAFs) são sistemas de uso da terra em que o elemento arbóreo é combinado com herbáceas e (ou) animais, organizados no espaço e (ou) no tempo (NAIR, 1993).

Já o Ministério do Meio Ambiente, define Sistema Agroflorestal como:

Sistema de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interação entre estes componentes. (BRASIL, 2009)

Os Sistemas Agroflorestais representam na atualidade um complexo de significados relativo ao manejo do elemento arbóreo que refletem processos sociais sobre as dinâmicas construídas (ALVORI, 2008a), cuja origem mistura conhecimentos tradicionais com inovações tecnológicas recentes. Assim como ocorre com os diferentes sistemas agrícolas, que podem ser classificados em gradientes de sustentabilidade, os sistemas agroflorestais também, quando elaborados e manejados a partir de diferentes paradigmas (PENEIREIRO, 2003).

MILLER (2009) afirma a existência de paradigmas agroflorestais distintos no Brasil. O autor os classifica em “SAFs Agrônômicos” e “SAFs Florestais ou Agroecológicos”, citando algumas diferenças entre eles, tanto no que se refere ao manejo, quanto aos seus resultados esperados. Segundo ele, os SAFs Agrônômicos são constituídos basicamente de consórcios simples, cujo paradigma é o mesmo da monocultura, da competição, em que se preconiza a combinação de poucas espécies, com grande espaçamento entre elas, resultando em poucos produtos, pouca ciclagem de nutrientes e necessidade de limpeza das áreas até que o dossel esteja fechado. Nesses casos, o produtor é visto como consumidor de tecnologias, sendo que, muitas vezes, essas não atendem sua realidade. Já os SAFs Agroecológicos, mais complexos, se fundamentam em outro paradigma. São inspirados nos ecossistemas florestais, em seus princípios ecológicos, mesmo que, muitas vezes, esse referencial teórico não esteja explícito (PENEIREIRO, 2003). Com o plantio adensado de muitas espécies, resultam em maior cobertura do solo e produção de matéria orgânica, menos trabalho de capina, maior quantidade e variedade de produtos e maior estabilidade ecológica e econômica. Esses sistemas são provedores de serviços ambientais e o produtor é reconhecido como observador e experimentador que acumula conhecimento. (MILLER, 2009).

O agricultor e pesquisador suíço Ernst Götsch, que desenvolve agroflorestas sucessionais no Brasil desde 1984, defende que a agricultura é uma tentativa de harmonizar as atividades humanas com os processos da natureza e na qual todas as

atividades realizadas devem ter o objetivo de aumentar a vida, a fertilidade do solo e favorecer os processos sucessionais. Para GÖTSCH (1995) os sistemas agroflorestais, conduzidos sob uma lógica agroecológica, transcendem qualquer modelo pronto e sugerem sustentabilidade por partir de conceitos básicos fundamentais, aproveitando os conhecimentos locais e desenhando sistemas adaptados para o potencial natural do lugar, como ilustra a Figura 12. O autor define que uma intervenção é sustentável se o balanço de energia complexificada em carbono e de vida é positivo, tanto no subsistema em que essa intervenção foi realizada quanto no sistema inteiro – isto é, no macroorganismo planeta Terra. Em outras palavras, sustentabilidade mesmo só será alcançada quando tivermos agroecossistemas parecidos na sua forma, estrutura e dinâmica ao ecossistema natural e original do lugar da intervenção e quando se fizer agricultura sem o uso de máquinas pesadas, sem adubos trazidos de fora do sistema e sem agrotóxicos (GÖTSCH, 1995).

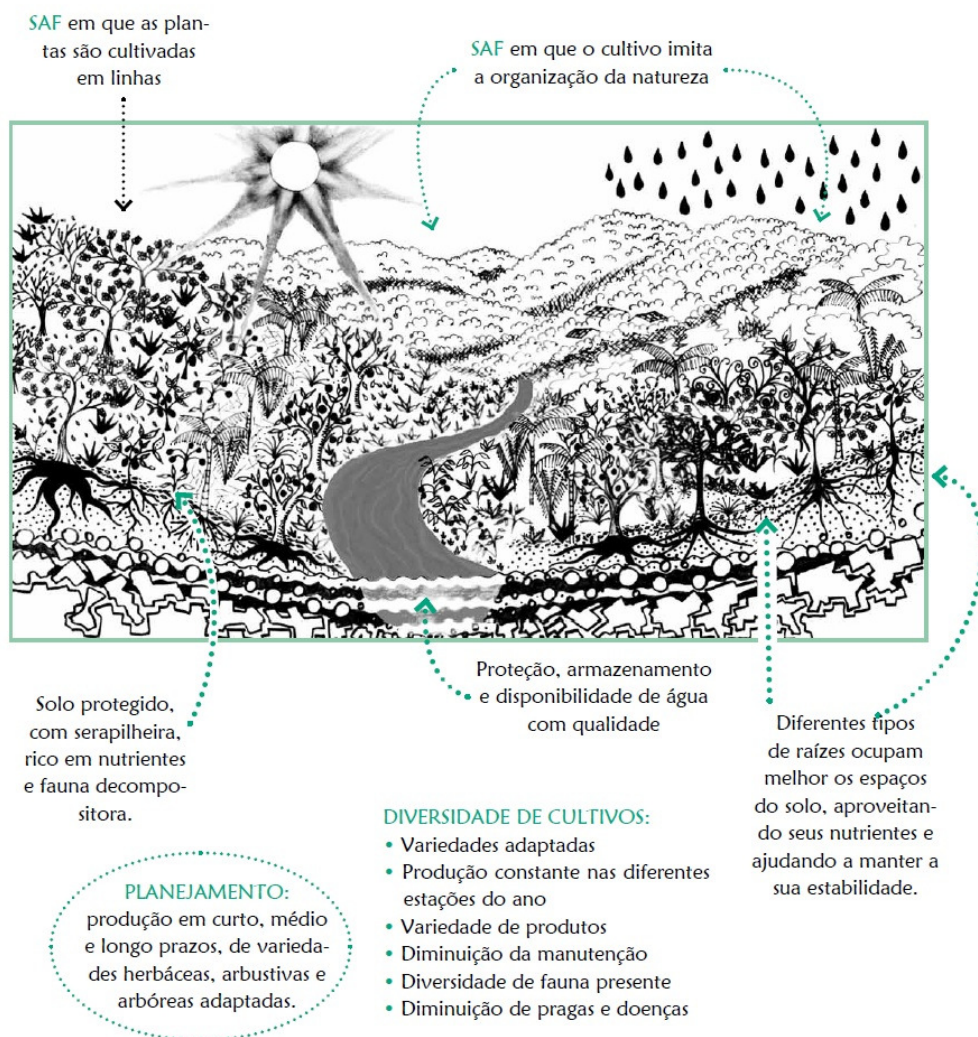


Figura 12: Sistemas Agroflorestais, a agricultura e a floresta em cooperação. (Fonte: CALDEIRA; CHAVES, 2010)

Para a organização MUTIRÃO AGROFLORESTAL (2013), que se nutre dos ensinamentos de Götsch, Sistemas Agroflorestais é: “A reintegração do ser humano com a natureza, que resulta em um sistema de produção biodiverso, estratificado e produtivo, análogo aos ecossistemas naturais, e manejados segundo os princípios da sucessão”.

A biodiversidade consiste na existência de diferentes espécies de plantas e animais adaptadas a condições variadas. O termo “estratificado” se refere à ocupação de vários andares, ou seja, a presença de espécies com alturas diferentes, no espaço e no tempo.

Feitas essas considerações, para este trabalho o conceito de agrofloresta será empregado como sinônimo de Sistemas Agroflorestais Sucessionais Biodiversos Multiestratificados Agroecológicos. O termo “sucessionais” se refere à utilização da sucessão natural como fundamento das intervenções, enquanto “agroecológicos” indicam a participação fundamental da agricultura familiar e prevê que o balanço energético seja alcançado sem *inputs* externos.

Pra mim Agrofloresta é assim: faz uma carpina seletiva, corta todo os matos, joga no chão e planta tudo junto. Planta feijão, planta de tudo. Até alface, rabanete, cebola, tudo, tudo dá pra plantar junto! Sem queimar né. Ai planta as árvores, as frutas e as coisas vão crescendo. Quando você acha que tem coisa de mais, você vai lá e raleia um pouquinho. Poda umas, deixa outras crescer. Ai a terra vai tendo adubo. [...] .Eu falo que esse é o melhor serviço que já tive. Olha é uma coisa que eu não preciso esquentar a cabeça, todos os outros serviços que eu fazia tinha que esquentar muita a cabeça, esse não, é só trabalhar. A natureza me ajuda, eu tento ajudar a natureza e a coisa vai bem [...]. Eu percebo que estou melhorando o solo percebo que a água aumenta. Então pra mim está ótimo! (JOSÉ, 2011).

Segundo STEENBOCK *et al.* (2013), os SAFs apresentam grande potencial para a conservação da biodiversidade, podendo ser utilizados para a recuperação de pastagens, de áreas degradadas, de fragmentos florestais e de áreas de Reserva Legal¹⁹. Outros benefícios que se destacam são o favorecimento da sustentabilidade

¹⁹ Reserva Legal corresponde à “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa” (BRASIL, 1965; BRASIL, 2012).

ambiental, por meio da ciclagem de nutrientes, a atenuação de extremos climáticos e o elevado potencial de sequestro de carbono.

Além de ser um modelo inovador de produção, que minimiza o impacto da agricultura, esse visa fixar o pequeno produtor no campo promovendo a recuperação de sua propriedade com o aumento da fertilidade do solo e da biodiversidade, obtendo produtos de alta qualidade em curto, médio e longo prazo (NÓBREGA *et al*, 2002). Dessa forma, as complexas agriculturas dos SAFs garantem sustentabilidade ecológica e econômica e revelam novos caminhos capazes de modificar os impactos de destruição da Mata Atlântica (ALVORI, 2008a).

II.3.3.1 – Fundamentos dos Sistemas Agroflorestais complexos

Os sistemas agroflorestais biodiversos, desenvolvidos com base nas experiências de Ernst Götsch, um dos primeiros a conceituar e difundir essa prática no Brasil, são chamados por alguns pesquisadores de Sistemas Agroflorestais Regenerativos Análogos – SAFRA (VAZ, 2001).

Seu principal fundamento é a observação e compreensão dos princípios da natureza, desenvolvendo sistemas produtivos – ou agroecossistemas – parecidos em sua estrutura, composição e função ao ecossistema natural e original do lugar onde é realizada a intervenção. Ao mesmo tempo, busca-se que cada intervenção atue no sentido de aumentar e complexificar a vida, tanto no subsistema, quanto no macroorganismo Planeta Terra (GÖTSCH, 1997).

Os Sistemas Agroflorestais vêm sendo utilizados em todo o mundo, com sucesso, para a recuperação de áreas degradadas e improdutivas, tornando-as produtivas, com alta biodiversidade, apresentando sensível melhora na fertilidade do solo e restabelecendo-se a atividade da fauna nativa, bem como o ciclo hidrológico, de modo que, inclusive, olhos d'água voltam a verter água (PENEIREIRO, 1999). Pode-se observar, com isso, que é possível aliar a produção de alimentos à conservação dos recursos naturais.

Há alguns fundamentos básicos para a implantação e a condução de Sistemas Agroflorestais complexos, que serão descritos a seguir.

- **Observar e otimizar**

Uma agricultura sustentável pressupõe uma nova relação ser humano-natureza, em que se busca otimizar ao invés de maximizar os recursos. Ao incrementar a vida no sistema, há excedentes que gerarão recursos para o próprio agricultor, incluindo alimentos e outras matérias-primas, que atendam à segurança alimentar e ao aumento de renda da família.

Assim, ao invés de tentar adequar o ambiente para produzir determinado item, deve-se perguntar: “o que posso fazer aqui para que haja mais vida e que, como resultado da minha intervenção – que resultará em mais vida –, eu possa obter um pagamento merecido, que é a colheita do produto?” (GÖTSCH, 1995). Nesse caso, a colheita não é vista como o objetivo principal, mas como o resultado do manejo, assim como a fertilidade do solo e a disponibilidade de água.

Os Sistemas Agroflorestais fundamentam-se em bases ecológicas, sendo importante compreender o funcionamento da natureza e buscar no ecossistema local os princípios para elaborar, implantar e manejar sistemas de produção (PENEIREIRO, 2003). Nesse sentido, mais sustentável será um agroecossistema quanto mais semelhante for, em estrutura e função, ao ecossistema original do lugar (GÖTSCH, 1995), pois replicará os mesmos mecanismos ecológicos existentes que permitem a procriação da vida.

No caso da Mata Atlântica, devem-se observar as florestas tropicais, que apresentam alta biodiversidade, com plantas ocupando diferentes estratos, e grande quantidade de biomassa. Para isso, o conhecimento tradicional e local é essencial. Portanto, além da redução dos custos de produção ao se utilizar recursos locais, a prática da agrofloresta fomenta a autonomia dos agricultores e alia produção à conservação dos recursos naturais.

- **Sucessão natural e estratificação**

A sucessão natural é a “chave”, o princípio que deve orientar as intervenções no sistema, e atua no sentido do aumento de qualidade e quantidade de vida (GÖTSCH, 1995). Essa consiste na substituição das plantas pelas subseqüentes ao longo do tempo, à medida que estas predecessoras fornecessem condições mais favoráveis ao desenvolvimento das espécies mais tardias, com crescimento lento, já presentes na área (EGLER, 1954). A Figura 13 ilustra esse processo.

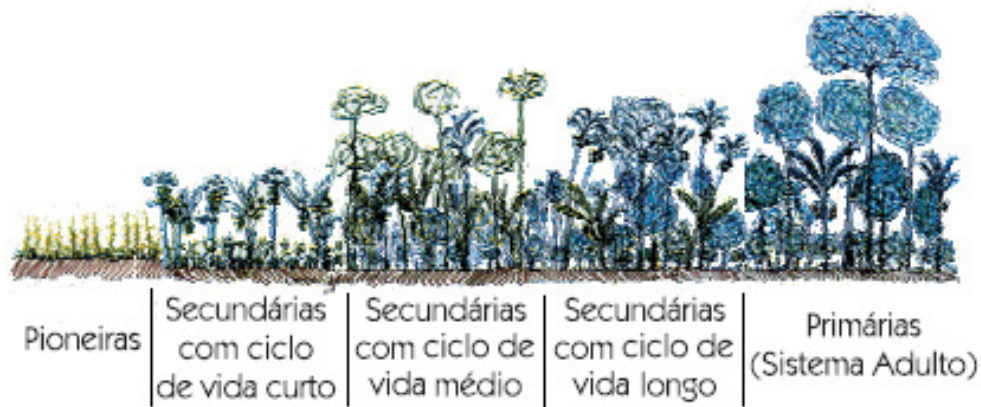


Figura 13: Classificação das espécies na sucessão natural: pioneiras (ou colonizadoras), secundárias com ciclo de vida curto, médio e longo e primárias (sistema adulto). (Adaptado de: PENEIREIRO et al., 2009)

Além das próprias espécies, os consórcios também vão sendo substituídos ao longo do tempo, de acordo com as melhorias no ambiente criadas pelos mais rústicos, que permitem o estabelecimento de grupos de espécies cada vez mais exigentes. São fatores determinantes as condições do solo, a disponibilidade de nutrientes e a luminosidade. Esses processos sucessionais podem ser vistos na Figura 14.

Basicamente a sucessão resume-se no estabelecimento de consórcios sucessivos, sendo que cada um chega a dominar na área até que se transforme e transforme o ambiente de tal forma que o próximo consórcio, já convivendo com aquele, chegue, por sua vez, a dominar e assim sucessivamente, numa progressão aonde os consórcios, com espécies cada vez com ciclo de vida maior, vão caracterizando, um após o outro, a fisionomia de cada um dos estágios, até que uma nova perturbação dê início novamente ao um novo ciclo, começando com o consórcio das espécies pioneiras, porém, já em condições ambientais mais propícias a espécies mais exigentes, pois a vida acaba por transformar o local onde atua, levando a uma melhoria da qualidade do ambiente, devido ao acúmulo de matéria orgânica e interações bióticas. (PENEIREIRO, 2003)

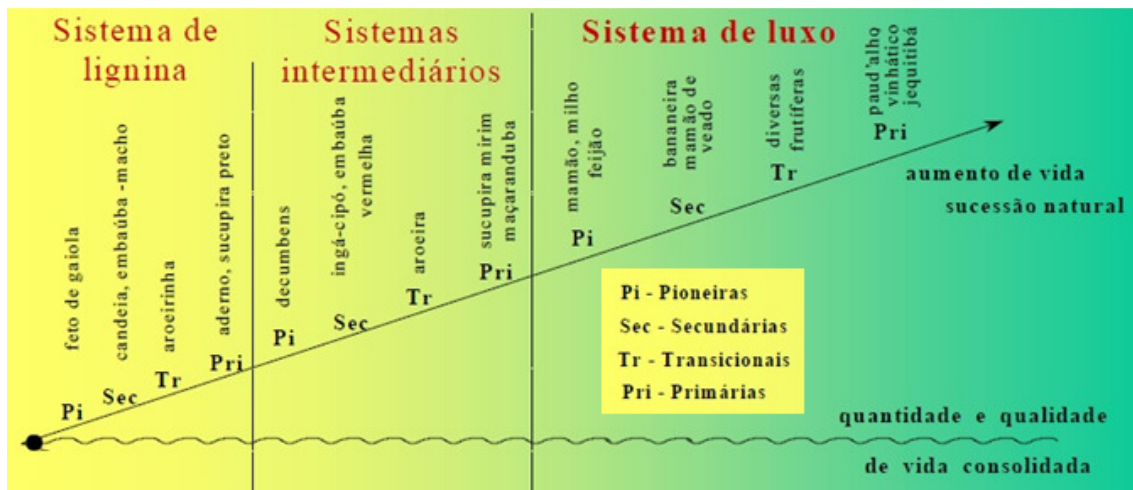


Figura 14: Os sistemas que se seguem na sucessão natural e o aumento da quantidade e qualidade de vida consolidada, assim como a substituição das espécies em cada sistema ou consórcio. (Elaborado por Ernst Götsch – Adaptado de: VAZ, 2003)

Além da relação com o tempo, os consórcios são planejados de modo que o espaço vertical seja ocupado da melhor maneira possível, ou seja, que as espécies possuam diferentes estratos ao longo de toda a vida da agrofloresta. Ocupando vários andares, as plantas captam de modo ótimo a energia do sol. PENEIREIRO (2003) ressalta que numa floresta, observam-se plantas bem próximas uma das outras, desenvolvendo-se muito bem, desde que a combinação delas seja adequada.

Essas espécies, além da classificação quanto ao ciclo de vida (pioneiras, secundárias, transicionais e primárias), também podem ser classificadas de acordo com o estrato que ocupam: baixo, médio, alto e emergente.

A implantação de consórcios completos, considerando as exigências das espécies, seu ciclo de vida e o estrato que ocupam ao longo do tempo é condição fundamental para a sustentabilidade do sistema. Considerando o aspecto econômico, essa condição garante que a colheita seja feita em todos os momentos: no início, pode-se colher culturas que produzem em pouco tempo e que são criadoras de árvores e, com o tempo, as árvores passam a produzir e pode-se colher frutas, plantas medicinais, madeira e outros produtos da agrofloresta.

- **Consórcios, diversidade e densidade de espécies**

Nesses sistemas, plantas agrícolas são combinadas com outras plantas de interesse econômico, nativas ou não, assim como com espécies da regeneração

natural que, muitas vezes, não apresentam interesse econômico direto. Entretanto, essas favorecerão o sistema e, conseqüentemente, o bom desenvolvimento das demais espécies.

Assim como na floresta, quanto maior a biodiversidade melhor. A diversidade é fundamental para a estabilidade biológica e econômica dos Sistemas Agroflorestais. Segundo PENEIREIRO (2003), é importante garantir diversidade e densidade das espécies, durante todo o processo sucessional, bem como a sincronia de crescimento entre as espécies dos consórcios. Desse modo, é possível obter produtos (colheitas) em todas as épocas. Ditão, agricultor da Cooperafloresta, afirma que é apaixonado pela agrofloresta porque “é uma roça sem fim [...] toda semana a gente tá colhendo fruto e mandando para o mercado” (COOPERAFORESTA, 2010). Além disso,

A combinação de plantas com diferentes exigências, com tamanho de raízes e estratos diferentes e com tempos de vida distintos promove a melhoria da fertilidade do solo, visto que diferentes teores de nutrientes serão disponibilizados pela matéria orgânica em períodos distintos, garantindo a cobertura do solo, a disponibilização de nutrientes e a manutenção da vida no solo. (PENEIREIRO, 2003)

De acordo com pesquisa realizada pela Embrapa, dentre os modelos agroflorestais avaliados, os que tiveram composição florística mais diversificada, espécies mais adaptadas às condições bióticas e abióticas de áreas degradadas e maior manejo de matéria orgânica com leguminosas adubadoras tiveram maior produtividade (WANDELLI *et al.*, 2004). Essas adubadoras, além da alta produção de biomassa, fixam nitrogênio atmosférico pela ação de suas raízes, apresentam alto teor de nitrogênio e rápida decomposição, criando condições propícias para o estabelecimento de espécies mais exigentes.

No início de uma agrofloresta, além da alta biodiversidade, as espécies devem ser introduzidas em alta densidade²⁰, visto que, com o aumento da idade da vegetação, o número de espécies aumenta e a densidade de indivíduos por espécie diminui, devido à competição por luz, espaço e nutrientes. MILLER (2009) afirma a necessidade de uma grande quantidade de sementes para o estabelecimento satisfatório de mudas e de microsítios adequados à germinação das sementes e à

²⁰ Densidade se refere ao número de indivíduos por área.

sobrevivência das plântulas. Além disso, a alta densidade favorece a oferta de matéria orgânica e, conseqüentemente, dinamiza a ciclagem dos nutrientes e a vida do solo.

- **Cobertura do solo**

A proteção do solo com plantas vivas e com a cobertura morta de matéria orgânica (ou serrapilheira) é fundamental para manter a saúde da terra. Além da proteção contra o impacto da chuva, do vento e do sol, e da manutenção de condições ótimas de temperatura e umidade, a matéria orgânica é fonte de alimento para o solo e para toda vida presente nele, ao incrementar a ciclagem dos nutrientes. Os inúmeros organismos que vivem na terra, ao se alimentarem da matéria orgânica, liberam nutrientes para as plantas e aumentam a porosidade do solo, fator determinante para o crescimento das raízes.

Para manter a terra sempre coberta, devem ser aproveitadas as plantas que surgem espontaneamente no sistema, pela chamada regeneração natural, ao invés de considerá-las indesejadas. Assim como devem ser plantadas espécies com o objetivo de produzir biomassa, como as espécies de crescimento rápido, as leguminosas e os capins. A incorporação da matéria orgânica é feita através da poda e da capina seletiva.

A partir de pesquisa realizada comparando Sistemas Agroflorestais e Capoeiras, em áreas com características semelhantes, PENEIREIRO (1999) conclui que a dinâmica da matéria orgânica, conferida pelo manejo, aumenta a atividade da biota do solo. A forma de implantação e condução do SAF também altera a cobertura vegetal da área, como também a qualidade da serrapilheira, a fertilidade do solo e a macrofauna, indicando avanço na sucessão vegetal e ciclagem dos nutrientes mais eficiente nas áreas de SAF, se comparada com a área de capoeira – ou seja, se não fosse realizada a intervenção humana (PENEIREIRO, 1999).

- **Pragas e doenças**

Nas agroflorestas, as pragas e doenças não são vista como inimigas ou algo a ser combatido, ao contrário, são agentes dinamizadores, que representam algum manejo incorreto ou demanda do sistema. Assim, a intervenção humana deve ser feita inspirada no vento, nas formigas cortadeiras, nas ervas de passarinho, em busca de

rejuvenescer o sistema, com a compreensão dos conceitos ecológicos e da causa dos desequilíbrios que se apresentem.

II.3.2 – A Cooperafloresta

“Na História, temos visto com frequência, infelizmente, que o possível se torna impossível e podemos pressentir que as mais ricas possibilidades humanas permanecem ainda impossíveis de se realizar. Mas vimos também que o inesperado torna-se possível e se realiza; vimos com frequência que o improvável se realiza mais que o provável; saibamos, então, esperar o inesperado e trabalhar pelo improvável.”

(Edgar Morin. Os setes saberes necessários à educação do futuro. UNESCO, 2000)

A Associação de Agricultores Agroflorestais de Barra do Turvo e Adrianópolis – Cooperafloresta é composta exclusivamente por agricultores e agricultoras familiares. Teve início em 1996, em Barra do Turvo (SP) e Adrianópolis (PR) e, depois, se expandiu para Bocaiúva do Sul (PR) e outros municípios da região. Esta associação tem como principal missão

Resgatar e desenvolver a cultura, a cidadania, a soberania alimentar e o grande conhecimento que as comunidades tradicionais e quilombolas da região possuem sobre a natureza, aplicando-o na geração e multiplicação de uma agricultura fundamentada no entendimento e cooperação com os processos naturais que mantêm, regeneram e reproduzem a vida e a fertilidade da terra e do ambiente.
(COOPERAFLORESTA, 2010)

Atualmente, 120 famílias participam diretamente da Cooperafloresta, dedicando-se ao plantio agroflorestal e à comercialização coletiva, solidária e certificada da produção agroflorestal – essa iniciada em 1998. As famílias são organizadas em 22 grupos, formados por 3 a 5 famílias vizinhas, que reúnem-se semanalmente em mutirões agroflorestais, nos quais trabalham coletivamente o manejo das agroflorestas e discutem as questões relativas à sua organização e ao funcionamento da Associação.

Antes do início dessa experiência, a história recente dos agricultores locais era marcada pelo aprofundamento de uma crise socioambiental ligada aos limites de seu acesso a meios para produzir e prover suas necessidades de reprodução biológica e social, assim como de reprodução do meio natural em que viviam, tendo a terra, a

disponibilidade de água, a qualidade do solo, ou seja, a base material de sua existência ameaçada (FERREIRA, 2013). Além disso, famílias saíam da terra e filhos, que não se viam com futuro na agricultura, empreendiam a jornada para a cidade onde se estabeleciam nas periferias e nas ocupações urbanas (WANDERLEY, 2002).

A chegada dos técnicos com conhecimentos em agroflorestas trouxe novas possibilidades aos agricultores da região, com o resgate e a valorização de seus conhecimentos e sentimentos sobre a natureza. Estas famílias tiveram uma vida de grande convivência com a floresta, mas sua forma de fazer agricultura deixou de ser possível. Nelson Corrêa Netto, técnico agroflorestal, relata que “A solução foi utilizar o grande conhecimento que essa população tem sobre a natureza e os mecanismos da floresta pra fortalecer a construção de uma agricultura que é baseada na volta à compreensão que pertencemos ao organismo” (INTERCÂMBIO GATI/MS, 2013).

As famílias, antes da agrofloresta, sobreviviam com rendas declinantes da produção de feijão cultivado em terras com acentuado grau de degradação, comercializada de forma individualizada, em mercados distantes, com elevados custos, obtendo renda dessa produção que não ultrapassava 2 salários mínimos anuais e era complementada com a eventual venda do trabalho. De acordo com COOPERAFORESTA (2010), em 2009, mais de 75% das famílias associadas ultrapassaram 15 salários mínimos de renda agrícola anual, acrescida de melhorias no autoconsumo que representam mais de 4 salários mínimos anuais, ou seja, pelo menos 700% de acréscimo na renda.

Além dos resultados econômicos, os benefícios ecológicos são também evidentes. COOPERAFORESTA (2010) declara que já foram recuperados cerca de 750 ha, sendo 250 ha de agroflorestas com manejo intensivo e outros 500 ha onde predomina a regeneração natural, em áreas em pousio. Hoje, a área recuperada é ainda maior, visto que Sistemas Agroflorestais seguem sendo implementados. O jovem agricultor, Jackson Batista, afirma que:

Pra mim era uma agricultura qualquer, né. Eu não imaginava o tamanho da diferença que era pra todo mundo, pro bem estar de todos. Eu comecei a compreender realmente o valor de tudo isso e ai, comecei a trabalhar mesmo como agricultor. A gente já vende, já tem uma renda boa sobre isso. Tem como tirar um sustento sem precisar ficar endividado lá com o governo. (INTERCÂMBIO GATI/MS, 2013)

A tecnologia social desenvolvida e disseminada pela Cooperafloresta é da Agrofloresta baseada na estrutura, dinâmica e biodiversidade florestal. Essa vem desencadeando um processo de organização das famílias agricultoras, dentro do enfoque participativo, resgatando os conhecimentos tradicionais e promovendo o diálogo com o universo técnico-científico, na busca de alternativas de produção, geração de renda e adequação ambiental (VEZZANI, 2013). Segundo FERREIRA (2013), “para além das determinações sociais maiores, começaram a trabalhar pelo improvável e seus sonhos de mudança começaram a ser gestados” (Figura 15).



Figura 15: O agricultor Damiano, atravessando uma agrofloresta na tirolesa – tecnologia idealizada por ele para o transporte de carga e de pessoas. (Fonte: arquivo pessoal)

Assim, os agricultores associados recriaram a sociabilidade camponesa – reciprocidade e solidariedade –, agora permeada por um discurso ecológico que transcende a escala local (FERREIRA, 2013), buscando ultrapassar a sociabilidade típica do mercado, baseada na predominância do comércio e dos benefícios pessoais (SOUSA SANTOS, 2005). Como relata Sezefredo, agricultor da Cooperafloresta,

Fui saber que quem faz eu feliz é os outros, eu mesmo sozinho não tem sentido pra nada. A diferença é os outros que faz na vida da gente. Primeiro, eu não pensava isso, não sabia agradecer o ar que a

gente respira, só sabia pedir e querer, querer ganhar dinheiro.
(informação verbal)²¹

De acordo com dados fornecidos pela equipe de comercialização da Cooperafloresta, os principais itens comercializados nos últimos 5 anos, em ordem decrescente, são: banana caturra, banana prata, vagem, limão rosa, chuchu, mandioca, bananada 50g, banana ouro, inhame, banana pão, abacate, banana maçã, mexerica mimosa, milho verde, caqui, abóbora, abobrinha, goiaba, palmito pupunha, cana, banana pacovã, laranja, lima da pérsia, mamão, jaca, bananada 400g, goiabada 400g, repolho, bala de banana, abacaxi, banana são tomé, geléia de goiaba, mexerica pokan, carambola, mel, banana da terra, abóbora moranga, fruta do conde, açafraão alface, melado, polpa de goiaba, melado, batata doce, pimenta cambucí e pêra. A banana é o principal item produzido e comercializado pela Associação (Figura 16).



Figura 16: O agricultor agroflorestral Pedro e a penca de banana produzida em sua agrofloresta. (Fonte: arquivo pessoal)

A Figura 17 ilustra a distribuição percentual dos valores arrecadados referentes aos principais produtos.

²¹ DA CRUZ, Sezefredo Gonçalves. **Entrevista semi-estruturada: Sezefredo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3 e 3 vídeos. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice C desta monografia.

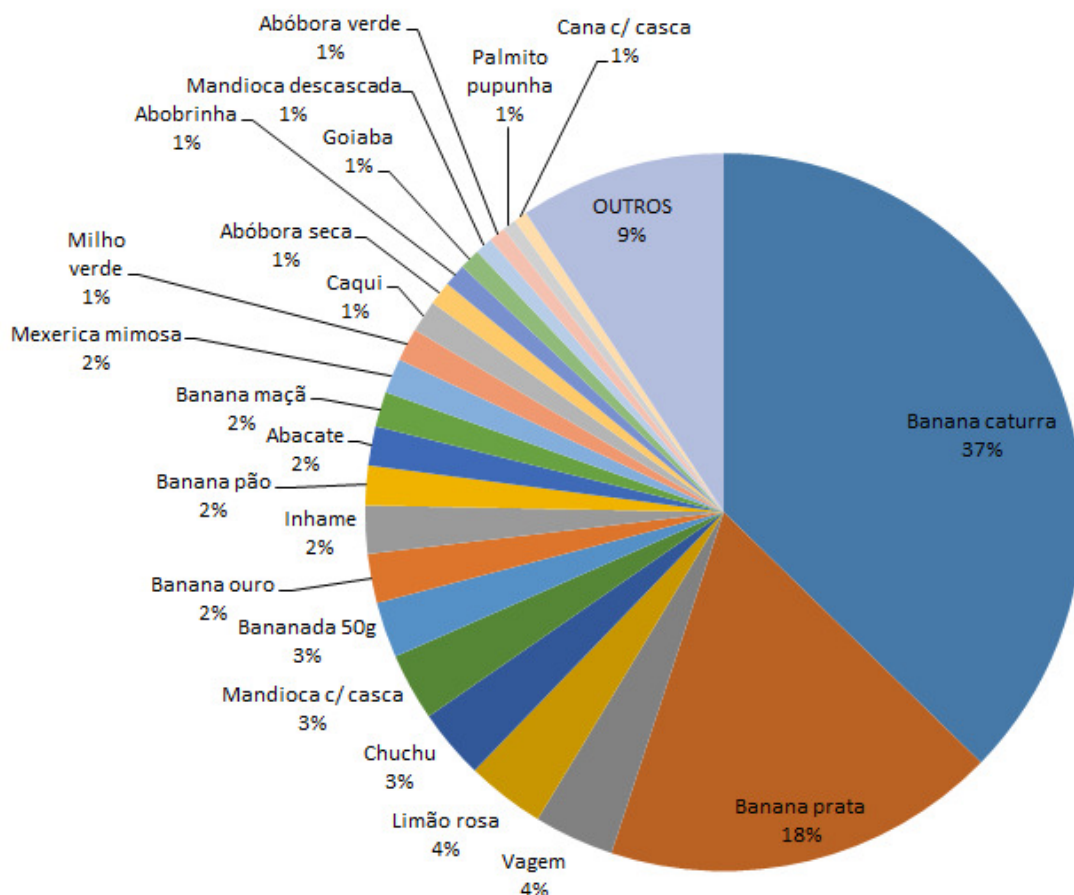


Figura 17: Principais produtos comercializados pela Cooperafloresta, entre os anos de 2009 e 2013. Nota: A categoria Outros representa os produtos que não alcançaram mais de 1% da produção total. (elaboração própria – dados fornecidos pela equipe de comercialização da Cooperafloresta)

As rendas totais anuais obtidas com a venda desses produtos, entre 2009 e 2013, são apresentadas na Tabela 3, sendo a média desses anos igual a R\$482.365,00.

Tabela 3: Valores totais anuais comercializados pela Cooperafloresta, entre 2009 e 2013. (elaboração própria – dados fornecidos pela equipe de comercialização da Cooperafloresta)

ANO	2009	2010	2011	2012	2013
VALOR	R\$464.591,00	R\$515.114,00	R\$499.296,00	R\$425.889,00	R\$482.365,00

Desse total, aproximadamente 60% corresponde ao Programa de Aquisição de Alimento da Agricultura Familiar (PAA), através da Conab SP e PR; 25% a quatro feiras de Curitiba (Passeio Público, Jardim Botânico, Expedicionário e Prefeitura) e os

15% restante ao Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) de Barra do Turvo/SP.

A garantia da qualidade ecológica da produção agroflorestal da Cooperafloresta é certificada através do Sistema Participativo de Garantia (SPG) da Rede Ecovida de Agroecologia, reconhecido pelo Ministério da Agricultura. O SPG é um sistema solidário de geração de credibilidade, onde a elaboração e a verificação das normas de produção ecológica são realizadas com a participação efetiva de agricultores e consumidores, buscando o aperfeiçoamento constante e o respeito às características de cada realidade. (COOPERAFORESTA, 2014)

Diante desses resultados, a Cooperafloresta consolidou-se como uma referência nacional em agrofloresta, contribuindo para a sensibilização, divulgação e multiplicação da agrofloresta como instrumento de recuperação e conservação dos recursos naturais e de geração de trabalho e renda para as famílias agricultoras (VEZZANI, 2013).

II.3.3 – A prática na Cooperafloresta

*“A agricultura é a arte de colher o sol”
(Provérbio chinês)*

Na Cooperafloresta, uma agrofloresta é formada em área onde o uso anterior poderia ter sido um pasto, uma lavoura ou uma capoeira, em diferentes estágios de sucessão. O modelo de agrofloresta adotado é inspirado nos ensinamentos de Ernst Götsch, adaptado para as condições da Mata Atlântica da região.

Os fundamentos que direcionam a prática de manejo realizada na Cooperafloresta, detalhados anteriormente consistem, em síntese, em: observar os sistemas naturais, otimizar os recursos, atuar sob a luz da sucessão natural e de modo que cada intervenção resulte em balanço positivo para o sistema, cobrir o solo, agrupar as espécies em consórcios que garantam a máxima biodiversidade e densidade de espécies e a ocupação dos diversos estratos, considerando o ciclo de vida de cada espécie. O objetivo, em termos gerais, é aumentar a vida no sistema. No entanto, no sentido de exemplificar e aprofundar alguns aspectos sobre manejo adotado, são necessários alguns complementos.

Sidnei Maciel, agricultor da Cooperafloresta, relata que:

A principal lógica da agrofloresta é plantar muito mais do que vai mesmo virar planta adulta, porque semear é o mais fácil. Depois, a gente raleia e poda. Nisso, a gente tá adubando e formando o sistema. A gente já planta bastante porque vai ter formiga, vai ter o manejo pra adubação, e vai sobrar o que é mesmo bom para aquele lugar. De fruta, aqui, plantei banana, abacate, graviola, fruta do conde, cabeludinha, jaca, café... Também plantei muito palmito, cedro, jatobá, cajarana, urucurana, ingá, ipê-roxo, tarumã e canela amarela. Foi colocada também muita semente de citrus (laranja, mexerica, lima, limão...), junto com milho e guandu, para fazer enxerto na roça. Hoje, as frutas estão começando a produzir, mas muita ficou no chão. Já cortei árvores aqui várias vezes. Por exemplo, hoje tem mais ou menos 1000 pés de jaca, com nada embaixo. É preciso cortar umas tantas e podar outras. Isso vai ajudar a decompor as raízes e aumentar a infiltração de água, fazendo adubo pras outras plantas. A ideia é deixar umas 50 árvores de jaca e usar o resto pra madeira, pra lenha e pra adubo. Também dá boa canoa. Embaúba, grandíuva, jaborandi e outras vem criando a floresta. No meio do caminho, você vai batendo numa, tirando a outra, como a mata faz. Aquelas que não têm mais o lugar delas, tem que renovar. A gente usa esse conhecimento da mata para implantar o sistema. (COOPERAFORESTA, 2013)

- **Implantação e manejo:**

Na implantação de uma agrofloresta, as plantas que estavam ali antes são cortadas e colocadas sobre o solo de forma ordenada, sem o uso do fogo (Figura 18). Em seguida, é feito um plantio diversificado e adensado, planejado para que as plantas ocupem diferentes estratos em qualquer idade em que se encontre a agrofloresta (COOPERAFORESTA, 2013).



Figura 18: Poda de árvore inteira pelo agricultor Jackson. (Fonte: arquivo pessoal)

As culturas anuais e semi-perenes são plantadas no espaçamento tradicionalmente utilizado, enquanto as espécies arbóreas são plantadas preferencialmente por sementes, em alta densidade. PENEIREIRO (2003) destaca que o manejo fará com que as árvores atinjam o espaçamento recomendado quando adultas e com que todo o espaço seja ocupado, de maneira que os consórcios possam ir se substituindo sem falhas, garantindo alta produção de biomassa e evitando que haja retrocesso devido à ocupação do espaço por indivíduos de espécies do início da sucessão.

Nos últimos anos, o plantio vem sendo feito em “berços” – faixas de terra, de aproximadamente um metro de largura, em que é feita uma capina seletiva e o afofamento do solo, cobrindo-o com o material vegetal podado. São formadas duas linhas de pedaços de troncos e galhos, ficando uma pequena faixa de solo entre elas, de aproximadamente 10 cm de largura, onde se colocam as sementes, tubérculos e manivas, incluindo as espécies arbóreas (Figura 19).



Figura 19: Linhas de troncos (ou “berços”), para a implantação de um novo plantio. Na foto da esquerda, o agricultor agroflorestal Afonso. (Fonte: arquivo pessoal)

Entre um “berço” e outro, é plantado capim napiê, após uma capina seletiva. Esse capim é roçado algumas vezes por ano e o material cortado é colocado sobre o “berço” e sobre a área de capim (Figura 20). O capim, além de incrementar a fertilidade do sistema e garantir a cobertura do solo, controla a regeneração de espécies inadequadas àquele momento da sucessão. Com o tempo, o espaço e a luz para o capim vão sendo reduzidos e, aos poucos, ele sai do sistema, tendo cumprido um importante papel (COOPERAFORESTA, 2013).



Figura 20: Capim cortado para a cobertura da linha de plantio (ou “berço”). (Fonte: arquivo pessoal)

Ao longo do tempo, vão surgindo várias espécies de plantas por regeneração natural, que muitas vezes são cuidadas e promovidas intencionalmente.

Nas agroflorestas, há um manejo intensivo das plantas. Procura-se manter, a cada etapa de sucessão: espécies adequadas às situações de fertilidade do solo, conjunto de espécies companheiras ao redor e luminosidade nos diferentes andares. Assim, constantemente são realizadas podas de galhos e cortes de árvores inteiras que contribuíram no processo de sucessão, mas não estão mais adaptadas ao sistema, de modo a estimular a entrada de luz nos vários andares da agrofloresta e aumentar a fertilidade do solo. Todo o material podado é picado e colocado de maneira a facilitar o processo de decomposição. Também são plantadas novas espécies, aproveitando-se espaços adequados. (COOPERAFLORESTA, 2013)

Apesar de uma agrofloresta bem conduzida se parecer com uma floresta natural, ela é de fato um plantio que, ao invés de tentar dominar a natureza, aceita a

ajuda dela. Graças aos plantios e manejos, a densidade e natureza das espécies nas agroflorestas são diferentes das florestas nativas.

STEENBOCK *et al.* (2013) realizou um estudo, entre 2011 e 2012, para identificar a vegetação das agroflorestas, em termos de estrutura e biodiversidade, manejadas por diferentes famílias da Cooperafloresta. Foram identificadas 194 espécies, sendo que 89% destas são de ocorrência natural no domínio fitogeográfico do bioma Mata Atlântica. Em geral, áreas de floresta secundária²² da Mata Atlântica apresentam de 80 a quase 200 espécies, de onde se pode concluir que a diversidade de espécies de plantas nas agroflorestas é semelhante ou maior do que naquelas. Além disso, a densidade das plantas nas agroflorestas foi de aproximadamente 6.400 plantas por hectare, enquanto nas florestas nativas essa varia, em geral, entre 1.000 a 3.000 plantas por hectare. Portanto, além da diversidade, as agroflorestas tendem a apresentar maior densidade de plantas do que em capoeiras. (STEENBOCK *et al.*, 2013)

O mesmo estudo indica que de todas as plantas avaliadas, considerando espécies de ocorrência natural na região ou não, 61% foram plantadas, sendo o restante (39%) proveniente da regeneração natural. Além disso, espécies que estão ameaçadas de extinção em florestas nativas, como a Juçara, estão em expansão nas agroflorestas da Cooperafloresta (STEENBOCK *et al.*, 2013). Essas cumprem um importante papel na alimentação de insetos, aves, morcegos e roedores que, por sua vez, contribuem para a polinização e a dispersão de sementes.

Além das áreas com manejo agroflorestal, outras áreas da propriedade são deixadas em pousio, de modo a favorecer a regeneração natural (Figura 21). O conjunto das áreas de agrofloresta – manejadas intensivamente – com áreas de capoeira – sem manejo – constitui o que é definido pela Cooperafloresta como Sistemas Agroflorestais. Esses contribuem como fonte de pólen e sementes para a recuperação e formação de florestas em toda a região do Vale do Ribeira, castigada pelo desmatamento das últimas décadas.

²² *Florestas secundárias* são aquelas resultantes de um processo natural de regeneração da vegetação, em áreas onde no passado houve corte raso da floresta primária, como também as florestas muito descaracterizadas por exploração madeireira irracional ou por causas naturais, mesmo que nunca tenha havido corte raso e que ainda ocorram árvores remanescentes da vegetação primária (APREMAVI, 2014).



Figura 21: Plantio agroflorestal em estágio inicial (à frente), bananeiras (à direita) e capoeira (ao fundo). (Fonte: arquivo pessoal)

- **Mutirões, intercâmbios e agentes multiplicadores:**

Segundo PENEIREIRO (2003), dentre outros pesquisadores e técnicos, o papel do produtor é fundamental, pois os sistemas complexos geram uma riqueza de informações, e a observação contínua é necessária para fazer as intervenções corretas, no momento certo. Por isso, ele é o mais indicado para transmitir as observações e resultados acumulados para outros agricultores. Com base nesse preceito, a prática da Cooperafloresta inclui a realização de mutirões e intercâmbios entre os agricultores e a formação de agentes multiplicadores da comunidade.

Mutirão (do Tupi Guarani *pitibõ*, *popitibõ*, *picorõ* = ajudar) é definido como auxílio gratuito que prestam uns aos outros os membros de uma determinada comunidade, reunindo-se todos em proveito ou de um de seus membros, ou de todos (CHIARADIA, 2008).

Na Cooperafloresta, todas as famílias de cada grupo reúnem-se para um dia de trabalho comunitário em mutirão, no qual, geralmente, uma parte da área de cada família é manejada, sendo realizado um plantio, poda, capina seletiva, ou outra

atividade (Figura 22). Esses, além de ajudarem na lavoura, servem para aprendizado, troca de experiências e para que cada um conheça a produção do outro. Assim, também constituem uma forma de garantir que todos os sítios sejam ecológicos e agroflorestais. Para ALVORI (2008b), essa é uma atividade prática, com imensa capacidade de efeito multiplicador, motiva as famílias, consolida princípios, alimenta o planejamento e as necessidades de organização e capacitação.



Figura 22: Mutirão realizado no bairro Areia Branca, em Barra do Turvo/SP. (Fonte: arquivo pessoal)

Os agentes multiplicadores são membros da comunidade rural ou quilombola, apoiados pelos técnicos e capacitados para acompanhar e orientar as famílias agricultoras na organização e produção. Na Cooperafloresta, foram capacitados 40 agentes multiplicadores. A ação dos multiplicadores permite a potencialização do tempo dos técnicos e os momentos de agricultor para agricultor. Para o agricultor José Baleia, esse é o ponto chave da agrofloresta, e ainda relata que “Através dessa amizade, dessa união, desse crescimento, desse gosto que o multiplicador já tem dentro dele, ele passa então para a família, que ainda não tem essa prática. Aí a coisa cresce.” (COOPERAFORESTA, 2010).

Além desses, são realizadas visitas às famílias que se destacam pelo excelente manejo de suas agroflorestas, que são também chamadas de intercâmbios. Como relata a agricultora Dolíria, “Daí a gente viu aquele monte de mudaradilha uma perto da outra. Achava impossível aquilo, daí a gente viu. [...] Daí a gente viu muitas coisas para instruir mais a gente. Não colocava fé naquilo, mas agora estou sentindo que é só trabalhar” (COOPERAFLORRESTA, 2010).

Por fim, é importante ressaltar que, apesar de seguir alguns princípios que contribuem para o planejamento do sistema, sua prática é variável, como afirma Pedro, agricultor agroflorestral, “Cada pessoa vai ter uma forma de fazer e, ainda que seja numa mesma direção, ninguém vai fazer igual. A agroflorestra de cada um vai ser uma marca pessoal” (COOPERAFLORRESTA, 2010).

Portanto, fazer agroflorestra é compreender os processos naturais e as relações entre as espécies e buscar usá-los a favor do sistema, para a produção de alimentos, de modo a aumentar a quantidade e qualidade da vida, promovendo a conservação ambiental. Nesse sentido, o saber dos agricultores aliado ao saber técnico e científico pode refletir no aprimoramento da prática e melhoria do sistema.

II.4 – Pagamento por Serviços Ambientais

“Nem tudo que é muito útil custa caro (água, por exemplo) e nem tudo que custa caro é muito útil (como o diamante). [...] A natureza é fonte de muito valor no nosso dia-a-dia apesar de estar fora do mercado e ser difícil atribuir-lhe um preço. Essa ausência de valoração está na raiz da degradação dos ecossistemas e da perda de biodiversidade”.
(TEEB, 2009)

Nessa seção será abordado o tema dos serviços ambientais, começando pelos aspectos ecológicos, definindo o termo e suas características principais, além de elencar alguns dos serviços providos pelas florestas tropicais. Em seguida, serão focados os aspectos econômicos, incluindo a valoração econômica ambiental e os instrumentos de gestão ambiental. A partir dessa fundamentação, será apresentado o Pagamento por Serviços Ambientais, que alia as questões ecológicas às econômicas, sua conceituação, formas de implementação e relação com as Políticas Públicas, chegando, por fim, ao Programa Produtor de Água da Agência Nacional das Águas (ANA).

II.4.1 – Serviços ecossistêmicos e ambientais

Segundo ODUM (2001), ecossistema (ou sistema ecológico) é

qualquer unidade que inclua a totalidade dos organismos de uma área determinada interagindo com o ambiente físico por forma a que uma corrente de energia conduza a uma estrutura trófica, a uma diversidade biótica e a ciclos de materiais (isto é, troca de materiais entre as partes vivas e não vivas) claramente definidos dentro do sistema. (ODUM, 2001)

A Convenção das Nações Unidas (CDB) define ecossistema como “um complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e de microorganismos e o seu meio inorgânico que interagem como uma unidade funcional” (MEA, 2003).

O ecossistema é a unidade funcional em ecologia, uma vez que inclui tanto organismos (componentes bióticos) como o ambiente abiótico, cada um deles influenciando as propriedades do outro, ambos necessários para a conservação da vida tal como existe na Terra (ODUM, 2001). Neles ocorrem diversos processos naturais, que resultam das complexas interações entre seus componentes com ação

de forças universais de matéria e energia. Esses processos, além de garantirem a sobrevivência das espécies e do próprio sistema, têm a capacidade de prover bens e serviços que satisfazem necessidades humanas direta ou indiretamente. Essa capacidade é chamada de função do ecossistema, que também pode ser definida como serviço ecossistêmico (DE GROOT *et al.* 2002).

Há inúmeras definições para serviços ecossistêmicos e serviços ambientais. BRASIL (2007) e SIGAM (2014) definem serviços ambientais como "iniciativas que favorecem a conservação, manutenção, ampliação ou a restauração de serviços ecossistêmicos". Esse se difere de serviços ecossistêmicos, que é definido como os benefícios propiciados pelos ecossistemas que são imprescindíveis para a manutenção de condições necessárias à vida.

Por outro lado, alguns autores, como PREM e SEEHUNSEN (2011), optam por classificar como serviços ambientais tanto os proporcionados ao ser humano por ecossistemas naturais (os serviços ecossistêmicos), quanto os providos por ecossistemas manejados ativamente pelo homem, como, por exemplo, a partir da adoção de práticas agrícolas diversificadas e sustentáveis em uma área em detrimento de atividades potencialmente degradantes.

COSTANZA *et al.* (1997) e a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2003) utilizam o termo Serviços Ecossistêmicos, classificação que se tornou mais usual nas instâncias internacionais. Neste trabalho será utilizado o conceito de Serviços Ambientais, termo que é amplamente empregado no Brasil, designando os serviços de conservação da natureza prestados por indivíduos ou organizações.

DE GROOT (1992) propõe a Avaliação Funcional do Ecossistema para identificar as características ambientais como Funções Ambientais de Regulação, Produção, Suporte e Informação. MEA (2003) divide os serviços ambientais em quatro categorias: serviços de provisão, reguladores, de suporte e culturais.

Serviços de provisão: são aqueles relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens (por exemplo, alimentos, matéria-prima, fibras, recursos genéticos e água);

Serviços reguladores: são os benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana (por exemplo, purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de enchentes e de erosão e controle de pragas e doenças);

Serviços de suporte: são os processos naturais necessários para que os outros serviços existam (por exemplo, ciclagem de nutrientes, produção primária, formação de solos, polinização e dispersão de sementes);

Serviços culturais: estão relacionados à importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreacionais, educacionais, estéticos e espirituais.

Ecossistemas conservados e/ou bem manejados, como florestas, mangues, entre outros, têm papel fundamental na provisão desses serviços. A manutenção da vegetação natural das florestas contribui para o controle dos processos erosivos e de assoreamento dos rios, para garantir a qualidade dos recursos d'água e mananciais e para a manutenção da biodiversidade de fauna e flora - que garante, dentre outros, a resiliência²³ de sistemas agrícolas. Cada uma destas funções exercida pelas florestas ripárias²⁴ está associada a uma zona da floresta e às características próprias da floresta (USDA - Natural Resources Conservation Service, 2008 *apud* MMA, 2011).

O Código Florestal Brasileiro orienta o uso e a conservação das florestas e declara que “As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade” (Art. 1º de BRASIL, 1965; Art 2º de BRASIL, 2012). Esse código também cria as Áreas de Preservação Permanentes com a função de preservar locais frágeis como beiras de rios, topos de morros e encostas e é definida como

área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (BRASIL, 1965; BRASIL, 2012; CONAMA, 2002)

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos em biodiversidade – e mais ameaçados – do Planeta, além de ter importância vital para aproximadamente 120 milhões de brasileiros que vivem em seu domínio, sendo essencial na oferta de serviços ambientais. É formada por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e

²³ *Resiliência*, na visão ecológica, é a capacidade do sistema reestabelecer seu equilíbrio após um distúrbio.

²⁴ *Floresta ripária* é a mata ciliar, designação dada à vegetação que ocorre nas margens de rios e mananciais.

Ombrófila Aberta) e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude (BRASIL, 2006), que se estendiam originalmente por aproximadamente 1.300.000 km² em 17 estados do território brasileiro. Hoje, de acordo com o MMA (2014b), os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração, sendo que apenas cerca de 7% estão bem conservados em fragmentos acima de 100 hectares.

Apesar de reduzida e muito fragmentada, estima-se que na Mata Atlântica existam aproximadamente 20.000 espécies vegetais (cerca de 35% das espécies existentes no Brasil), incluindo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Essa riqueza maior que a de alguns continentes (17.000 espécies na América do Norte e 12.500 na Europa), o que faz da região da Mata Atlântica altamente prioritária para a conservação da biodiversidade mundial, além de preservar um patrimônio histórico e cultural imenso. (MMA, 2014b).

RONCON (2011) identificou e valorou os serviços ambientais de áreas remanescentes de Floresta Atlântica, sendo eles: (1) Fixação de carbono e regulação da composição química da atmosfera; (2) Fornecimento de água e nutrientes para os riachos; (3) Recarga de aquíferos; (4) Produção de água; (5) Regulação do clima; (6) Fornecimento de alimento para a fauna e flora silvestre dos ecossistemas vizinhos; (7) Polinização, controle biológico e aumento da fertilidade e produtividade do ecossistema. O autor concluiu que, quando uma área de floresta é convertida em outros usos de solo, como, por exemplo, em pastagens, podem ocorrer perdas substanciais destes serviços, influenciando o bem estar da sociedade.

Estudos foram realizados em um conjunto de microbacias na região do Sistema Cantareira, que é crucial para o abastecimento de água de São Paulo, para reconhecer os efeitos da transformação do uso do solo. Dois serviços ambientais promovidos pelas florestas se destacaram pelos resultados: a mitigação climática através do armazenamento de carbono em biomassa florestal e a redução das perdas de solo e carregamento de sedimentos para reservatórios de água. Estimou-se que, ao comparar-se uma floresta com uma área de pastagem, há um adicional de 865 mil toneladas de carbono armazenado na biomassa florestal em 30 anos e a prevenção do carreamento de 245 mil toneladas de sedimentos para os reservatórios por ano, derivados de aproximadamente 7.600 hectares ao redor desse. (DITT *et al.*, 2010)

Outro estudo, realizado pelo Ministério do Meio Ambiente, na região serrana do Rio de Janeiro, destaca que as áreas nas margens dos rios mais atingidas pelas

enchentes coincidem com APPs que foram indevidamente ocupadas e que 92% dos deslizamentos de terra e rocha ocorreram em áreas com alguma intervenção. Por outro lado, constata que nas APPs com vegetação nativa preservada não houve dados sociais e econômicos relevantes e, ainda, que apenas 8% dos deslizamentos ocorreram em áreas que não apresentavam alterações antrópicas. O estudo explicita a importância dos serviços ambientais prestados pelas APPs, em especial a preservação dos recursos hídricos e da estabilidade geológica e a proteção do bem estar das populações humanas (MMA, 2011).

No entanto, a Mata Atlântica não beneficia somente a população local e regional; a sociedade global também é favorecida. Os serviços ambientais promovidos por ela podem ser alocados em níveis de benefício, podendo ser global (por exemplo, mitigação das mudanças climática, conservação da biodiversidade), regional (por exemplo, proteção contra pragas agrícolas, manutenção do ciclo hidrológico, polinização) ou local (por exemplo, formação dos solos, proteção contra extremos climáticos, controle da erosão). Apesar de haver interrelações entre os níveis, a formação dos mercados para serviços ambientais está relacionada à qual dos níveis cada um dos serviços está mais ligado (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

II.4.2 – Valoração econômica e instrumentos de gestão ambiental

Nesta relação entre a natureza e o mercado, as ciências econômicas têm o importante papel de fornecer ferramentas que contribuam para soluções efetivas. Na perspectiva econômica, o máximo de bem estar se traduz em otimizar a satisfação (ou utilidade), sob restrições de renda, tempo, recursos, conhecimento e tecnologia. Os valores atribuídos se relacionam com a capacidade percebida de uma ação, um bem ou um serviço contribuir para o agente atingir seu objetivo e sua satisfação. Assim, em um cenário de escassez, as alternativas escolhidas são aquelas que melhoram a satisfação, ou seja, que representam a maximização da “utilidade”.

O desafio da economia é alocar recursos escassos de maneira a obter o maior benefício social (ORTIZ, 2003). No entanto, para a maior parte dos benefícios providos pelos ecossistemas, não há mercado e, conseqüentemente, não existem preços determinados (GUEDES; SEEHUSEN, 2011). Para acessar contribuições econômicas desses serviços foram desenvolvidos métodos para valorá-los economicamente, de modo a refletir sua contribuição para o bem-estar social, possibilitando a comparação

desses outros bens ou recursos e facilitando a percepção sobre os ganhos e perdas que envolvem cada alternativa. Em outras palavras, indica a disposição a pagar de um indivíduo por uma melhoria ou incremento de um recurso ambiental ou a disposição a aceitar uma piora ou decréscimo na oferta do recurso.

Segundo ORTIZ (2003), a valoração econômica ambiental permite inserir de forma mais realista o meio ambiente nas estratégias de desenvolvimento econômico – locais, regionais ou nacionais. RONCON (2011), que valorou os serviços ambientais das APPs com vegetação nativa, destaca que os valores econômicos obtidos em seu trabalho, além de destacarem a importância da preservação das APPs, devem ser levados em consideração nos processos de tomada de decisão e na formulação de Políticas Públicas. O valor econômico atribuído aos ecossistemas compreende a soma de seus valores de uso direto e indireto, seu valor de opção e seu valor de existência²⁵.

COSTANZA *et al.* (1997) estimaram o valor total dos ecossistemas, concluindo que a biosfera promove a cada ano bens e serviços ambientais à humanidade da ordem de 16 a 54 trilhões de dólares, enquanto o Produto Interno Bruto (PIB) global da época do estudo era de US\$18 trilhões. O mesmo estudo conclui que o valor médio produzido por um hectare de floresta tropical equivalia a US\$ 2 mil por ano (COSTANZA *et al.*, 1997).

Outros estudos mostram o papel da natureza em prover benefícios a custos menores do que poderiam ser alcançados com soluções técnicas. TEEB (2010) verificou que seria mais barato restaurar a Bacia Hidrográfica de Catskill, que fornece água para a cidade de Nova York, do que investir em uma usina de pré-tratamento para manter a água pura. A primeira alternativa custaria US\$ 2 bilhões, enquanto a segunda, US\$ 7 bilhões de investimento e US\$ 300 a 500 milhões ao ano na operação.

Apesar dos evidentes benefícios da preservação dos ecossistemas, não apenas por motivos sociais, ecológicos e éticos, mas também por razões econômicas,

²⁵ *Valor de uso direto* é aquele derivado da utilização ou consumo direto do recurso, sendo que o mesmo recurso ambiental pode ter vários usos distintos e, dessa forma, vários valores de uso direto (por exemplo, extração de madeira ou consumo de frutos). *Valor de uso indireto* é aquele advindo das funções ecológicas do recurso ambiental (por exemplo, qualidade da água, ar puro, beleza cênica). *Valor de opção* se relaciona à disposição a pagar para manter o recurso ambiental para uso futuro, ou seja, pela opção de usar ou não o recurso no futuro. *Valor de existência (ou de não-uso)* se relaciona à satisfação pessoal em saber que o recurso está lá, sem que o indivíduo se beneficie direta ou indiretamente de seu uso (por exemplo, o não-desmatamento da Floresta Amazônica, mesmo que a pessoa não venha a visitá-la ou consumir seus produtos). (ORTIZ, 2003)

ainda há muitos desafios em relação à valoração econômica dos serviços ambientais. O principal deles decorre desses serem considerados externalidades²⁶ e possuírem características de bens públicos²⁷, não tendo os direitos de propriedade bem definidos. Assim, se os preços, que direcionam as decisões econômicas, não refletem o valor e a escassez dos serviços ambientais, há uma falha de mercado que impede a alocação eficiente dos recursos, levando ao sobreuso dos recursos naturais – fenômeno chamado de “tragédia dos comuns” (HARDIN, 1968). O autor afirmou nesse trabalho que as pessoas que compartilham uma terra num regime comunal inevitavelmente irão sobrecarregá-la.

De acordo com o Art. 225º da Constituição Federal “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” (BRASIL, 1988). Com o objetivo de cumprir essa tarefa constitucional, emergem os instrumentos para gestão ambiental, que podem ser divididos em dois grupos principais: os instrumentos de comando e controle (ou reguladores) e os instrumentos econômicos (ou de mercado). Além desses, outros instrumentos vêm sendo cada vez mais utilizados, como os de gestão participativa e comunitária, também chamados de instrumentos de interação e responsabilização sociais. MAY et al. (2003) esclarece que tais instrumentos têm o propósito de induzir ou forçar os agentes econômicos a adotarem ações que provoquem menos danos ao meio ambiente e defende que os diferentes grupos devem ser utilizados conjuntamente.

Os instrumentos de comando e controle são mecanismos por meio dos quais o poder público estabelece os padrões e monitora a qualidade ambiental, regulando as atividades e aplicando sanções e penalidades, via legislação e normas (LEAL, 1997). Essas políticas são determinadas legalmente e não possibilitam aos agentes econômicos qualquer outra opção para solucionar problema, além de implicar altos

²⁶ *Externalidades* são efeitos associados à produção ou consumo de um bem afeta a um terceiro e é externo ao mercado, ou seja, quando o preço deixa de capturar todos os benefícios e custos de uma transação de mercado. Se o efeito gerar custos negativos a um terceiro, será uma *externalidade negativa*; se gerar benefícios, será uma *externalidade positiva*.

²⁷ *Bens públicos* se distinguem dos privados por suas características inerentes (não por serem fornecidos por uma entidade pública ou privada; é aquele que apresenta não-rivalidade e não-exclusividade. *Não-rivalidade* significa que o consumo de um bem por uma pessoa, não impede que outra o consuma, isto é, não reduz o montante disponível. *Não-exclusividade* significa que não é possível impedir que outros compartilhem do consumo de um bem.

custos para a fiscalização (MOURA, 2012), mostrando-se insuficiente para assegurar os resultados esperados das políticas ambientais.

Nicolau Maquiavel, Jean Bodin e Thomas Hobbes, embora sustentassem a punição como instrumento eficiente de submissão ao governo, visualizavam na recompensa um instrumento promocional capaz de contribuir a favor do Estado (BENEVIDES FILHO, 1999 *apud* MOURA, 2012). BOBBIO (2007) assinala que, mais do que controlar comportamentos dos indivíduos através de sanções negativas, o ordenamento jurídico tem a função de direcionar os comportamentos para certos objetivos preestabelecidos, o que pode ser obtido, preferencialmente, por meio da sanção positiva e de incentivos.

Nesse sentido, surgem os instrumentos econômicos, que podem ser conceituados como mecanismos baseados em incentivos econômicos que visam induzir o comportamento das pessoas e das organizações (BARBIERI, 2009), orientando-os a valorizarem os bens e serviços ambientais. Objetivam a redução da regulamentação, permitindo maior flexibilidade aos agentes envolvidos perante alternativas, além de reduzir os custos de controle dos problemas ambientais e estimular o desenvolvimento de tecnologias mais limpas (VARELA, 2012). Há uma série de instrumentos econômicos, dentre os quais se destacam os princípios do poluidor-pagador, do usuário-pagador e, o mais recente, do provedor-recebedor.

O princípio poluidor-pagador adveio da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento na Rio92, cujo princípio nº 16 declara que:

As autoridades nacionais deveriam procurar fomentar a internalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em conta o critério de que o causador da contaminação deveria, por princípio, arcar com os seus respectivos custos de reabilitação, considerando o interesse público, e sem distorcer o comércio e as inversões internacionais. (ONU, 1992)

Esse princípio aparece no Art. 4º da Política Nacional do Meio Ambiente, que impõe “ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados” (BRASIL, 1981). Para DERANI (2008), o princípio do poluidor-pagador ao internalizar os custos relativos dos danos ambientais, exigiria um maior cuidado do poluidor com a preservação ambiental a fim de garantir um meio ambiente mais saudável, incluindo as externalidades negativas nas tomadas de decisão.

Já o princípio usuário-pagador indica que quem utiliza o recurso deve suportar o conjunto de custos destinados a tornar possível sua utilização, assim como os custos advindos do seu uso, incluindo as externalidades. Segundo MOURA (2012), esse tem por objetivo fazer com que esses custos sociais não sejam suportados nem pelo Poder Público, nem por terceiros, mas pelo utilizador.

O princípio provedor-recebedor é um desdobramento do poluidor-pagador, buscando prestigiar e reconhecer as iniciativas conservacionistas de muitos provedores de serviços ambientais por meio de compensação financeira pelas externalidades positivas geradas pelo seu comportamento que, inclusive, contribui para a redução de gastos públicos. Ademais, tal princípio permeia toda a iniciativa de Pagamento por Serviços Ambientais, em que se procura remunerar quem protege um recurso natural e, em consequência, gera benefícios a toda a sociedade. (FURLAN, 2010 *apud* MOURA, 2012).

II.4.3 – Pagamento por Serviços Ambientais e Políticas Públicas

Embora haja obrigatoriedade normativa que impõe a manutenção de APP e de área de Reserva Legal, os instrumentos de comando e controle têm se mostrado ineficientes para conter a destruição das florestas, comprometendo o provimento de serviços ambientais. Segundo FURLAN (2010 *apud* MOURA, 2012), a constatação da finitude dos recursos naturais e a conscientização crescente dos benefícios decorrentes dos serviços ambientais prestados pela natureza contribuíram para o fortalecimento da ideia de se compensar economicamente os provedores dos serviços ecológicos.

Nesse caminho, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) apresenta-se como importante instrumento de incentivo positivo àqueles que efetivamente promovem a preservação e conservação dos recursos naturais. Este instrumento econômico exige a adoção do princípio provedor-recebedor paralelamente à aplicação dos princípios poluidor-pagador e usuário-pagador (BRASIL, 2007). Para MOURA (2012), ele se destaca pelo seu potencial em promover o cumprimento voluntário da lei florestal, apresentando duas vertentes: a primeira objetiva a conscientização sobre a importância dos serviços ambientais, enquanto a segunda busca valorizar que contribui diretamente para sua preservação.

A despeito das inúmeras definições para o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), uma delas é amplamente usada e o define como

uma transação voluntária, na qual um serviço ambiental bem definido, ou uso da terra que possa assegurar este serviço, é adquirido por, pelo menos, um comprador de no mínimo, um provedor, sob a condição de que ele garanta a provisão do serviço (condicionalidade). (WUNDER, 2005)

Através desse mecanismo, busca-se mudar a estrutura de incentivos de forma a melhorar a rentabilidade relativa das atividades de proteção e uso sustentável de recursos naturais em comparação com atividades não desejadas. Por um lado, o proprietário se beneficia do aumento do valor econômico dos bens, dos serviços e da estabilidade ecológica do seu agroecossistema. Por outro lado, a sociedade se beneficia com os serviços ambientais providos pelo ecossistema conservado.

No entanto, há alguns critérios que diferenciam o PSA de outros mecanismos para a conservação da natureza, apesar de ser raro encontrar projetos em andamento que atendam a todos eles. O primeiro deles se refere à característica de voluntariedade, que ressalta que o PSA não é compulsório, mas sim um arcabouço negociado e pressupõe que potenciais provedores têm alternativas de uso da terra (WUNDER, 2007). Na prática, há exemplos em que esses são aplicados para apoiar uma adequação à lei e, além disso, políticas públicas têm sido consideradas PSA até mais do que transações voluntárias de mercado.

Em segundo lugar, um sistema PSA requer que haja um comprador para os serviços ambientais, ou seja, alguém que demande e esteja disposto a pagar por eles. Entretanto, como explicitado anteriormente, devido às características de bens públicos, a disposição a pagar pelos serviços ambientais tende a ser baixa (COSTANZA *et al.*, 1997). Logo, a formação de demanda e a indução de sistemas de PSA podem se dar através da atuação de três indutores: interesses voluntários, pagamento mediado por governos e regulamentações ambientais.

Os interesses voluntários estão relacionados a motivos, desde éticos e filantrópicos até interesses privados para a geração de lucro ou para o consumo, por exemplo, quando um usuário (ou alguns) se beneficia de uma parcela muito grande do serviço em questão. Em pagamentos mediados por governos, esses assumem o papel de comprador dos serviços e de coordenador do mecanismo, criando leis e programas e se responsabilizando por angariar e repassar os recursos, além de determinarem os níveis de pagamento e definir as áreas para as quais esses recursos serão

direcionados. Já as regulamentações ou acordos, através da definição de direitos de propriedade às externalidades, determinam limites biofísicos para a atuação da sociedade na natureza, de modo a garantir o mínimo de biodiversidade e ecossistemas naturais capazes de prover os serviços ambientais necessários para a sociedade. Esses limites podem consistir em níveis máximos de um malefício ambiental ou níveis mínimos de um benefício ambiental a ser gerado. Podem-se, ainda, permitir mecanismos de flexibilização, estimulando a negociação entre ofertantes e demandantes dos serviços - essa estratégia é a base para o mercado de carbono. (GUEDES; SEEHUSEN, 2011)

Além de haver uma demanda, é necessário que existam provedores que se comprometam a manter o provimento dos serviços ambientais, que pode se dar com a adoção de proteção, manejo dos recursos naturais ou uso da terra sustentáveis. Algumas práticas que podem ser utilizadas são o estabelecimento de áreas protegidas e de corredores ecológicos, a restauração de matas ciliares, os sistemas de agricultura orgânica e os sistemas agroflorestais. SIGAM (2014) cita os Sistemas Agroflorestais como um método de recuperação que pode ser aplicado em matas ciliares degradadas, enquanto o Código Florestal (BRASIL, 1965; BRASIL, 2012) determina a existência de áreas especialmente protegidas, estabelece parâmetros mínimos para as APPs, não sendo permitida, nesses espaços, a intervenção humana nem, tampouco, a supressão da vegetação nativa e, ainda, prevê o uso de Sistemas Agroflorestais nessas áreas como forma de reestabelecer a provisão de serviços ambientais.

Outra característica dos sistemas PSA se refere à transação, que consiste em compensar financeiramente os indivíduos, para que as atividades de uso da terra que provém serviços ambientais sejam mais atrativas economicamente do que as demais alternativas. Assim, o ganho econômico deve compensar o custo de oportunidade²⁸ do produtor. Entretanto, MURADIAN et al. (2010) aponta que incentivos financeiros têm impactos limitados e, se eles forem muito baixos, podem até mesmo desincentivar os provedores. Os mesmos autores argumentam que o uso de pagamentos pode acarretar no desaparecimento de incentivos éticos para a conservação, como tradição, solidariedade e altruísmo, assim como, se ocorrer de modo prolongado, pode levar à

²⁸ *Custo de oportunidade* indica o custo de algo em termos de uma oportunidade renunciada. Em outras palavras, esse representa o valor associado à melhor opção não realizada, o maior valor associado aos benefícios não escolhidos, visto que, ao se tomar determinada escolha, deixa-se de lado as demais possibilidades. O custo de oportunidade geralmente é expresso em preços relativos, ou seja, é o preço de uma escolha em relação à outra.

percepção de que se trata de um direito, perdendo o impacto motivacional. Por fim, a valoração econômica ambiental e a análise dos custos de oportunidade dos usos da terra podem ser úteis no processo de negociação do preço, porém, qualquer valor negociado entre o comprador e o provedor é o certo se ambas as partes estiverem satisfeitas (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

Além disso, em um sistema de PSA, o serviço ambiental deve ser bem definido e, segundo o conceito da condicionalidade, o pagamento deve ocorrer somente se o provedor garantir o provimento do serviço em questão. No entanto, há complexidades intrínsecas aos ecossistemas e seus processos que dificultam a comprovação da relação de causalidade entre os diferentes usos da terra (WUNDER, 2007), assim como fatores climáticos e características geológicas que podem influenciar os efeitos das medidas adotadas (GIZ, 2011 *apud* GUEDES; SEEHUSEN, 2011), limitando a definição, mensuração e as possibilidades de monitoramento do provimento de serviços ambientais.

Visto que a consolidação de sistemas de PSA exige a existência de provedores que, por sua vez é também condicionada à existência de indutores, são, muitas vezes, necessárias políticas e programas para que potenciais ofertantes tornem-se provedores efetivos, o que atribui ao governo papel fundamental na provisão desses bens públicos, os serviços ambientais. Nesse contexto, há um projeto de Lei que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, cujos objetivos são:

I – disciplinar a atuação do Poder Público em relação aos serviços ambientais, de forma a manter, recuperar ou melhorar esses serviços em todo o território nacional; II – estimular a conservação dos ecossistemas, dos recursos hídricos, do solo, da biodiversidade, do patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado; III – valorizar econômica, social e culturalmente os serviços prestados pelos ecossistemas; IV – reconhecer as iniciativas individuais ou coletivas que favoreçam a manutenção, a recuperação ou o melhoramento dos serviços ecossistêmicos, por meio de remuneração financeira ou outra forma de recompensa; V – fomentar o desenvolvimento sustentável; VI – promover alternativas de geração de trabalho e renda para populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica. (BRASIL, 2007)

O Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente para a Rio+20, através do relatório “Rumo a uma Economia Verde”, aponta os mecanismos de mercado, sobretudo o pagamento por serviços ambientais, como eficiente instrumento de gestão

florestal. Segundo SIGAM (2014), o Governo do Estado de São Paulo enxerga no PSA uma oportunidade de gerar novas políticas ambientais, baseadas no princípio “provedor-recebedor”.

VEIGA e GALVADÃO (2011) mapearam 40 iniciativas de PSA de conservação dos recursos hídricos da Mata Atlântica, as quais têm basicamente orçamentos públicos como fonte de recurso para os pagamentos. De acordo com esses autores, a difusão desses sistemas tem sido impulsionada principalmente por políticas estaduais e pelo Programa Produtor de Água, da Agência Nacional das Águas (ANA).

Apesar da ausência de um marco regulatório federal, no âmbito das políticas públicas estaduais, três estados apresentam-se avançados, com legislação aprovada e programas de PSA em curso. O estado do Espírito Santo atua em três microbacias através do programa ProdutorES de Água, coordenado pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), contando com recursos provenientes de 3% da arrecadação dos royalties de petróleo através do fundo estadual FUNDÁGUA, chegando a aproximadamente R\$ 15 milhões por ano. O estado de Minas Gerais implementou o programa Bolsa Verde, financiado por 10% dos recursos do FIDRO, derivados das medidas de compensação do setor elétrico. Já o estado de São Paulo atua através do Programa Mina D’água. (VEIGA e GALVADÃO, 2011)

II.4.4 – Programa Produtor de Água

A Agência Nacional das Águas desenvolveu o conceito de Produtor de Água, que reconhece o papel de provedor de serviços ambientais desempenhados por produtores rurais, a partir da adoção de práticas de conservação do solo e de conservação e restauração florestal. O Programa Produtor de Água visa estimular a política de PSA voltados à proteção hídrica no Brasil. Segundo a ANA (2012a), são apoiados projetos voltados a produtores rurais que se proponham a adotar práticas e manejos conservacionistas em suas terras, que venham contribuir para o abatimento efetivo da erosão e da sedimentação e para o aumento da infiltração da água”. Ajustado ao princípio do provedor-recebedor, prevê remuneração aos produtores participantes que geram externalidades positivas em bacias hidrográficas, visto que os benefícios advindos das práticas implementadas ultrapassam as fronteiras das propriedades rurais (ANA, 2012a).

A metodologia utilizada no referido Programa para determinar o incentivo financeiro ao produtor rural se baseia em dois aspectos: no custo de oportunidade de uso de um hectare da área objeto do projeto, expresso em R\$/hectare/ano, designado por Valor de Referência (VRE), e no valor estimado do percentual de abatimento de erosão (PAE). O custo de oportunidade se baseia na atividade agropecuária mais utilizada na região ou em um conjunto de atividades que melhor represente os ganhos médios líquidos obtidos nesta área (ANA, 2012b).

Para estimar a taxa de perda de solo, é empregada a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), operacionalizada de forma simplificada, carente de algum embasamento científico, e sem a utilização de recursos de geoprocessamento, o que, de acordo com RIBEIRO (2012) pode comprometer a qualidade do Programa, especialmente quando de sua implementação de forma mais extensiva, pós fase experimental. A EUPS estabelece a Equação

Equação 24: Equação Universal de Perdas de Solo.

$$A = K.R.L.S.C.P$$

Onde, A (em ton/ha/ano) é a taxa de perda de solos; K é a erodibilidade do solo (em t/ha/ano); R é a erosividade da chuva (em MJ.mm/ha/h); L é o comprimento de encosta (adimensional); S é a declividade da encosta (adimensional); C representa o uso e manejo do solo (adimensional); e P traduz as práticas conservacionistas (adimensional).

Isolando as variáveis que se mantêm constantes, chega-se a uma equação reduzida, baseada na relação entre o fator de risco de erosão proporcionado pelo uso e manejo atual solo e o referente à prática a ser adotada. Essa equação para a obtenção do valor do PAE é explicitada na seção IV.5.

De forma a obter os valores do fator de risco de erosão (Φ), foram levantados dados na literatura correspondentes a experimentos em parcelas de enxurrada e em micro-bacias experimentais no Brasil e nos EUA (ANA, 2012b). A partir desses, foi construída uma tabela com os valores de Φ para diferentes tipos de uso e manejo do solo, visando à obtenção do PAE para os projetos do Programa. O valor mínimo de PAE necessário ao projeto para que esse seja aceito pelo Programa é de 25%. Após calcular o PAE, são estimados os VRE para cada hectare dos projetos individuais, de forma a se obter o valor total do pagamento ao produtor participante.

Para o cálculo do pagamento, o Manual Operativo – Programa Produtor de Água propõe a seleção de projetos PSA em 3 categorias: práticas de conservação de solo, implantação de florestas novas e conservação de remanescentes de florestas.

- 1) No caso de projetos de conservação da vegetação nativa existente, quando a totalidade da área fica impedida de ser utilizada com alguma atividade que proporcione renda ao produtor, o valor máximo do pagamento é 1,25 X VRE, tendo em consideração que estas áreas já prestam serviços ambientais e não demandam recursos do projeto.
- 2) No caso de recuperação da vegetação nativa, o pagamento é igual ao VRE, valor esse que pode ser reduzido em função dos cuidados dispensados pelo produtor da área na condução das mudas;
- 3) No caso de ações de conservação de solo, seja com práticas mecânicas ou agropecuária sustentável, o valor máximo a ser pago é 50% do VRE, tendo em consideração que as áreas continuam disponíveis para a produção de grãos ou para a pecuária e há ganhos ambientais tanto para o produtor quanto para a sociedade. Este percentual varia proporcionalmente ao abatimento da erosão;

Os valores são pagos em parcelas de acordo com o contrato, após a certificação (ANA, 2012b). Segundo (IICA, 2012), esses valores variam entre R\$80,00 e R\$330,00 por hectare ao ano. Já o valor médio de incentivo financeiro aos produtores no Projeto Conservador das Águas – Extrema (MG), que inspirou a criação do Programa Nacional, é de R\$148,00 por hectare ao ano, com pagamentos variando entre R\$75,00 e R\$169,00.

No Projeto Produtor de Água na Bacia do Ribeirão Pípiripau (DF/GO), o VRE se baseia no custo de oportunidade da atividade pecuária, determinado em R\$137,00 de acordo com estudo elaborado pela EMATER- DF (ANA, 2010). A partir desse valor de referência, foram determinados os valores para as demais atividades, de acordo com as categorias estabelecidas pelo Programa (Tabela 4).

Tabela 4: Valores de referência utilizados no Produtor de Água na Bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/GO), para cada categoria. (Adaptado de: ANA, 2010)

ATIVIDADE	VALOR (R\$/ha/ano)
Custo de oportunidade básico	R\$140,00
Conservação de água e solo	R\$70,00
Restauração florestal	R\$140,00
Conservação florestal	R\$175,00

Cabe ressaltar que esses valores ainda podem aumentar caso a área seja considerada prioritária para o Projeto, ou seja, de acordo com a proximidade ou inserção em Unidade de Conservação e/ou Área de Preservação Permanente e com o estágio de regeneração. São atribuídos pesos aos valores de referência, conforme o nível de prioridade (baixa, média, alta ou muito alta), sendo eles, respectivamente, iguais a 1, 1,125, 1,25 ou 1,5 (ANA, 2010). Os valores também variam de acordo com o nível de avaliação da condução de florestas plantadas, considerando-as medianamente cuidadas ou bem cuidadas.

Já o Projeto Produtor de Água da Bacia do Piracicaba-Capivari-Jundiá (PCJ) estimou que o custo de oportunidade baseado no uso do solo predominante da região, as pastagens, diretamente associadas à pecuária mista de baixa/média produtividade é de R\$220,00 por hectare (VEIGA NETO, 2008). De acordo com o autor, considerando que a adoção de práticas conservacionistas e de conservação das florestas favorece também outros serviços ambientais (carbono e biodiversidade), para o pagamento referente à proteção hídrica, considerou-se 1/3 desse custo de oportunidade. Desta forma, estabeleceu-se o valor de referência de R\$75,00 por hectare ao ano para o pagamento pelo Projeto na Bacia PCJ e, a partir desse, foram estabelecidos os valores de referência para o pagamento aos produtores, considerando os VRE proporcionais ao abatimento de erosão, os VRE para recuperação de APP (proporcionais ao nível de avaliação da condução de florestas) e os VRE para conservação de florestas e APP.

Entretanto é importante ressaltar que o Programa ainda vem sendo aprimorado. RIBEIRO (2002) propõe novas diretrizes para esse a partir da observação de outras iniciativas semelhantes no Brasil e no mundo.

A consolidação de iniciativas de PSA, que aliam a geração de renda com o avanço na proteção da biodiversidade e dos ecossistemas pode contribuir para uma boa gestão ambiental. É evidente o papel do Poder Público, através de Políticas Públicas, para o fomento dessas iniciativas, que proporcionam às pessoas colher os benefícios e manter esses bens comuns. Por outro lado, os bens comuns nos ajudam a articular um cenário de poder cidadão, autogoverno, e valor socialmente enraizado (BOLIER, 2008)

CAPÍTULO III – ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada na região do Vale do Ribeira, no município de Barra do Turvo (SP), junto às famílias agricultoras pertencentes à Associação dos Agricultores Agroflorestais de Barra do Turvo e Adrianópolis – Cooperafloresta.

III.1 – Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Vale do Ribeira está localizada na divisa do estado de São Paulo e do Paraná (Figura 23). Sua área abrange cerca de 17.595 Km².

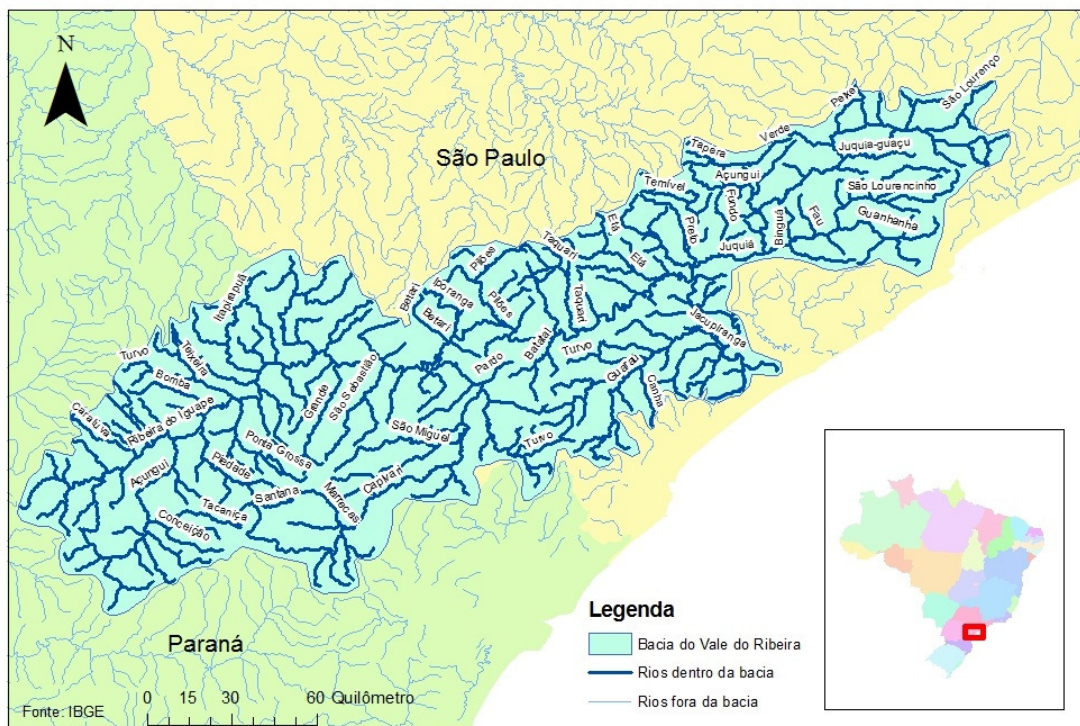


Figura 23: Localização da bacia do Vale do Ribeira. (elaboração própria)

A classificação climática, segundo Köppen, é de clima subtropical úmido mesotérmico (Cfa). A precipitação média anual varia entre 1.400 e 1.600 mm e a temperatura média é de 19 °C (CAVIGLIONE *et al.*, 2000 *apud* SHTORACHE, 2013).

As variações sazonais da precipitação foram extraídas da série de dados mensais da estação Barra do Turvo operada pelo Departamento de Águas e Energia

Elétrica (DAEE) de São Paulo. Os dados médios se referem ao período de 1969 a 2000. O gráfico está apresentado na Figura 24.

A altitude média na região é de 500 m. O relevo é forte ondulado com declividade entre 20 e 45%. (SHTORACHE, 2013).

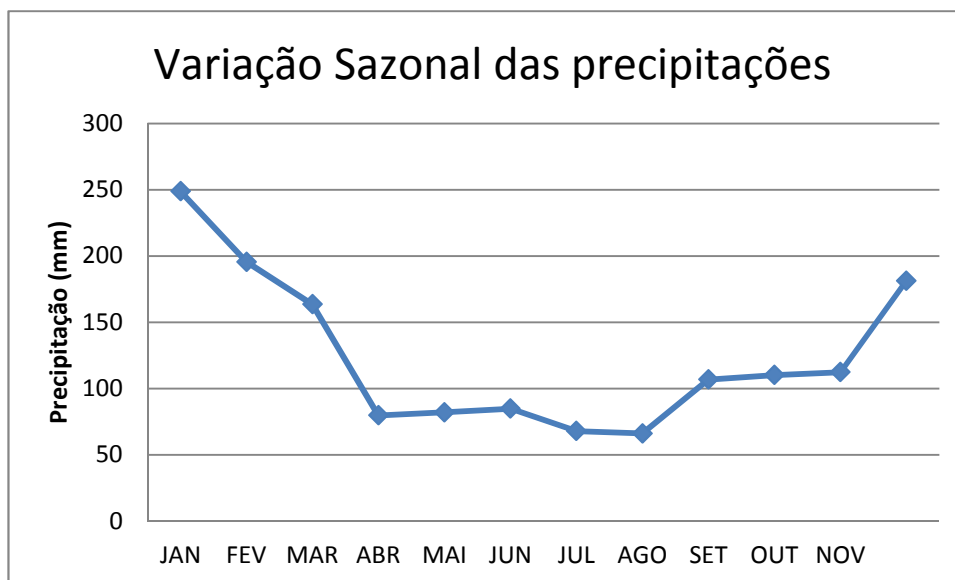


Figura 24: Variação sazonal das precipitações. Série de dados diários da estação de Barra do Turvo operada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (de 1969 a 2000). (elaboração própria - dados de HIDROWEB, 2014)

A vegetação característica da região é formada por remanescentes da Floresta Ombrófila Densa Atlântico. FROUFE e SEOANE (2011) destacam as seguintes espécies como características da região: Falso-jaborandi (*Piper sp.*), Cambará (*Aloysia virgata*), rabo-de-bugio (*Dalbergia frutescens*), Ingá (*Inga sellowiana*), Embaúba (*Cecropia glaziovii*), Grandiuva (*Trema micrantha*), Cerejeira (*Eugenia leitonni*), Capororoca (*Myrsine coriácea*), Embaúba-prateada (*Cecropia hololeuca*), Canela (*Nectandra SP*).

As caracterizações geológica, pedológica e hidrológicas da bacia do Vale do Ribeira foram realizadas a partir do Atlas Geoambiental da Bacia do Ribeira (THEODOROVICZ, 2007), que classifica sua natureza como bastante complexa.

A bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape é sustentada por uma variedade enorme de rochas das mais diferentes origens, idades e composição químico-mineral. O reflexo disso se traduz numa diversidade de tipos de terrenos, cada qual com suas peculiaridades

geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrológicas, geotécnicas, minerais e ambientais. (THEODOROVICZ, 2007)

A respeito dos aspectos comuns geológicos da região, THEODOROVICZ (2007) destaca o fato da maioria das rochas que ocorrem na bacia serem compostas por minerais que quando se alteram se transformam em argila. O autor complementa que rochas quartzosas são poucas e de distribuição areal bastante restrita.

Sobre os solos, o THEODOROVICZ (2007) comenta que:

Pelo fato de predominarem rochas que se alteram para minerais de argila, por ser o relevo bastante movimentado e ser uma região onde chove bastante o ano todo, quase toda a região é recoberta por solos que se caracterizam por serem bastante argilosos, em geral profundos e por serem pedogeneticamente bastante diferenciados, o que faz com que, em geral, apresentem os horizontes A, B e C²⁹ bem diferenciados e exibam muitas diferenciações locais de cores e de características físicas e, provavelmente químicas. (THEODOROVICZ, 2007)

A respeito da hidrologia, THEODOROVICZ (2007) aponta a predominância de unidades geológicas nas quais as águas subterrâneas circulam e se encontram armazenadas em fendas abertas que existem nas rochas, relacionadas a falhas, fraturas e outras armadilhas estruturais. Por fim, ele classifica os aquíferos da região como fissurais.

O panorama geológico e hidrológico da região inspira uma série de cuidados elencados por THEODOROVICZ (2007):

²⁹ *Horizonte A:* Horizonte mineral, superficial ou em seqüência a horizonte ou camada O ou H, de concentração de matéria orgânica decomposta e perda ou decomposição principalmente de componentes minerais. (Fe, Al e argila);

Horizonte B: Horizonte subsuperficial de acumulação de argila, Fe, Al, Si, húmus, CaCO₃, CaSO₄, ou de perda de CaCO₃, ou de acumulação de sesquióxidos; ou com Bom desenvolvimento estrutural;

Horizonte C: Horizonte ou camada mineral de material inconsolidado sob o solum, relativamente pouco afetado por processos pedogenéticos, a partir do qual o solum pode ou não ter se formado, sem ou com pouca expressão de propriedades identificadoras de qualquer outro horizonte principal. (EMBRAPA, 2014c)

- Contaminação: Este tipo de aquífero é muito vulnerável a contaminação, uma vez que o escoamento no interior das fraturas se dá em velocidades altas;
- Recarga subterrânea: Trata-se de um ambiente naturalmente pouco permeável em razão dos solos serem argilosos e do relevo ser bastante movimentado;
- Nascentes: os desníveis altimétricos acentuados da maior parte da área são favoráveis a que o lençol freático aflore em muitos locais.

O relatório alerta para uma já perceptível alteração da dinâmica dos solos e da hidrologia regional.

O rio Ribeira já mostra claros sinais de que se encontra em acelerado processo de assoreamento. A cada ano que passa, suas enchentes atingem níveis mais elevados e são mais catastróficas. (THEODOROVICTZ, 2007)

III.2 – O Vale do Ribeira e a Barra do Turvo

O Vale do Ribeira apresenta características bastante singulares, tanto no que se refere à paisagem e à vegetação, quando à cultura local. Sob o ponto de vista da paisagem natural, caracteriza-se por cadeias de montanha e rios nos fundos de vales. Possui trechos bastante conservados de Mata Atlântica, caracterizado pela Floresta Ombrófila Densa, que contrastam com extensas áreas desmatadas para o plantio de monoculturas de *Pinus sp.*, *Eucalyptus sp.*, banana e pastagem para gado (Figuras 25, 26, 27 e 28). Sob a ótica social, representa grande riqueza cultural, com a presença de várias comunidades tradicionais, de quilombolas, de agricultores familiares e de camponeses, espremidas entre essas áreas e, em sua maioria, sobrevivendo com grande dificuldade. A região também é conhecida pelos baixos Índices de Desenvolvimento Humano Municipais (IDH-M) e pelos parâmetros socioeconômicos e demográficos também distantes da realidade de municípios mais desenvolvidos.



Figura 25: Paisagem em Barra do Turvo, formando um mosaico composto por floresta em regeneração, plantação de eucalipto e pastagem. (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)



Figura 26: Encostas desmatadas, ausência de mata ciliar e madeiras de *Pinus sp.* cortadas e empilhadas. (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)



Figura 27: Mata ciliar preservada. (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)



Figura 28: Paisagem em Barra do Turvo, composta por floresta em regeneração nos cumes, área desmatada pelo uso do fogo e bananal. (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)

Atualmente, a Floresta Ombrófila Densa, domínio Mata Atlântica, é composta por um mosaico com poucas áreas relativamente extensas, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do País, e uma porção bem maior de áreas de diferentes estágios de degradação devido ao uso extensivo dos solos.

Ainda que sofra impactos relacionados ao uso antrópico, o Vale do Ribeira possui um extraordinário patrimônio ambiental, concentrando o maior remanescente de Mata Atlântica do país, com mais de 2,1 milhões de hectares de florestas, equivalentes a aproximadamente 21% dos remanescentes de Mata Atlântica do Brasil, 150 mil hectares de restingas e 17 mil hectares de manguezais (ALVES, 2007). Como afirma HOGAN *et al.* (1999), a preservação de seus recursos naturais e o relativo isolamento do Vale do Ribeira foram garantidos por razões históricas, dificuldades de acesso e condições naturais adversas às atividades econômicas. Por abrigar inúmeras espécies vegetais e animais, algumas delas ameaçadas de extinção, foram criadas Unidades de Conservação (UCs) em boa parte do Vale do Ribeira.

A Lei nº 9.985, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, em seu Art. 11º, define que os Parques têm como objetivo básico “a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica” (BRASIL,

2000), podendo ser utilizados para pesquisas científicas, atividades de educação ambiental e turismo ecológico.

As Áreas de Proteção Ambiental (APA) são definidas, no Artigo nº 15, como

uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. (BRASIL, 2000)

O Parque Estadual de Jacupiranga foi criado em 1969, pelo Decreto-Lei Estadual nº145 e era o segundo maior em extensão do estado de São Paulo, com área de aproximadamente 150.000 hectares. Localizado ao sul do Estado de São Paulo, o Parque fazia fronteira ao norte com o Parque Estadual da Serra do Mar (SP), a sudeste com a APA Cananéia-Iguape-Peruíbe (SP) e a sudoeste com a APA Federal de Guaraqueçaba (PR). Apesar da legislação que o protegia, ele estava submetido a diversos problemas relacionados à ocupação humana, devido à sua precária situação fundiária e à forte pressão de ocupação nas proximidades da BR-116. De acordo com a SMA (1997), 43% de seu território estavam indevidamente ocupados, incluindo áreas de uso antrópico intenso (Figura 29). Em função de sua extensão, havia grande dificuldade de fiscalização e manutenção, o que resultou no desmatamento marcante de algumas de suas áreas (SMA, 1997).



Figura 29: Rio Turvo, desmatamento e ocupação humana, em Barra do Turvo/SP. (Fonte: BIN, 2010)

Por essa razão, em 22 de fevereiro de 2008 foi aprovada a Lei nº 12.810 que alterou a área do Parque Estadual do Jacupiranga e criou o Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga (Figura 30). Este mosaico é composto por três Parques Estaduais, cinco Reservas de Desenvolvimento Sustentável, quatro Áreas de Proteção Ambiental, duas Reservas Extrativistas e duas Reservas Particulares do Patrimônio Nacional, totalizando uma área total de 243.885,15 hectares. Do total, 12.965,06 hectares correspondem às Reservas de Desenvolvimento Sustentável, onde se concentram comunidades quilombolas e outras tradicionais.

Cerca de 70% do território do município de Barra do Turvo está inserida em Unidades de Conservação.

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável, de acordo com o SNUC, tem como objetivo básico

preservar a natureza e, ao mesmo tempo, assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais das populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvido por estas populações. (BRASIL, 2000)

No entanto, há evidentes conflitos que envolvem a criação e gestão das UCs e as populações tradicionais e quilombolas que ali vivem.

Por um lado, a criação das UCs representa um avanço no sentido de limitar a devastação do ambiente e contribuir para a preservação dos recursos naturais, indispensáveis para a sustentabilidade dos agroecossistemas e bacias hidrográficas, e por consequência, da vida humana saudável e seu desenvolvimento sustentável (RONCON, 2011). Por outro lado, essas podem representar obstáculos às populações nelas inseridas, comprometendo um desenvolvimento regional que contemple as necessidades das populações locais, gerando conflitos de uso dos recursos e de significados sobre o que é a preservação da natureza, além de se tornar um ambiente rural gerido por mecanismos de fiscalização e repressão (BRANDENBURG; FERREIRA; SANTOS, 2004; HOGAN *et al.* 1999).

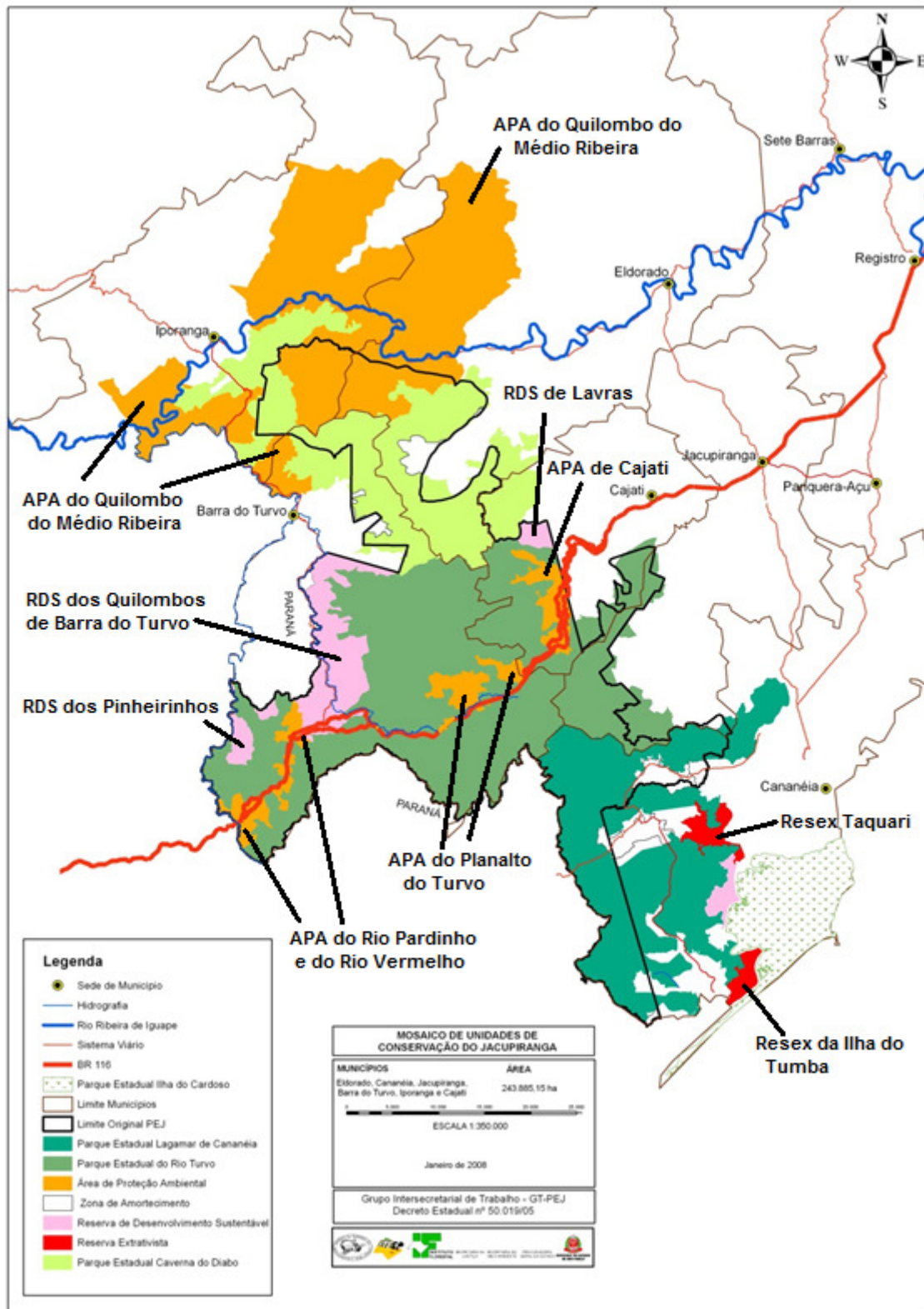


Figura 30: Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga. Nota: Área de Proteção Ambiental (APA), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Extrativista (Resex). (Adaptado de: BIM, 2010)

Durante muito tempo, as comunidades tradicionais que ali viviam utilizaram tecnologias sociais que desenvolveram para a manutenção da vida, aprendendo a se relacionar com o ambiente e ajudando a preservar o bioma da Mata Atlântica (FONINI, 2012). Essas em nada se aproximavam às modernas tecnologias utilizadas em outras áreas, onde a agricultura capitalista se configurou. Este fator, assim como o relevo bastante acentuado da região, foi relevante para a preservação dos remanescentes florestais de Mata Atlântica favorecendo o desenvolvimento de um tipo de agricultura que visava principalmente à produção para subsistência. A população vivia em volta dos córregos, nascentes, rios, por onde faziam contato com outras localidades e de onde retiraram recursos, principalmente, alimentares. (FONINI, 2012). Esse relação com os rios perdura até os dias de hoje, como pode ser observado na Figura 31.



Figura 31: Rio Pardo e a ponte de acesso ao bairro Areia Branca, em Barra do Turvo/SP. (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)

Percebe-se que a criação das UCs impactou profundamente o modo de vida dessas comunidades, gerando um conflito entre a preservação ambiental e as práticas tradicionais de agricultura. A legislação ambiental tornou ilegal a extração do palmito e restringiu as práticas de manejo e cultivo da terra, baseadas na agricultura de coivara, o que reforçou o processo de exclusão das comunidades (MELO, 2010; ROMÃO, 2006). Para HOGAN *et.al.* (1999), a discussão sobre preservação ambiental surge posteriormente ao desenvolvimento industrial baseado na extração e devastação

ambiental de outras regiões, sucumbindo todo o discurso de preservação ambiental a uma região menos desenvolvida, em que seus habitantes se relacionam de forma harmônica com a natureza há séculos. Com a proibição da queima e da retirada do palmito Juçara (*Euterpes edulis*), os agricultores foram obrigados a alterar suas práticas e muitos deixaram suas terras para trabalhar em outras cidades (FONINI, 2012).

O início do povoamento da história do município de Barra do Turvo se deu em volta do Rio Pardo e Rio Turvo, principalmente na confluência de ambos (Figura 32). A colonização efetiva se deu por volta do ano de 1852, com plantação de milho e criação de porcos. Por se tratar de um município predominantemente rural, Barra do Turvo desenvolveu vários ciclos extrativistas e agropecuários, baseados na criação de porcos, gado bovino, búfalo, na produção de milho e feijão e na extração de palmito Juçara.

Nas primeiras décadas do século XX, as lavouras de banana cresceram, passando a ser o principal produto econômico da região. O município viveu tempos de fartura no período entre 1910 e 1930, quando foi grande a produção agrícola e pecuária, baseada em monoculturas. A produção de banana juntamente com a extração do palmito foi incorporada pelas comunidades tradicionais, constituindo fonte econômica da maioria das comunidades quilombolas do Vale do Ribeira (SANTOS; TATTO, 2008). Estas condições histórico-sociais e naturais possibilitam compreender as formas de apropriação da natureza e o desenvolvimento de técnicas e práticas como estratégias que permitiram a sobrevivência e adaptação dessas famílias às condições do meio (FONINI, 2012).



Figura 32: Cidade de Barra do Turvo, confluência do Rio Pardo e Rio Turvo. (BIN, 2010)

Devido às condições naturais e sociais do Vale do Ribeira, essas comunidades passaram, um longo tempo, intactas ao intensivo processo de modernização ocorrido no país, particularmente em São Paulo, não se inserindo no desenvolvimento agrícola nos moldes capitalistas. Nessas, houve pouco ou nenhuma influência da Revolução Verde no seu início, o que é possível constatar através das informações dos próprios agricultores. No entanto, hoje em dia já é possível observar o uso de agrotóxicos e outros insumos agrícolas, inclusive nas propriedades familiares.

Atualmente, a paisagem de Barra do Turvo é dominada pelos pastos nos vales e baixo de encostas, agrofloresta nas encostas e pela Mata Atlântica nos cumes e encostas (BARRA DO TURVO, 2011). Conforme informado por Mário Cavallari Neto³⁰, as principais atividades desenvolvidas no município são a pecuária extensiva, a produção de leite de búfala, a produção de palmito pupunha e as agroflorestas. Além disso, ainda é bastante expressiva na região a agricultura de coivara para o plantio milho, feijão e arroz, voltada basicamente para subsistência, e o plantio de banana.

³⁰ Comunicação telefônica do engenheiro agrônomo Mário Cavallari Neto, da Casa de Agricultura, Barra do Turvo (SP), para a engenheira ambiental Lara Angelo Oliveira, em Janeiro de 2014.

Portanto, a região historicamente rural vive em um cenário de conflitos relacionados à questão territorial, envolvendo Unidades de Conservação, práticas tradicionais de agricultura, monoculturas e criação de animais. Nesse contexto, a chegada da agrofloresta trouxe um novo significado para o “ser agricultor” e uma agricultura que busca harmonizar a produção com a conservação do ambiente, minimizando esses conflitos (Figura 33). Sezefredo, agricultor da Cooperafloresta, relata sobre a chegada dos técnicos em agrofloresta: “*Eles chegaram trazendo mudas e possibilidades de ação, diferente dos fiscais ambientais [do Parque], que só chegavam com planilhas e advertências, criticavam sem mostrar solução*” (informação verbal)³¹.



Figura 33: Placa do Projeto Agroflorestar da Cooperafloresta, na estrada que dá acesso à Barra do Turvo, partindo da BR-116. (Fonte: arquivo pessoal)

³¹ DA CRUZ, Sezefredo Gonçalves. **Entrevista semi-estruturada: Sezefredo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3 e 3 vídeos. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice C desta monografia.

III.3 – Famílias da Cooperafloresta

Nesta seção será apresentada a caracterização das propriedades das três famílias associadas à Cooperafloresta que integraram esta pesquisa: Dolíria, Nardo e Sezefredo. Estas se localizam no município de Barra do Turvo, no Vale do Ribeira.

- **Dolíria**

Localização: A propriedade da agricultora Dolíria Rodrigues de Paula localiza-se no bairro Terra Seca. Pertence à Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Quilombo Ribeirão Grande/Terra Seca, que foi reconhecida como comunidade remanescente de quilombo, em 2009.

Entrada na Cooperafloresta: Há 17 anos.

Área total: 35 hectares, incluindo a família de Dolíria e de Nelma.

O mapeamento e a distribuição do uso e manejo do solo estão apresentados, respectivamente, nas Figuras 34 e 35.

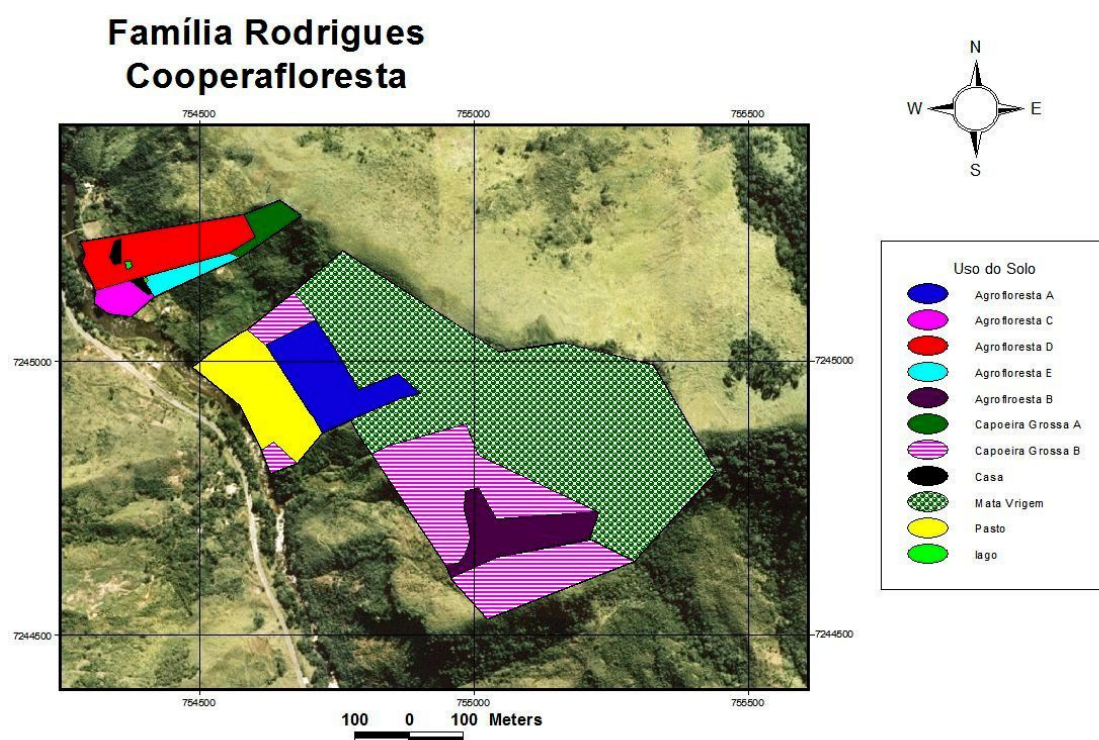


Figura 34: Mapeamento georreferenciado da propriedade de Dolíria e Nelma. As agroflorestas A, B, C, D e E são agroflorestas com diferentes datas de implantação (Tabela 5); as capoeiras grossas A e B são florestas secundárias em estágio médio de regeneração. (Fonte: Cooperafloresta, 2011)

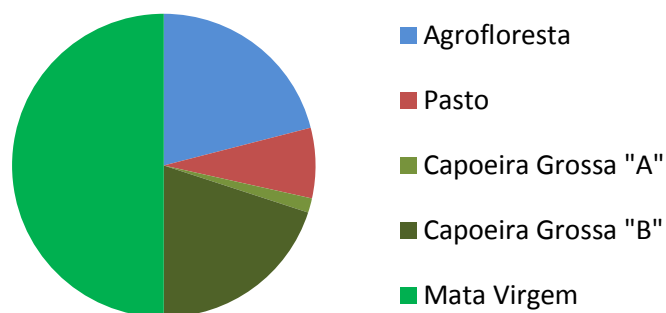


Figura 35: Distribuição percentual do uso e manejo do solo da propriedade de Dolíria e Nelma. (Fonte: Cooperafloresta, 2011)

Tabela 5: Uso e manejo do solo da propriedade de Dolíria e Nelma. (Adaptado de: Cooperafloresta, 2011)

Gleba	Área (ha)	Início do manejo
Agrofloresta A	2,32	2001
Agrofloresta B	1,78	2006
Agrofloresta C	0,51	1998
Agrofloresta D	2,29	2005
Agrofloresta E	0,46	2008
Capoeira grossa A	0,49	-
Capoeira grossa B	7,12	-
Mata virgem	17,52	-
Pasto	2,56	-

- **Nardo**

Localização: A propriedade do agricultor Reinaldo Batista Moreira localiza-se no bairro Ribeirão Grande.

Entrada na Cooperafloresta: Há 12 anos.

Área total: 8 hectares.

Nardo relata que “A área do meu terreno tá cheia de agrofloresta, mas tem área que eu deixei pra preservar mesmo e tem lugar que não dá pra trabalhar, que é só pirambeira e pedra” (informação verbal)³².

O mapeamento e a distribuição do uso e manejo do solo estão apresentados, respectivamente, nas Figuras 36 e 37.

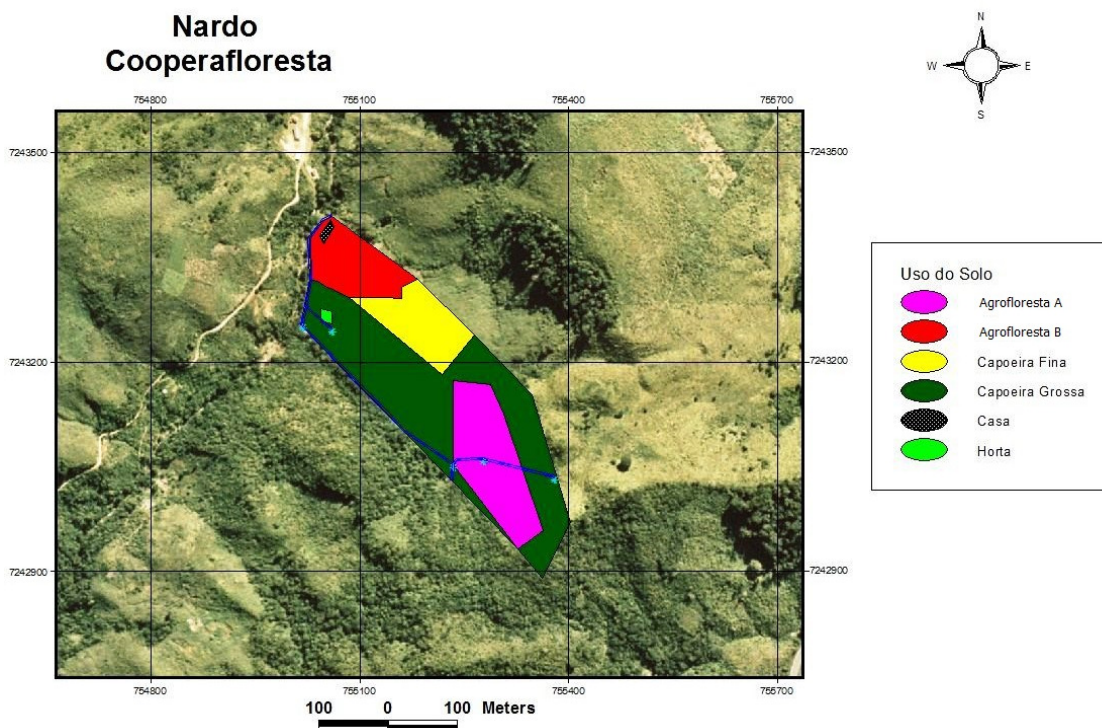


Figura 36: Mapeamento georreferenciado da propriedade de Nardo e Maria. As agroflorestas A e B são agroflorestas com diferentes datas de implantação (Tabela 6); as capoeiras fina e grossa são florestas secundárias, respectivamente, em estágio inicial e médio de regeneração. (Fonte: Cooperafloresta, 2011)

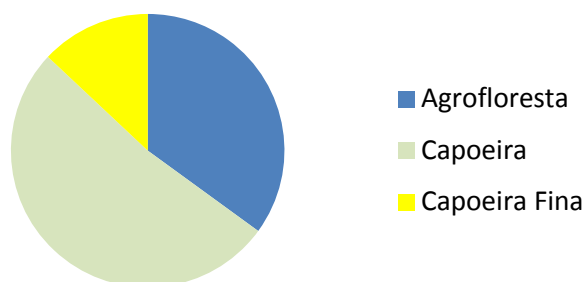


Figura 37: Distribuição percentual do uso e manejo do solo da propriedade de Nardo e Maria. (Fonte: Cooperafloresta, 2011)

³² MOREIRA, Reinaldo Batista. **Entrevista semi-estruturada: Nardo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice D desta monografia.

Tabela 6: Uso e manejo do solo da propriedade de Nardo e Maria. (Adaptado de: Cooperafloresta, 2011)

Gleba	Área (ha)	Início do manejo
Agrofloresta A	1,7	2006
Agrofloresta B	1,09	2003
Capoeira fina	1,05	-
Capoeira grossa	4,16	-

- **Sezefredo**

Localização: A propriedade do agricultor Sezefredo Golçalves da Cruz localiza-se no bairro Salto Grande.

Entrada na Cooperafloresta: Há 17 anos. Foi o primeiro a fazer agrofloresta na região.

Área total: 39,8 hectares.

O mapeamento e a distribuição do uso e manejo do solo estão apresentados, respectivamente, nas Figuras 38 e 39.

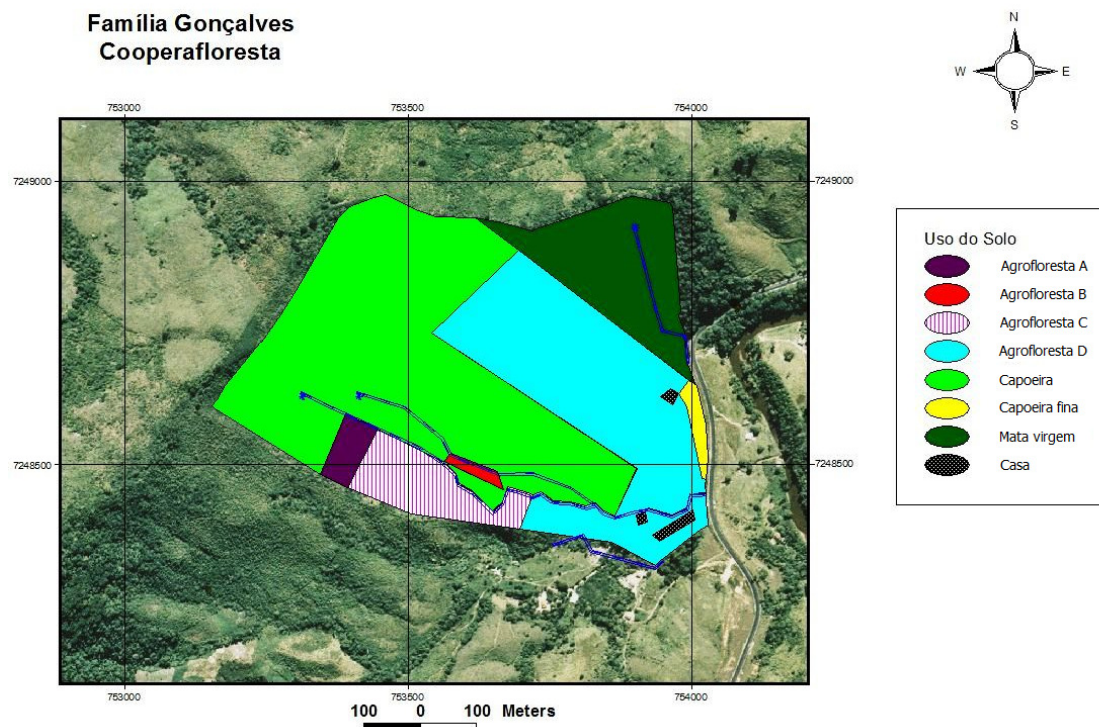


Figura 38: Mapeamento georreferenciado da propriedade de Sezefredo e Ana Rosa. As agroflorestas A, B, C e D são agroflorestas com diferentes datas de implantação (Tabela 7); a capoeira e a capoeira fina são florestas secundárias, respectivamente, em estágio avançado e inicial de regeneração. (Fonte: Cooperafloresta, 2011)

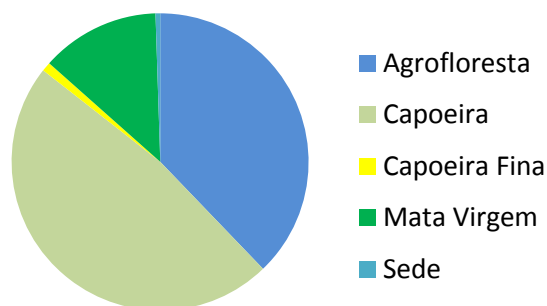


Figura 39: Distribuição percentual do uso e manejo do solo da propriedade de Sezefredo e Ana Rosa. (Fonte: Cooperafloresta, 2011)

Tabela 7: Uso e manejo do solo da propriedade de Sezefredo e Ana Rosa. (Adaptado de: Cooperafloresta, 2011)

Gleba	Área (ha)	Início do manejo
Agrofloresta A	0,69	2005
Agrofloresta B	0,22	1995
Agrofloresta C	2,57	2002
Agrofloresta D	11,45	1998
Capoeira	19,0	-
Capoeira fina	0,39	-
Mata virgem	5,26	-

CAPÍTULO IV – MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho faz parte do esforço coletivo de técnicos, colaboradores e pesquisadores, que compartilham o interesse despertado pelos processos em curso na Cooperafloresta, de avaliar os Sistemas Agroflorestais e seu potencial de conservação ambiental. Para tal, distintas dimensões desses processos vêm sendo estudadas, em conjunto com agricultores e agricultoras.

IV.1 – Delineamento experimental

A pesquisa foi desenvolvida com três famílias agricultoras associadas à Cooperafloresta, englobando três etapas:

- 1) Avaliação da capacidade de infiltração;
- 2) Pesquisa qualitativa (observação participante e entrevistas semi-estruturadas);
- 3) Pagamento por Serviços Ambientais.

Como será detalhada adiante, a primeira etapa teve as propriedades das três famílias como área amostral. A segunda etapa foi utilizada para a caracterização das áreas amostrais e para a discussão dos resultados da etapa anterior. Nessa etapa, além dos agricultores e agricultoras considerados anteriormente, foram incluídos outros dois agricultores. A terceira etapa se baseia nos resultados e discussões da primeira etapa e se utiliza de dados secundários.

Na avaliação da capacidade de infiltração (etapa 1) foram utilizados 5 tratamentos com 3 repetições (réplicas), em áreas distintas e num raio de 10m, cada: agrofloresta de 5 anos (AF5), agrofloresta de 10 anos (AF10), agrofloresta de 15 anos (AF15) e capoeira de 10 anos (CAP10)³³ e capoeira de 70 anos (CAP70). Esses tratamentos foram divididos entre as propriedades, como pode-se observar na Figura 40.

³³ Para o tratamento CAP10 foram realizadas apenas 2 repetições, devido à impossibilidade de acesso à água.

Propriedade DOL	Propriedade NAR	Propriedade SEZ
Agrofloresta de 5 anos Nº de repetições: 3	Agrofloresta de 10 anos Nº de repetições: 3	Agrofloresta de 15 anos Nº de repetições: 3
Capoeira de 10 anos Nº de repetições: 2		Capoeira de 70 anos Nº de repetições: 3

Figura 40: Representação da distribuição dos tratamentos, e suas repetições, nas propriedades. SEZ = nome do proprietário: Sezefredo; NAR = nome do proprietário: Reinaldo; DOL = nome do proprietário: Dolíria.

As áreas amostrais foram escolhidas de forma a se manterem próximas aos pontos onde SHTORACHE (2013) realizou pesquisa para a caracterização do solo, visto que a pedologia é uma variável que influencia na infiltração, sendo necessário haver o mesmo tipo de solo nas áreas amostrais de modo a isolar esta variável. Também foram utilizados valores de condutividade hidráulica para comparação e discussão com os resultados deste trabalho.

Como, nas propriedades avaliadas, as áreas da sede da propriedade e das pequenas criações ocupam, juntas, menos de 13% de cada propriedade (STEENBOCK *et al.*, 2013), não foi possível avaliar a infiltração nas áreas de pastagem.

A distribuição dos tratamentos nas propriedades, de forma espacial, pode ser observada na Figura 41.

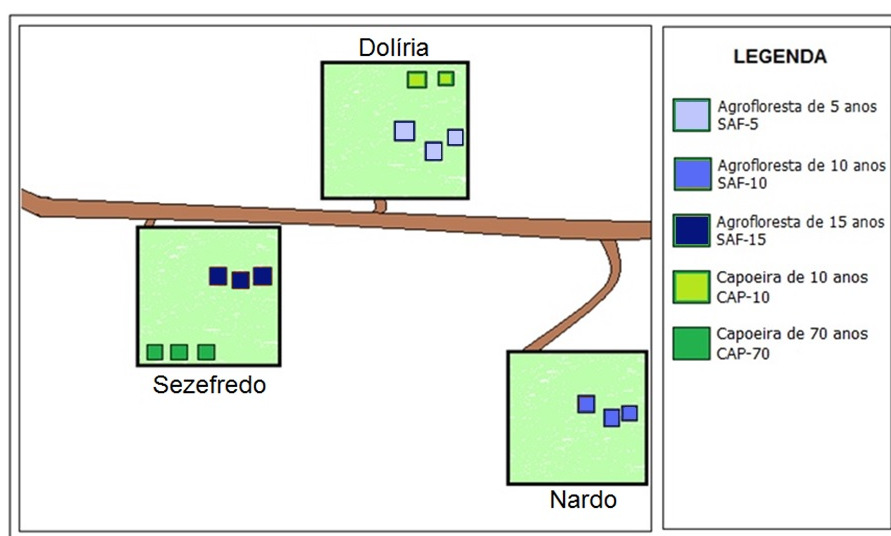


Figura 41: Mapa ilustrativo das propriedades, com os respectivos tratamentos. (Adaptado de: SCHWIDERKE, 2012)

IV.2 – Áreas Amostrais

A formação geológica das propriedades estudadas é de Complexo Gnáissico-migmatítico (IBGE, 1974 *apud* SHTORACHE, 2013). Em função da grande heterogeneidade da região, é preciso uma caracterização pedológica *in locus* para conferir validade à classificação. SHTORACHE (2013) realizou esta classificação em alguns pontos de agrofloresta e capoeira na região. O autor classificou o solo sob as áreas estudadas como Neossolo Regolítico Eutrófico típico³⁴, (EMBRAPA, 2006), de textura franca (Tabela 8 e Figura 42). Enfim a localização das áreas de teste escolhidas está apresentada na Tabela 9 (coordenadas geográficas) e na Figura 43 (limites político administrativos e imagem de satélite).³⁵

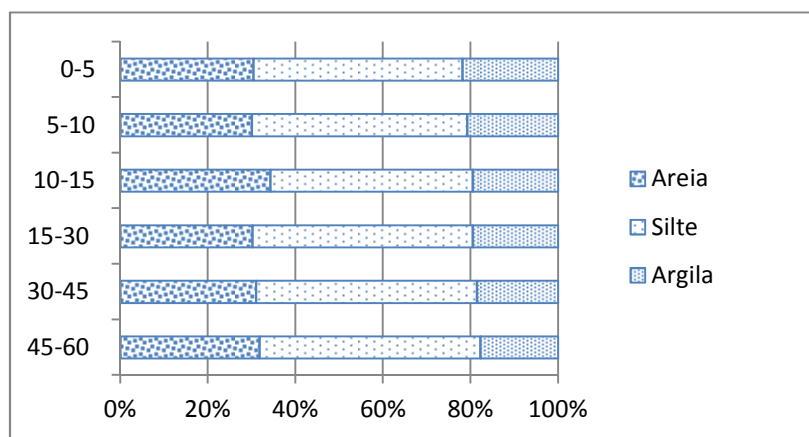


Figura 42: Composição textural média nas camadas estudadas por SHTORACHE (2013).

³⁴ Neossolos: Solos pouco evoluídos constituídos por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Horizontes glei, plíntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente. (EMBRAPA, 2006)

Neossolos Regolíticos: Solos com contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm e horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr, admitindo horizonte Bi com menos de 10 cm de espessura. (EMBRAPA, 2006)

Neossolos Regolíticos Eutróficos: Solos com saturação por bases alta ($V \geq 50\%$). (EMBRAPA, 2006)

Neossolos Regolíticos Eutróficos típicos: Solos que não se enquadram nas outras classificações de Neossolos Regolíticos Eutróficos. (EMBRAPA, 2006)

³⁵ As coordenadas dos pontos foram obtidas em campo por um GPS Garmin, modelo Montana 650. O elipsóide de referência escolhido foi o WGS-84 e a projeção UTM – zona 22.

Tabela 8: Valores médios para a densidade partícula (Dp) nas camadas estudadas por SHTORACHE (2013).

Camada (cm)	Dp (Mg m⁻³)
0-5	2,54
5-10	2,57
10-15	2,63
15-30	2,63
30-45	2,66
45-60	2,66

Tabela 9: Coordenadas das áreas amostrais. Projeção UTM, Fuso 22S, SGR WGS84. Unidade: metros. (elaboração própria)

Ponto amostral	X (UTM) Leste	Y (UTM) Sul
DOL CAP10	754573.91	7245137.83
DOL AF5	754384.77	7245122.49
NAR AF10	755027.00	7243335.00
SEZ CAP70	753735.61	7248372.38
SEZ AF15	753869.81	7248383.98



Figura 43: Localização das áreas amostrais. (elaboração própria)

Os dados diários de precipitação estão expostos na Figura 44.

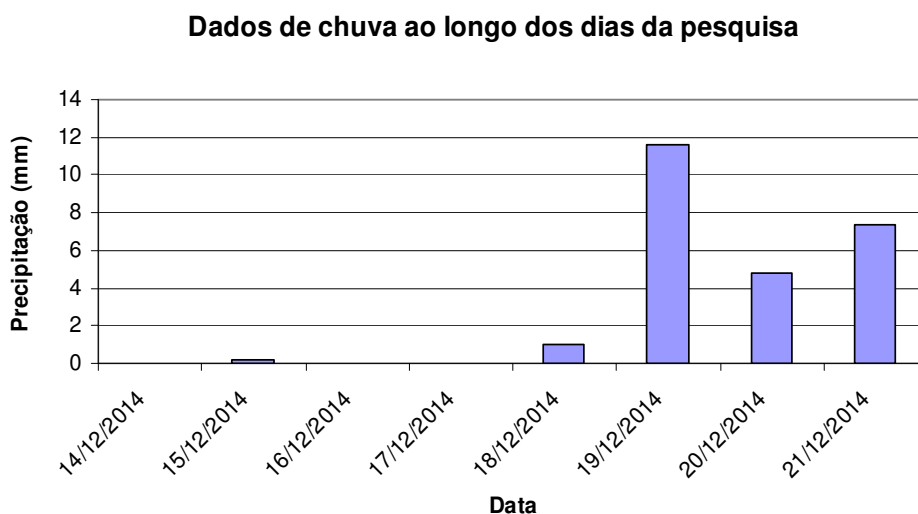


Figura 44: Dados da estação INMET “Barra do Turvo” para precipitação diária ao longo dos dias de pesquisa. (Adaptado de: INMET, 2014)

Para a caracterização das áreas amostrais referente a cada tratamento, nas seções IV.2.1 e IV.2.2, foram considerados 6 critérios. Para cada critério, foram determinadas classificações e suas respectivas definições, que são apresentadas na Tabela 10. A identificação das espécies vegetais presentes nas áreas do ensaio estão elencadas no Apêndice A.

Tabela 10: Parâmetros para caracterização das áreas amostrais. (elaboração própria)

Critério	Classificação	Definição	
Inclinação	0	Mínima	0° a 2°
	1	Leve	3° a 5°
	2	Moderada	6° a 10°
	3	Acentuada	11° a 15°
Serrapilheira (espessura)	1	Baixa	0 a 1 cm
	2	Média	1 a 3 cm
	3	Elevada	maior que 3 cm
Serrapilheira (composição)	1	Pouco diversificada	Folhas
	2	Diversificada	folhas e galhos
	3	Muito diversificada	folhas, galhos e troncos
Serrapilheira (estágios de decomposição)	1	Poucos	estágio inicial e tardio
	2	Alguns	estágio inicial, médio e tardio
	3	Muitos	estágio inicial, médio, tardio e micro raízes
Estratificação da floresta	1	Baixa	poucos estratos ocupados
	2	Média	alguns estratos ocupados, com defasagem
	3	Elevada	todos os estratos ocupados

IV.2.1 – Áreas de agrofloresta: 5, 10 e 15 anos

Nesta seção serão caracterizadas as áreas de estudo correspondentes aos tratamentos AF5, AF10 e AF15, agrofloresta com 5, 10 e 15 anos, respectivamente, cujas idades e históricos foram identificados a partir de relatos dos proprietários.

Primeiramente, para cada tratamento serão caracterizadas as áreas amostrais quanto ao uso anterior, início do manejo, extensão, relevo, consórcios e cobertura do solo. Em seguida, serão caracterizadas as áreas correspondentes a cada ensaio, a partir dos critérios apresentados na Tabela 10.

- **Dolória: Agrofloresta de 5 anos**

Uso anterior do solo: Canavial.

Manejo agroflorestal da área: Início há 5 anos.

Extensão: 0,5 hectare (correspondente a Agrofloresta E, na Figura 35).

Relevo: Área na base da encosta, face sul, declive acentuado, de aproximadamente de 30%.

O manejo é realizado por Lucas, principalmente, e Dolória, com apoio eventual de um amigo. São realizados mutirões por um grupo de 7 jovens, a cada 6 semanas; esses acontecem semanalmente na propriedade de cada um dos jovens, sequencialmente.

Consórcios: As primeiras espécies arbóreas incluídas foram o Abacateiro e a Bananeira e, posteriormente, a Juçara, a Pupunheira e outras espécies de árvores diversas.

Cobertura do solo: Espessa camada de serrapilheira em vários estágios de decomposição, composta principalmente por troncos de árvores (oriundas das podas) e folhas dos abacateiros e juçaras.

A caracterização da área de cada ensaio é apresentada na Tabela 11. A Figura 45 ilustra este tratamento.

Tabela 11: Caracterização das áreas dos ensaios, no tratamento AF5. (elaboração própria)

	Localização	Inclinação	Serrapilheira (espessura)	Serrapilheira (composição)	Serrapilheira (decomposição)	Estratificação
Ensaio 1	Encosta	3	3	2	3	2
Ensaio 2	Encosta	3	3	3	3	2
Ensaio 3	Encosta	3	3	2	3	2



Figura 45: Área de agrofloresta de 5 anos na propriedade da Dolíria (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)

- **Nardo: Agrofloresta de 10 anos**

Uso anterior do solo: Agricultura de coivara para plantio de milho e feijão.

Manejo agroflorestal da área: Início há 10 anos; a área era ocupada basicamente por capim colônia.

Extensão: 1,1 hectare (correspondente a Agrofloresta A, na Figura 37).

Relevo: Área de encosta, próxima ao rio.

Atualmente, Nardo realiza o manejo da área sozinho, na parte da manhã, contando com o apoio eventual de um amigo. No entanto, no início da prática da agrofloresta, sua esposa Maria também trabalhava na área. Segundo ele, ela gostava mais das “plantas miúdas” (mandioca, inhame, quiabo, feijão dentre outras), enquanto ele prefere cuidar das bananeiras, frutíferas e palmeiras, realizando podas drásticas. São realizados mutirões a cada 3 semanas com a presença de outras 2 famílias.

Consórcios: As primeiras espécies arbóreas incluídas foram o abacateiro, a bananeira e o palmito pupunha. Utiliza muitas árvores de rápido crescimento para a produção de madeira e serrapilheira para cobrir o solo. Presença de grande diversidade e densidade de espécies arbóreas, incluindo muitas frutíferas, palmeiras, canelas, ipês e ingás, com sombreamento do sistema.

Cobertura do solo: Espessa camada de serrapilheira em vários estágios de decomposição, composta principalmente por troncos e folhas de árvores e palmeiras, devido às podas.

A caracterização da área de cada ensaio é apresentada na Tabela 12. A Figura 46 ilustra este tratamento.

Tabela 12: Caracterização das áreas dos ensaios, no tratamento AF10. (elaboração própria)

	Localização	Inclinação	Serrapilheira (espessura)	Serrapilheira (composição)	Serrapilheira (decomposição)	Estratificação
Ensaio 1	Encosta	3	2	2	3	3
Ensaio 2	Calha do rio	0	2	3	3	3
Ensaio 3	Encosta	3	1	1	2	3



Figura 46: Área de agrofloresta de 10 anos na propriedade do Nardo (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)

- **Sezefredo: Agrofloresta de 15 anos**

Uso anterior do solo: Agricultura de coivara; bananal.

Manejo agroflorestal da área: Início há 15 anos.

No início, o manejo era realizado por Sezefredo e por seu tio, Alfredo. Também aconteciam mutirões com a participação de algumas famílias. Atualmente, o sistema não é mais manejado, sendo apenas realizadas podas leves eventuais, pois o agricultor utiliza a área principalmente como apelo ambiental.

Extensão: 11,5 hectare (correspondente a Agrofloresta D, na Figura 38).

Relevo: Área de encosta, próxima ao curso d'água.

Consórcios: Grande diversidade de espécies arbóreas, frutíferas, árvores nativas e árvores de crescimento rápido, palmeiras e bananeiras. Segundo Sezefredo, *“Agrofloresta não é só plantar banana e fruta, tem que plantar árvores de vários tipos, tudo salteado”* (informação verbal)³⁶.

Cobertura do solo: Espessa camada de serrapilheira em vários estágios de decomposição, diversificada, composta por troncos e folhas de árvores e palmeiras, devido às podas.

A caracterização da área de cada ensaio é apresentada na Tabela 13. A Figura 47 ilustra este tratamento.

Tabela 13: Caracterização das áreas dos ensaios, no tratamento AF15. (elaboração própria)

	Localização	Inclinação	Serrapilheira (espessura)	Serrapilheira (composição)	Serrapilheira (decomposição)	Estratificação
Ensaio 1	Calha do rio	0	2	2	3	3
Ensaio 2	Encosta	0	3	2	3	3
Ensaio 3	Encosta	1	3	3	3	3



Figura 47: Área de agrofloresta de 15 anos na propriedade do Sezefredo (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)

³⁶ DA CRUZ, Sezefredo Gonçalves. **Entrevista semi-estruturada: Sezefredo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3 e 3 vídeos. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice C desta monografia.

IV.2.2 – Áreas de capoeira: 10 e 70 anos (testemunha)

Nesta seção serão caracterizadas as áreas de estudo que correspondem aos tratamentos CAP10 e CAP70, florestas secundárias em regeneração natural com 10 e 70 anos, respectivamente. A idade e o histórico dessas áreas foram identificados a partir de relatos dos próprios proprietários.

Primeiramente, para cada tratamento serão caracterizadas as áreas amostrais quanto ao uso anterior, início do pousio, extensão e relevo. Para a caracterização das áreas correspondentes a cada ensaio, tal como para os ensaios nas agroflorestas, serão utilizados os critérios apresentados anteriormente, na Tabela 10.

- **Dolória: Capoeira de 10 anos**

Uso anterior do solo: Agricultura de coivara para o plantio de milho e feijão.

Pousio: Início há 10 anos. Floresta secundária em estágio inicial de regeneração, com dominância de espécies pioneiras.

Extensão: 0,5 hectare (correspondente a Capoeira Grossa A, na Figura 35).

Relevo: Área de encosta, face sul.

A caracterização da área de cada ensaio é apresentada na Tabela 14. A Figura 48 ilustra este tratamento.

Tabela 14: Caracterização das áreas dos ensaios, no tratamento CAP10. (elaboração própria)

	Localização	Inclinação	Serrapilheira (espessura)	Serrapilheira (composição)	Serrapilheira (decomposição)	Estratificação
Ensaio 1	Encosta	1	1	2	1	3
Ensaio 2	Encosta	0	3	2	3	2



Figura 48: Área de capoeira de 10 anos na propriedade da Dolíria (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)

- **Sezefredo: Capoeira de 70 anos**

Uso anterior do solo: Agricultura de coivara; bananal.

Pousio: Início há 70 anos. Floresta secundária em estágio intermediário de regeneração, com conexão do dossel e a presença de árvores centenárias.

Extensão: 19 hectare (correspondente a Capoeira, na Figura 39).

Relevo: Área de encosta, próxima ao curso d'água.

A caracterização da área de cada ensaio é apresentada na Tabela 15. Na Figura 49, algumas características do tratamento podem ser observadas, como a elevada estratificação e alta diversidade de espécies.

Tabela 15: Caracterização das áreas dos ensaios, no tratamento CAP70. (elaboração própria)

	Localização	Inclinação	Serrapilheira (espessura)	Serrapilheira (composição)	Serrapilheira (decomposição)	Estratificação
Ensaio 1	Calha do rio	2	1	2	3	3
Ensaio 2	Encosta	2	3	3	3	3
Ensaio 3	Encosta	2	3	3	3	3



Figura 49: Área de capoeira de 70 anos na propriedade do Sezefredo (Por Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)

IV.3 – Capacidade de infiltração

No esforço de simplificar a metodologia do trabalho, pode-se separar a “avaliação da capacidade de infiltração” em duas partes: 1) Campanha de campo; 2) Análise do material coletado. Na primeira, o foco está sobre os procedimentos de campo e a segunda concentra-se no tratamento dos dados.

IV.3.1 – Campanha de campo

Como citado anteriormente, a avaliação da capacidade de infiltração se utilizou de 5 tratamentos com 3 repetições cada: agrofloresta de 5 anos (AF5), agrofloresta de 10 anos (AF10), agrofloresta de 15 anos (AF15) e capoeira de 10 anos (CAP10)³⁷ e capoeira de 70 anos (CAP70).

A primeira etapa do processo consistiu na escolha da área amostral. Além de manter proximidade com as áreas de SHTORACHE (2013), outros cuidados tiveram de ser tomados para a execução de um teste representativo:

- Proximidade de água disponível em grande quantidade;
- Declividade o mais suave possível (ao menos abaixo de 15°);
- Condições de cobertura vegetal normais (precaução quanto a áreas de caminho d'água ou de trilha).

Uma vez escolhida a área, passou-se ao processo de mapeamento (GPS), descrição fotográfica e caracterização qualitativa do local (apresentada nas seções III.5.1 e III.5.2 deste documento). Ao término desse reconhecimento, iniciou-se o teste de infiltração.

Para a execução do teste, alguns equipamentos foram necessários:

- Dois anéis de aço galvanizado, sendo o menor com diâmetro de 20 cm e o maior de 39 cm, ambos com 25 cm de altura e 2 mm de espessura (Figura 50);
- Disco fixador do infiltrômetro (Figura 50);
- Marreta de 5 kg (Figura 50);

³⁷ Para o tratamento CAP10 foram realizadas apenas duas repetições.

- Trena;
- Cronômetros (de celulares);
- Baldes de água;
- Planilhas para registro dos dados (disponível no Apêndice H);
- Protetor auricular.



Figura 50: Anéis, disco e marreta utilizados. (Fonte: Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013).

O teste se iniciou com fixação dos anéis de forma concêntrica no solo, a uma profundidade de 5 cm (Figura 51). Em um segundo momento, encheu-se o cilindro externo lentamente (para não comprometer a estrutura natural do solo) até determinada cota (10 cm), a qual é mantida ao longo de todo o teste.

A capacidade de infiltração de uma determinada medição pode ser calculada pela divisão de uma diferença entre níveis d'água por um tempo necessário para percorrer esse desnível. A medição dos níveis d'água foi feita no anel interno, com o auxílio de uma trena (Figura 52). Dois intervalos de tempo foram medidos: Δt_1 é o tempo de enchimento até a cota 15 cm e Δt_2 é o tempo da passagem da cota 15 cm até a cota 12 cm³⁸.

³⁸ A escolha das cotas 15 cm & 12 cm se fez arbitrariamente. As cotas 14 cm & 12 cm, 13 cm & 11 cm, 15 cm & 11 cm também são escolhas válidas. As únicas condições para a escolha são a visibilidade da trena e o não transbordamento do infiltrômetro. é importante ressaltar que, uma vez escolhido o par de cotas, esse deve ser mantido para todos os testes da campanha de forma a normalizar os experimentos.

O teste foi dado como terminado quando o valor de Δt_2 (variável utilizada para o cálculo da capacidade de infiltração) se estabilizou, ou seja, quando a velocidade de infiltração tornou-se igual à Velocidade de Infiltração Básica (VIB). Em função dos erros experimentais aleatórios, a chance de presenciar dois valores de Δt_2 exatamente iguais em um teste de infiltração é muito rara. Logo, foi criado um critério de parada para o experimento, sendo ele: “se a flutuação de Δt_2 representasse menos de 5% do valor anterior por 5 vezes consecutivas, considerava-se atingida a VIB”.

Ao fim do teste, obteve-se uma planilha com diversos dados de Δt_1 e Δt_2 (“tempo de enchimento” e “tempo da passagem 15 cm \rightarrow 12 cm”). A capacidade de infiltração de uma determinada medição foi calculada dividindo-se a diferença entre as cotas (igual a 3 cm) pelo Δt_2 . Para calcular o tempo total, desde o início do teste, foram somados todos os intervalos de tempo (Δt_1 e Δt_2) de todas as medições.



Figura 51: Fixação dos anéis. (Fonte: Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)



Figura 52: Execução dos testes (Fonte: Lara A. Oliveira, em dezembro de 2013)

Nos casos em que houve relativa facilidade para o transporte e armazenamento de água, o teste pôde ser executado por duas pessoas: uma para informar os instantes das cotas 15 cm e 12 cm do anel interno, além de manter a cota do anel externo constante, e outra para marcar os tempos no cronômetro e anotá-los na planilha. Todavia, nos casos de maior distância da fonte de água foram necessárias mais pessoas.

É importante frisar que este tipo de teste possui um erro experimental relativo à observação da régua. Tanto a observação da cota 15 cm, quanto a observação da cota 12 cm estão sujeitos a um erro de 0,5 mm, erro típico de uma régua milimetrada. Este erro repercute em Δt_2 como $1 \text{ mm} / l_t$.

IV.3.2 – Análise dos dados

O primeiro passo para tratar os dados foi criar duas colunas para cada ensaio: t^{obs} e l_t^{obs} . Este passo foi executado no Microsoft Excel. t^{obs} é definido como o tempo médio do ensaio e seu cálculo realizou-se pela Equação 25.

Equação 25: Cálculo de t^{obs} .

$$t_n^{\text{obs}} = (\sum \Delta t_{1_i} + \Delta t_{2_i}) - \Delta t_{2_n} / 2$$

O somatório teve como limites inicial e final $\{i=1 \rightarrow i=n\}$.

Enquanto l_t^{obs} pôde ser estimado pela Equação 26.

Equação 26: Cálculo de I_t^{obs} .

$$I_t^{obs} = 3 \text{ cm} / \Delta t_2$$

A partir do software Matlab-2006, os dados foram ajustados segundo às Equações 11 e 20. Para o caso de KOSTYAKOV (1932), foi necessário calcular a infiltração acumulada (V_f^{obs}). V_f^{obs} foi calculado pela equação 27.

Equação 27: Cálculo de V_f^{obs} .

$$V_f^{obs} = \sum (I_t^{obs} * \Delta t_2)$$

O somatório teve como limites inicial e final $\{i=1 \rightarrow i=n-1\}$.³⁹

Como foi descrito na seção II.5.3.2, pode-se calcular os coeficientes angular e linear da reta $\ln(V_f^{obs})$ por I_t^{obs} pelo método dos mínimos quadrados. Esses coeficientes são, respectivamente, os parâmetros b e $\ln(a)$ de KOSTYAKOV (1932).

Este mesmo método não pode ser utilizado para a estimativa dos parâmetros da equação de HORTON (1939), pois essa equação é determinada por três parâmetros (seção II.5.3.2).

O método utilizado neste trabalho foi uma geração aleatória (distribuição normal) do parâmetro I_b (correspondente a VIB). A geração dos valores de I_b foi realizada pela função *random* do Matlab. Os parâmetros da distribuição normal (Média e desvio padrão) foram: o último valor da série de infiltração e a diferença entre o último e o penúltimo valor dessa série. Para cada valor gerado, uma regressão linear foi realizada e um valor de erro I_{he} foi atribuído. O valor de I_b correspondente ao menor valor de erro (ou maior valor de R^2) foi adotado. Os coeficientes angular e linear da reta $\ln(I_t^{obs} - I_b)$ por t referentes a esse I_b são, respectivamente, os parâmetros -k e $\ln(I_t - I_b)$ da Equação 11.

Em ambos os casos, o erro foi medido pelo R^2 .

Em posse dos parâmetros das Equações 11 e 20, aliados à caracterização física das áreas, uma gama de análises se faz possível. Primeiramente, foram realizados os testes sobre as populações CAP e AF a partir das duas amostras de áreas de capoeira ($n_1=5$) e agrofloresta ($n_2=9$). Três tipos de testes foram utilizados para comparar cada um dos parâmetros da equação de Horton (I_b , I_i e k), os dois

³⁹ Neste caso, o t_n^{obs} é definido como:

$$t_n^{obs} = (\sum \Delta t_1 + \Delta t_2)$$

O somatório tem como limites inicial e final $\{i=1 \rightarrow i=n-1\}$.

primeiros paramétricos e o terceiro não paramétrico: 1) o teste “t” de Student para variâncias diferentes para as populações; 2) o teste “t” de Student para uma variância para as duas populações; 3) Wilcoxon. Todos esses testes estão descritos em WONNACOTT (1990). Para complementar as análises, a normalidade das amostras referentes a áreas de agrofloresta e de capoeira foi testada a partir do teste de Kolmogorov-Smirnov e da geração de histogramas empíricos pelo método de Hazen (ABABOU, 2014) e comparação à histogramas normais a partir dos momentos das amostras.

O processo descrito nessa seção está apresentado na Figura 53.

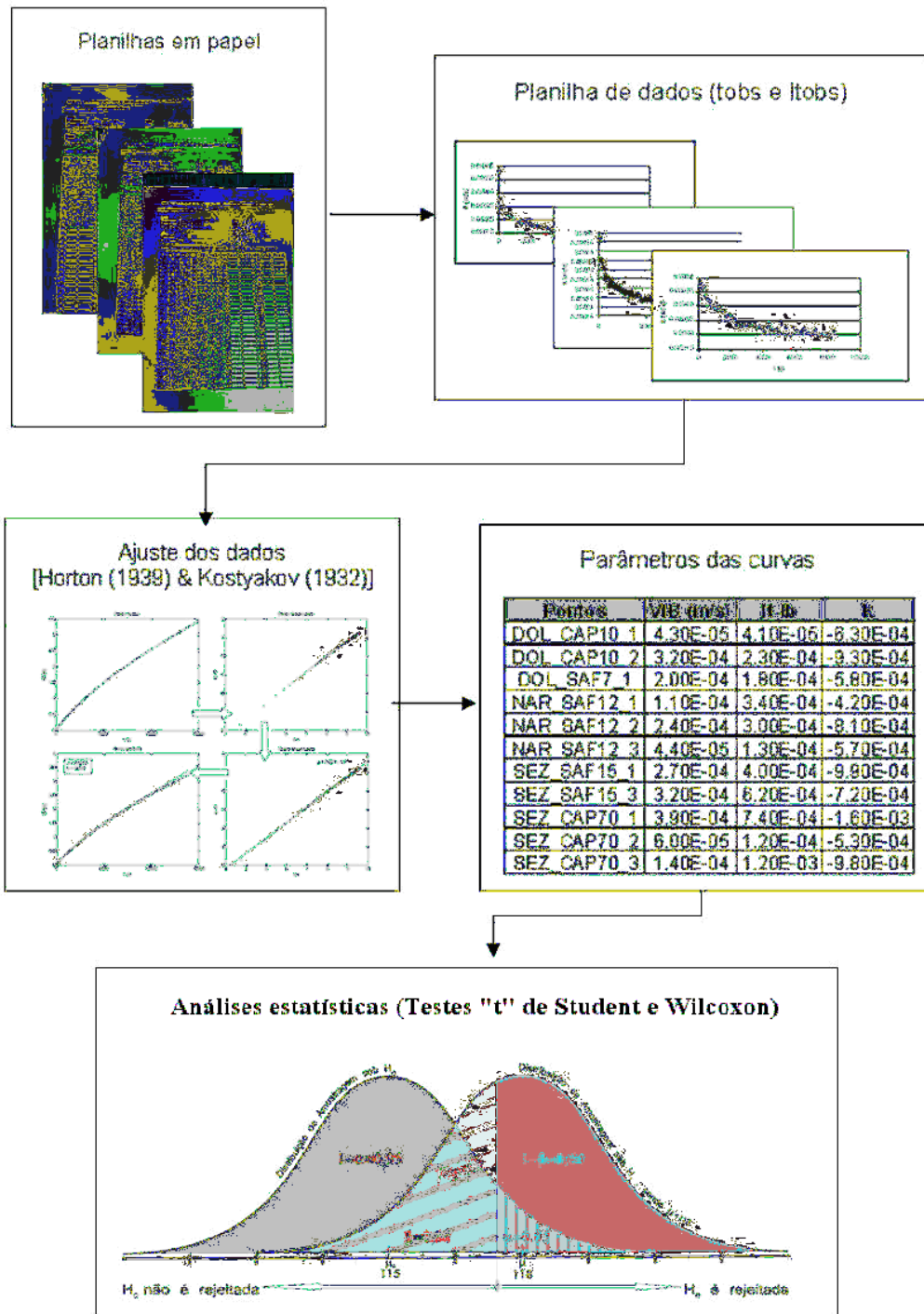


Figura 53: Fluxograma do processo de tratamento dos dados. Fonte da imagem "Análises estatísticas (Teste "t" de Student e Wilcoxon)": (UFPA, 2014). (elaboração própria)

IV.4 – Pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa teve o objetivo de obter informações sobre a propriedade e o manejo realizado pelos agricultores, para a caracterização das áreas de estudo, assim como elucidar suas percepções quanto aos benefícios e desafios da prática agroflorestal.

O enfoque adotado foi o de valorizar o conhecimento dos agricultores, não para mitificá-los, mas para estimular um diálogo, atribuindo sentido ao saber popular para, em seguida, consorciá-lo ao conhecimento técnico-científico. Tal metodologia tem fundamento na Ecologia de Saberes que, segundo SANTOS (2004), consiste em conceder “igualdade de oportunidades” às diferentes formas de saber envolvidas em disputas epistemológicas cada vez mais amplas, visando a maximização dos seus respectivos contributos.

Com o apoio do Diagnóstico Rural Participativo (DRP), foram realizadas visitas às famílias agricultoras, as quais se utilizaram das ferramentas “observação participante” e “entrevistas semi-estruturadas” (VERDEJO, 2006). O objetivo central do DRP é buscar compreender a percepção da realidade pela comunidade.

A observação participante propõe "andar com os olhos abertos" e aproveitar as possibilidades de compartilhar alguns momentos do cotidiano com os agricultores. A convivência em algumas tarefas cotidianas pode esclarecer, muitas vezes, mais do que dezenas de questionários e serve, também, para conhecer a realidade da comunidade e criar certa confiança para compartilhar tempo com os comunitários. (VERDEJO, 2006)

De modo complementar, segundo VERDEJO (2006), as entrevistas semi-estruturadas facilitam criar um ambiente aberto de diálogo e permitem à pessoa entrevistada se expressar livremente, sem as limitações criadas por um questionário. Essas almejam que os indivíduos da comunidade observem e reflitam sistematicamente sobre as questões locais e que os mediadores do DRP as compreendam, o que possibilita sua análise. Essa metodologia tem como aspecto positivo facilitar o intercâmbio de informação, aproximando a comunidade e os mediadores do DRP.

Para tanto, foram realizadas 5 “entrevistas semi-estruturadas” (cujo roteiro está disponível no Apêndice B), sendo 3 delas com os agricultores cujas propriedades tiveram suas áreas avaliadas quanto à capacidade de infiltração e ao Pagamento por

Serviços Ambientais, e as outras duas com agricultores que são ou foram associados a Cooperafloresta. Essas foram compostas por duas partes: a parte 1 teve o objetivo de identificar as características das áreas de estudo e a forma de manejo utilizada nas agroflorestas, enquanto a parte 2 visou evidenciar as percepções dos agricultores sobre os efeitos advindos do manejo agroflorestal, na propriedade e na vida – econômicos, sociais e ambientais –, assim como identificar as motivações para o processo de transição e os desafios dessa prática. Assim, as três primeiras entrevistas contemplaram as partes 1 e 2 da pesquisa qualitativa, enquanto as demais abordaram apenas a parte 2. A “observação participante” foi utilizada somente para a parte 1.

O objetivo do DRP foi o cruzamento de informações complementares, recebidas pelas diferentes fontes, que incrementa a precisão crítica da análise. Portanto, não requer grandes acumulações de dados sistemáticos, já que se levaria muito tempo para produzi-los e interpretá-los objetivamente (VERDEJO, 2006).

Os resultados da parte 1 das entrevistas foram utilizados para a caracterização das áreas de estudo, nas seções III.3 e IV.2. A síntese dos resultados da parte 2 será apresentada no capítulo V.2; esses também serão utilizados nas discussões do trabalho. Os relatos das entrevistas na íntegra estão disponíveis nos Apêndices C, D, E, F e G.

IV.5 – Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)

Utilizou-se da metodologia do Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA) com o objetivo de simular o retorno financeiro aos produtores que utilizam a prática de agrofloresta, cujas propriedades foram avaliadas quanto à capacidade de infiltração, em Barra do Turvo/SP. Primeiramente, será avaliada se a prática realizada pelas famílias agricultoras da Cooperafloresta atente aos critérios estabelecidos pelo Programa.

Em seguida, será realizada uma simulação do cálculo da bonificação que deveria ser concedida a cada uma delas, em caso de adesão ao Programa. Esses cálculos serão baseados no mapeamento georreferenciado referente ao uso e cobertura do solo das propriedades, realizado pelo Projeto Agrofloresta, Semeando um mundo de amor, harmonia e fartura (COOPERAFLORRESTA, 2011), assim como serão utilizados dados de iniciativas de PSA de proteção hídrica em andamento, particularmente do Projeto Produtor de Água na Bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/GO).

Para o cálculo, primeiramente, deve ser determinado o Percentual de Abatimento de Erosão (PAE), a partir dos valores da tabela de Φ para diferentes tipos de uso e manejo do solo (no Apêndice I) e com a utilização da Equação 28.

Equação 28: Cálculo do PAE.

$$\text{PAE (\%)} = 100 (1 - \Phi_1 / \Phi_0)$$

Onde, Φ_0 = Fator de risco de erosão proporcionado pelo uso e manejo atual do solo e Φ_1 = Fator de risco de erosão proposto com a prática adotada.

O incentivo financeiro aos produtores participantes é baseado no custo de oportunidade da atividade predominante na região. Visto que a principal atividade da região deste estudo é a pecuária extensiva, tal qual no Projeto do Pipiripau, para esse trabalho, será utilizado o custo de oportunidade básico estimado pelo projeto, igual a R\$140,00 por hectare. A partir desse valor, esse foram determinados os valores de referência para o pagamento aos produtores.

Para práticas de conservação do solo, a remuneração é proporcional ao PAE calculado, utilizando-se os valores da Tabela 16.

Tabela 16: Percentuais de Abatimento de Erosão (PAE) e os respectivos Valores de Referência (VRE), para projetos novos - Ribeirão Pipiripau. (Adaptada de: DOS SANTOS, 2014)

Índice	PAE e VRE			
	PAE	25-50%	51-75%	>75%
VRE (R\$/ha/ano)	25,00	50,00	80,00	

No caso do plantio de novas áreas florestadas em APPs, o valor a ser pago por hectare de floresta cresce com o cuidado que o produtor tem com as áreas, como segue (Tabela 17).

Tabela 17: Valores de Referência (VRE) para o incentivo à recuperação de APP, com florestas plantadas – Ribeirão Pipiripau. (Adaptada de: DOS SANTOS, 2014)

Categoria	Nível de avaliação da condução de florestas plantadas	
	Florestas medianamente cuidadas	Florestas muito bem cuidadas
VRE (R\$/ha/ano)	80,00	160,00

Por fim, para os produtores que já possuem áreas florestadas, o valor a ser pago por hectare de floresta existente cresce com o percentual das APPs recuperadas e com o estágio sucessional em que elas se encontram, como se pode observar na Tabela 18.

Tabela 18: Valores de Referência (VRE) para o incentivo à conservação de florestas e APPs - Ribeirão Pipiripau. (Adaptada de: DOS SANTOS, 2014)

	Percentual de APP ripárias a serem restauradas		
	25-50%	51-75%	>75%
VRE para floresta em estágio avançado (R\$/ha/ano)	40,00	80,00	160,00
VRE para floresta em estágio inicial e médio (R\$/ha/ano)	20,00	40,00	80,00

CAPÍTULO V – RESULTADOS E DISCUSSÃO

V.1 – Capacidade de Infiltração

As Figuras 54, 55, 56, 57 e 58 expõem os dados dos testes de infiltração e suas respectivas curvas ajustadas definidas pelas Equações 11 e 20. Os parâmetros dessas curvas estão apresentados nas Tabelas 19 e 20.

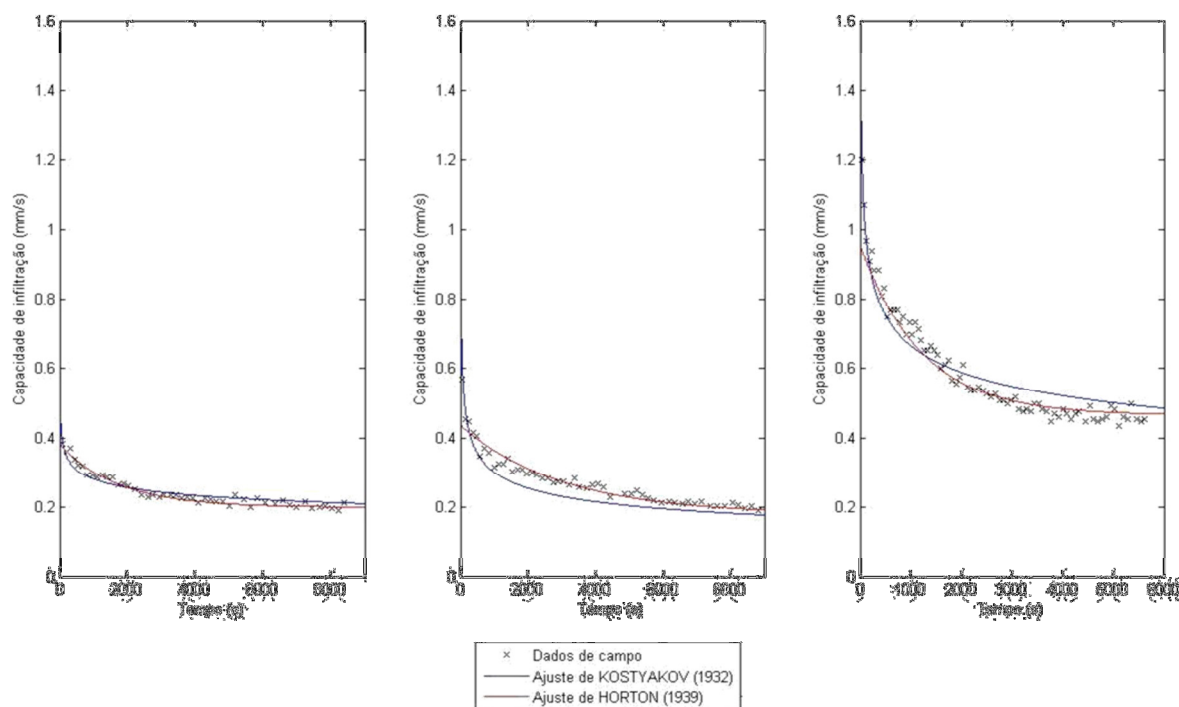


Figura 54: Dados dos testes de infiltração relativos aos ensaios em agrofloresta de 5 anos na propriedade da Dolíria junto às curvas ajustadas pelas Equações 11 e 20.

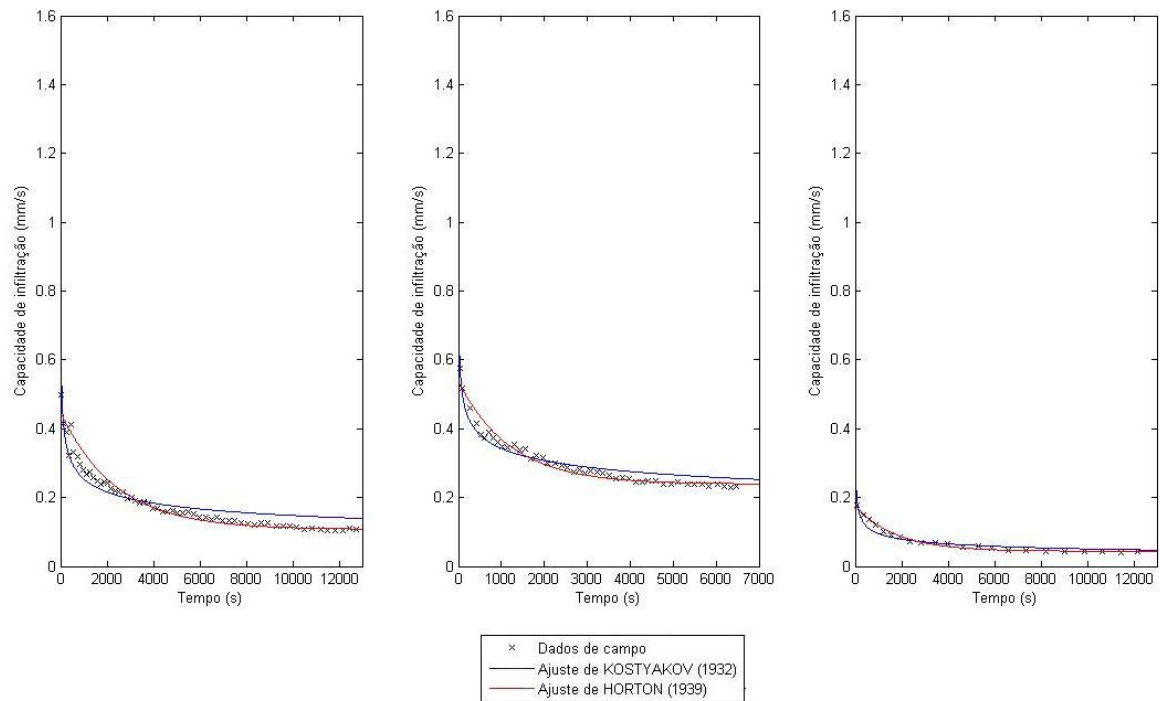


Figura 55: Dados dos testes de infiltração relativos aos ensaios em agrofloresta de 10 anos na propriedade do Reinaldo junto às curvas ajustadas pelas Equações 11 e 20.

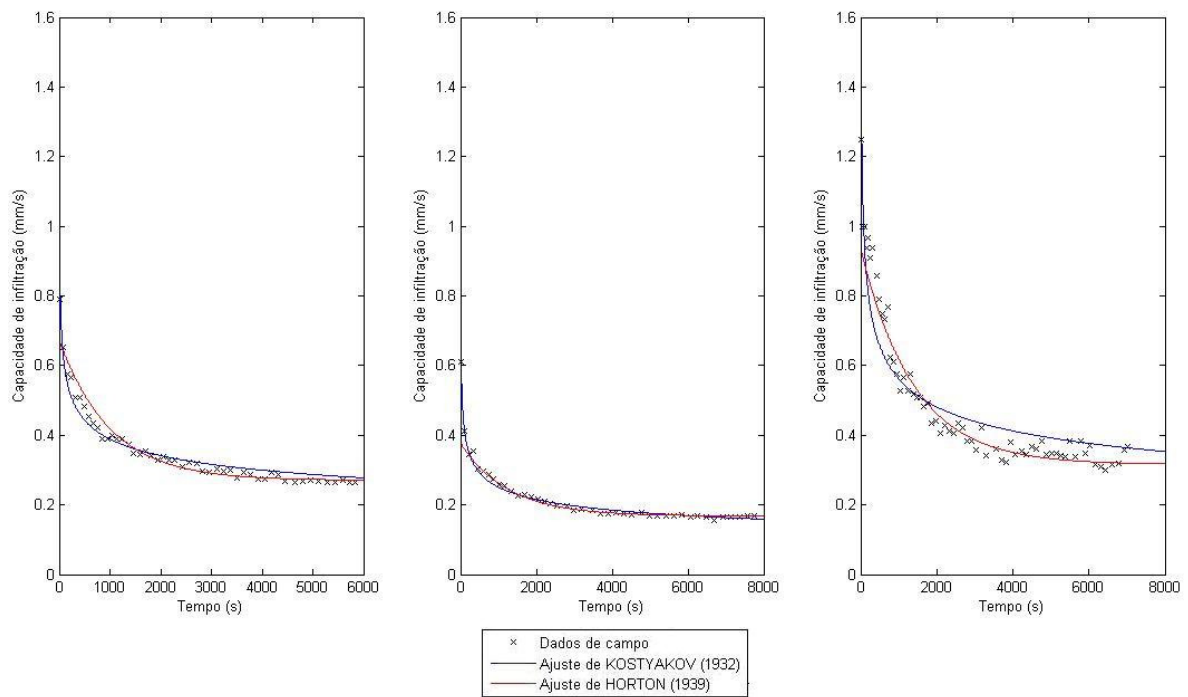


Figura 56: Dados dos testes de infiltração relativos aos ensaios em agrofloresta de 15 anos na propriedade do Sezefredo junto às curvas ajustadas pelas Equações 11 e 20.

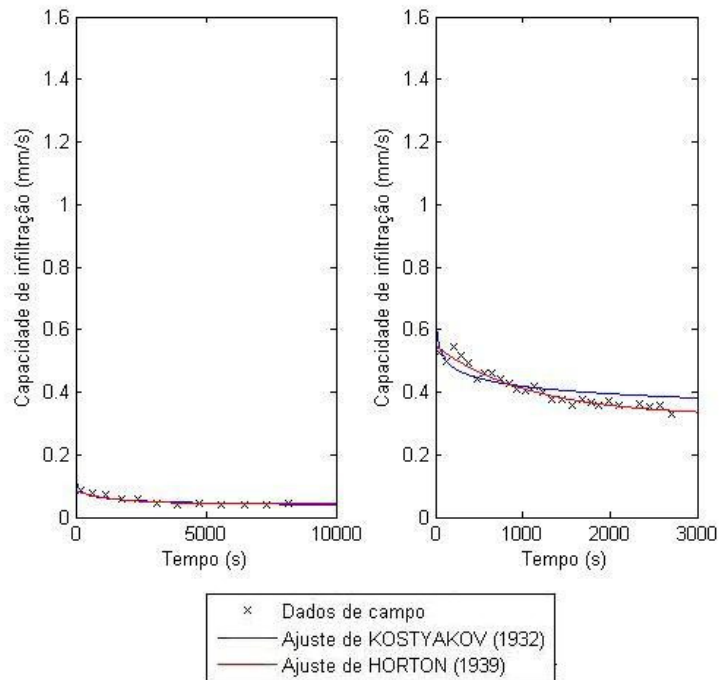


Figura 57: Dados dos testes de infiltração relativos aos ensaios em capoeira de 10 anos na propriedade da Dolória junto às curvas ajustadas pelas Equações 11 e 20.

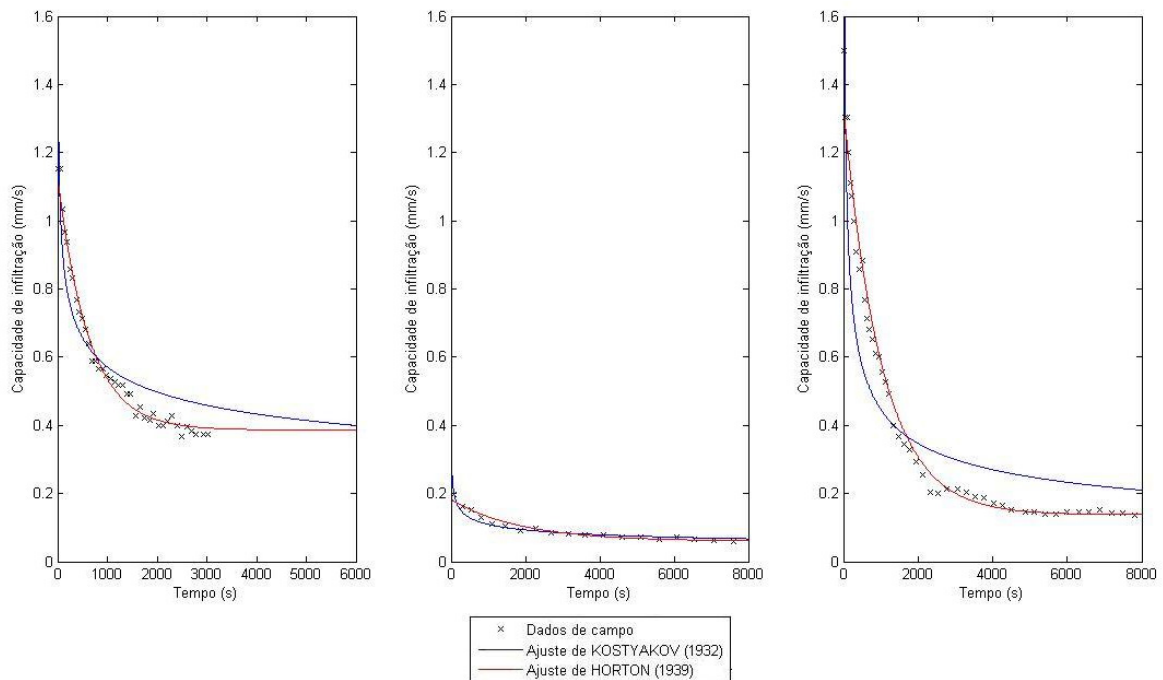


Figura 58: Dados dos testes de infiltração relativos aos ensaios em capoeira de 70 anos na propriedade do Sezefredo junto às curvas ajustadas pelas Equações 11 e 20.

Tabela 19: Parâmetros das Equações 11 e 12. Os parâmetros I_b , I_i e k são os parâmetros de HORTON (1939). I_b é a Velocidade de Infiltração Básica (VIB) ou Taxa Infiltração Básica (TIB) do solo; I_i é valor inicial de infiltração; e k é parâmetro que dita a velocidade de decaimento da velocidade de infiltração de I_i até I_b . Os parâmetros a e b são os parâmetros de KOSTYAKOV (1932). Eles não possuem um significado físico.

Tratamentos	Parâmetros de Horton			Parâmetros de Kostyakov	
	I_b (mm s ⁻¹)	I_i (mm s ⁻¹)	k (1/s)	a	b
DOL_AF5_1	0,200	0,384	-5,83E-04	0,0008	0,867
DOL_AF5_2	0,180	0,437	-3,31E-04	0,0021	0,760
DOL_AF5_3	0,465	0,955	-8,15E-04	0,0028	0,823
NAR_AF10_1	0,107	0,447	-4,16E-04	0,0017	0,763
NAR_AF10_2	0,239	0,536	-8,15E-04	0,0012	0,842
NAR_AF10_3	0,044	0,178	-5,69E-04	0,0009	0,724
SEZ_AF15_1	0,270	0,673	-9,87E-04	0,0018	0,811
SEZ_AF15_2	0,168	0,465	-9,70E-04	0,0015	0,779
SEZ_AF15_3	0,316	0,937	-7,19E-04	0,0034	0,776
DOL_CAP10_1	0,043	0,084	-6,28E-04	0,0003	0,805
DOL_CAP10_2	0,323	0,549	-9,30E-04	0,0008	0,914
SEZ_CAP70_1	0,386	1,130	-1,60E-03	0,0028	0,800
SEZ_CAP70_2	0,060	0,183	-5,26E-04	0,0007	0,763
SEZ_CAP70_3	0,138	1,338	-9,76E-04	0,0087	0,636

A partir dos valores de R^2 referentes às Equações 11 e 20 (Figura 59 e Tabela 20), pode-se concluir que a Equação 11 se ajusta melhor aos dados de campo. A conclusão é feita, pois seus valores de R^2 são superiores àqueles da Equação 20 na quase totalidade dos teste e a média dos valores de R^2 da Equação 11 é bem superior àquela da Equação 20 (Tabela 21).

Comparação entre as funções HORTON (1939) e KOSTYAKOV (1932)

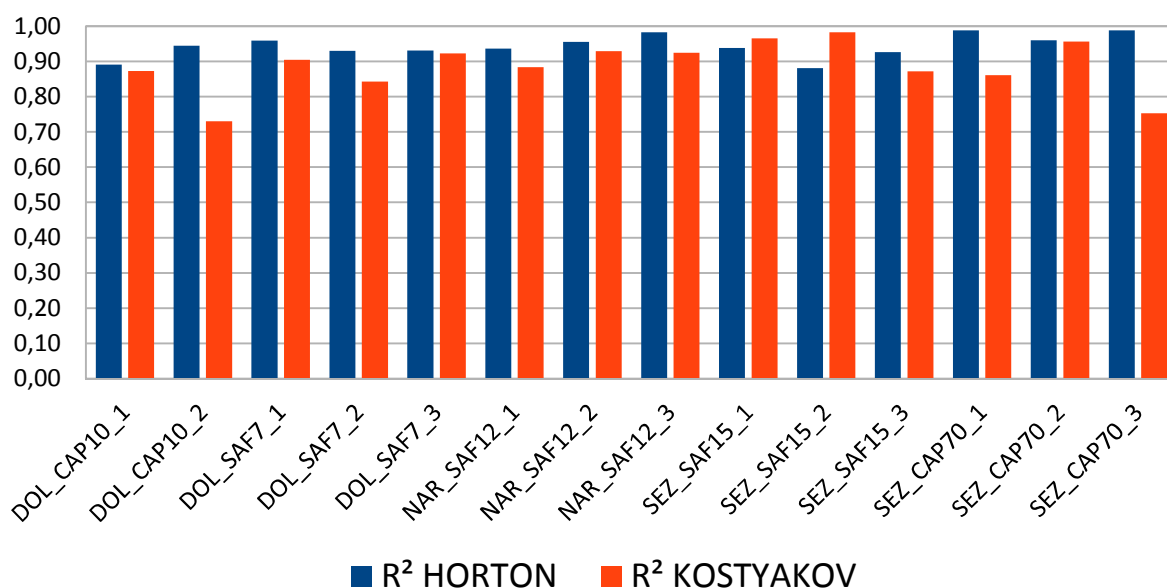


Figura 59: Comparação entre as Equações de Horton e Kostyakov.

Tabela 20: Comparação entre as equações de Horton e Kostyakov.

Ensaio	R ² HORTON	R ² KOSTYAKOV
DOL_AF5_1	0,96	0,90
DOL_AF5_2	0,93	0,84
DOL_AF5_3	0,93	0,92
NAR_AF10_1	0,94	0,88
NAR_AF10_2	0,96	0,93
NAR_AF10_3	0,98	0,92
SEZ_AF15_1	0,94	0,97
SEZ_AF15_2	0,88	0,98
SEZ_AF15_3	0,93	0,87
DOL_CAP10_1	0,89	0,87
DOL_CAP10_2	0,94	0,73
SEZ_CAP70_1	0,99	0,86
SEZ_CAP70_2	0,96	0,96
SEZ_CAP70_3	0,99	0,75
MÉDIA	0,94	0,89

Este resultado está de acordo com aquele encontrado por SOBRINHO et al. (2003), o qual também encontrou melhores ajustes para a equação de Horton

(Equação 11). Além de ser coerente com a literatura, este comportamento é esperado matematicamente, já que a Equação 11 tem três parâmetros, enquanto a Equação 20 só tem dois. Grosso modo, uma função de três parâmetros utiliza-se de três informações provindas dos dados, enquanto uma função de dois parâmetros só utiliza duas informações. Como a Equação 11 se mostrou mais representativa do que a Equação 20, somente os parâmetros dessa função serão analisados nos testes de hipótese.

Uma primeira análise que pode ser feita é a comparação dos dados de campo com outros valores da literatura, desde que se atente para o fato de que muitos fatores influenciam nos resultados das medições (pedologia, tipo do teste e manejo do solo, por exemplo). STÜRMER (2008) utilizou o método do infiltrômetro de duplo anel em Neossolos Regolíticos Eutróficos típicos (mesmo tipo de solo das amostras deste trabalho) para os seguintes usos: mata natural e duas áreas de campo nativo. Os resultados foram $0,154 \text{ mm s}^{-1}$ (mata natural); $0,101$ e $0,096 \text{ mm s}^{-1}$ (campo nativo). Os valores encontrados no “campo nativo”⁴⁰ só foram superiores a três VIBs (CAP10_1, AF10_3 e CAP70_2), enquanto o valor encontrado em “mata natural” foi superior aos valores de (CAP10_1, AF10_3 e CAP70_2, AF10_2 e CAP70_3). A comparação demonstra que a capacidade de infiltração de áreas manejadas segundo os princípios agroflorestais não destoam daquelas de áreas naturais como “mata natural” e “campo nativo”.

Outro resultado que merece ser evocado é o de SHTORACHE (2013) por se tratar de uma análise sobre os mesmos pontos amostrais. Além da classificação pedológica do solo, SHTORACHE (2013) avaliou variáveis do solo em diferentes profundidades. Devido à natureza do presente trabalho, cabe-se destacar os resultados obtidos referentes à permeabilidade do solo nestas áreas (K_{sat}) na camada superior do solo. O autor analisou três tratamentos CAP10⁴¹, AF5⁴¹ e AF10⁴². Os valores de K_{sat} na camada superior do solo tiveram uma média de $0,56 \text{ mm s}^{-1}$. O teste de Tukey não conferiu diferenças significativas entre os diferentes tratamentos.

Como já foi dito anteriormente, I_b teoricamente seria igual a K_{sat} se não houvesse o efeito do ar aprisionado no interior do solo. Logo, espera-se que esses dois parâmetros tenham alguma relação.

⁴⁰ Paisagem natural do bioma pampa.

⁴¹ Na propriedade da Dolíria.

⁴² Na propriedade do Nardo.

SHTORACHE (2013) achou valores de 0,708, 0,486 e 0,444 mm s^{-1} para amostras retiradas a 5 centímetros da superfície do solo para os tratamentos AF5, CAP10 e AF10. Os valores encontrados neste trabalho foram 0,28, 0,18 e 0,13 mm s^{-1} , respectivamente. Os valores encontrados para I_b são bem inferiores àqueles de K_{sat} . Entretanto pode-se perceber coerência em termos relativos entre os resultados já que os valores de I_b das áreas CAP10 e AF10 correspondem, respectivamente, a 65% e 46% quando comparado àquele de AF5, enquanto os valores de K_{sat} das áreas CAP10 e AF10 correspondem, respectivamente, a 69% e 63% quando comparado àquele de AF5.

Outros trabalhos, realizados em áreas de pedologia diferente daquela presente nas áreas amostrais deste trabalho, apesar de não poderem ser comparadas diretamente, podem fornecer elementos para a análise dos dados de infiltração. Um desses trabalhos é o PANACHUKI (2011). Nesse trabalho, foi utilizado um simulador de chuvas para avaliar o impacto do manejo e da cobertura vegetal na infiltração em um Latossolo Vermelho aluminoférrico típico. Uma primeira observação que pode ser evocada é a mudança da ordem de grandeza das capacidades de infiltração. Enquanto as Velocidades de Infiltração Básica deste trabalho tem média próxima a 0.2 mm s^{-1} , PANACHUKI (2011) obteve uma média próxima a 0,005 mm s^{-1} . A mudança na ordem de grandeza pode ser referente à: diferença da pedologia, diferença do manejo e diferença do método de medição. POTT (2001) faz menção à majoração dos dados de infiltração calculados por um infiltrômetro de duplo anel em relação àqueles calculados por um simulador de chuvas. POTT (2003) corrobora com a teoria ao encontrar diferenças de 100% a 800% entre VIBs medidas na mesma área por esses dois métodos.

O presente trabalho tem elementos para afirmar que a mudança do método de medição é o fator principal para a diferenciação dos valores de Velocidades de Infiltração Básicas, uma vez que os trabalhos de PERTUSSATTI et al. (2011) e SOBRINHO et al. (2003), apesar de realizarem testes em áreas de manejos e pedologias diferentes, também apresentaram médias para os valores de VIB próximas à 0.005 mm s^{-1} . Ambos utilizaram, como método de medição, um simulador de chuvas.

OLIVEIRA et al. (2000) utilizou o método do infiltrômetro de duplo anel para avaliar a capacidade de infiltração em solo Podzólico Vermelho – Amarelo em um gramado. Os valores de VIB apresentaram uma média de 0,01 mm s^{-1} , sendo também bem inferior aos encontrados nesse trabalho. Essa diferença pode estar associada tanto ao manejo do solo, quanto a pedologia. ZWIRTES et al. (2011) realizou um

trabalho similar em pastagem sobre um Latossolo vermelho aluminoférrico típico e também encontrou valores bastante inferiores aos do presente trabalho de VIB ($0,02 \text{ mm s}^{-1}$). Por conseguinte, cabe-se afirmar que a modificação do manejo também pode vir a impactar em 1000% o valor da Velocidade de Infiltração Básica

As primeiras hipóteses a serem testadas são referentes às populações AF e CAP. Os resultados dos três testes aplicados aos três parâmetros seguem na Tabela 22.

Tabela 21: Testes de hipótese para CAP e AF.

	"t" de student (s1 & s2)	"t" de student (sp)	Wilcoxon
lb	65% (AF>CAP) pvalor = 35%	69% (AF>CAP) pvalor = 31%	74% (AF>CAP) pvalor = 26%
li-lb	70% (CAP>AF) pvalor = 30%	75% (CAP>AF) pvalor = 25%	74% (AF>CAP) pvalor = 26%
K	85% (AF>CAP) pvalor = 15%	90% (AF>CAP) pvalor = 10%	82% (AF>CAP) pvalor = 18%

Os p-valores dos testes de Kolmogorov-Smirnov estão apresentados na Tabela 22, enquanto a comparação do histograma empírico (método de Hazen) com a normal calculada a partir dos momentos amostrais para cada um dos três parâmetros está apresentada nas Figuras 60 e 61. Os testes de Kolmogorov-Smirnov apontaram para um ajuste normal confiável para os parâmetros amostrados em agroflorestas (baixos p-valores), todavia não forneceu elementos para afirmar que um ajuste normal seria adequado para os parâmetros amostrados em áreas de capoeira (altos p-valores). A partir da análise das Figuras, pode-se perceber que os dados da Velocidade de Infiltração Básica, Velocidade de Infiltração Inicial e do parâmetro de decaimento temporal "k" se ajustam a uma curva normal em agroflorestas, porém, em áreas de capoeira, o ajuste normal não parece ser representativo do histograma. Nesse sentido, o teste de Wilcoxon foi considerado o mais recomendado para avaliar a hipótese, já que é o único que não considera que as populações, tanto das áreas de capoeira, quanto de agrofloresta seguem distribuições normais.

Tabela 22: P-valores relativos ao teste de Kolmogorov-Smirnov

Parâmetro	p-valor (%)
I_b Agrofloresta	0,4
I_i Agrofloresta	4
k Agrofloresta	3
I_b Capoeira	10
I_i Capoeira	29
k Capoeira	18

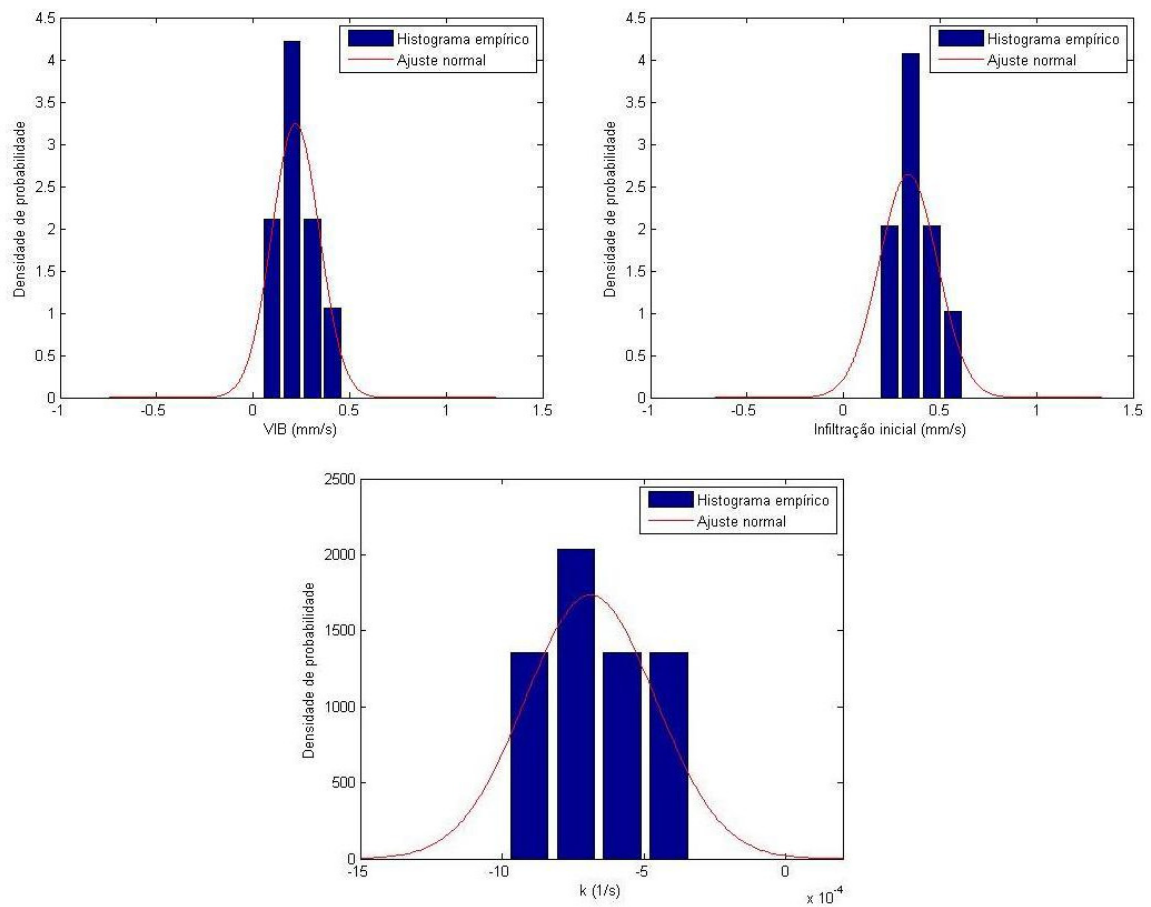


Figura 60: Comparação dos histogramas empíricos dos três parâmetros da equação de Horton em agroflorestas a uma função de densidade de probabilidade normal descrita pelos momentos estatísticos das amostras.

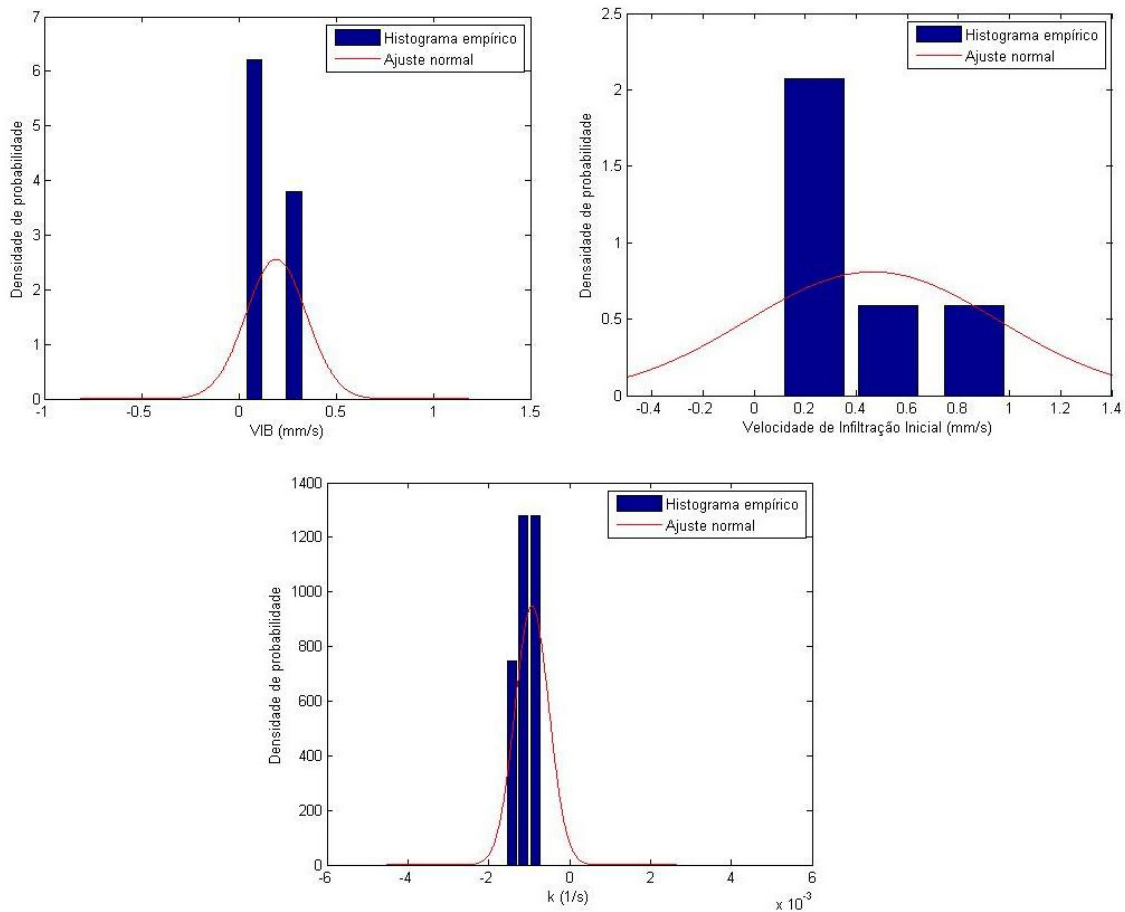


Figura 61: Comparação dos histogramas empíricos dos três parâmetros da equação de Horton em capoeiras a uma função de densidade de probabilidade normal descrita pelos momentos estatísticos das amostras.

As conclusões estatísticas realizadas nesta seção buscam elementos em WONNACOTT (1990). Se por um lado, aceitar a hipótese inicial baseado em uma baixa confiabilidade consiste em um sério problema, rejeitar essa hipótese é igualmente grave, pois mudaria a visão original do problema. O autor sugere que se utilizem conclusões mais reservadas como “a hipótese é aceitável” ou “a hipótese não pode ser invalidada”.

Os resultados referentes à VIB **não invalidam** a hipótese inicial de que a taxa infiltração básica nas agroflorestas é **maior ou igual** àquela vista nas capoeiras, uma vez que há **cerca de 70% de probabilidade dessa hipótese estar correta**.

Tendo em vista esses comentários, o teste **não invalida** a hipótese inicial de que a taxa infiltração inicial nas agroflorestas é **maior ou igual** àquela vista nas capoeiras, uma vez que há **74% de probabilidade da hipótese estar correta**.

Com relação a k (o parâmetro de decaimento temporal da equação de Horton), pode-se dizer que a hipótese de que este parâmetro tem um valor **maior ou igual** nas áreas de agrofloresta **pode ser validada com uma confiança de 82%** (ou um erro, p-valor, de 18%). Como as agroflorestas estudadas possuíam boa cobertura de solo, este resultado está de acordo com PANACHUKI (2011), quando este autor afirma que o parâmetro k é influenciado positivamente com a cobertura vegetal.

O aumento da confiabilidade ou diminuição do p-valor pode ser atingida pelo aumento do número de amostras, ou seja, uma maior quantidade de testes de infiltração.

V.2 – Pesquisa Qualitativa

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas 5 entrevistas semi-estruturadas, complementadas pela observação participante, como explicitado na Seção IV.4. Entretanto, os resultados aqui apresentados não irão contemplar todos os obtidos a partir do convívio e diálogos com os agricultores e agricultoras. Seus sentimentos, reflexões e ensinamentos permeiam todo este trabalho.

Nesta seção será apresentada uma síntese da parte 2 das entrevistas e algumas falas dos entrevistados, abordando três questões geradoras: as motivações para “fazer agrofloresta”, os benefícios percebidos com a adoção desse sistema e os desafios da sua prática na Cooperafloresta. As respostas que refletem um serviço ambiental serão ainda classificadas de acordo com as categorias propostas por MEA (2003): serviços de provisão, de regulação, de suporte e culturais. Por fim, para cada tema, serão apresentadas falas de agricultores e agricultoras da Cooperafloresta de outros relatos entrevistas, de modo a contribuir com a discussão.

- **Motivações para “fazer agrofloresta”**

Dentre os motivos citados, destacam-se:

- a melhoria do solo (de suporte);
- a preservação do ambiente e o aumento do bem-estar (cultural); e
- o aumento da produção e/ou da comercialização (de provisão).

E, em segundo lugar:

- a pressão dos órgãos ambientais; e
- a diversificação da alimentação familiar (de provisão).

Nardo, muito mais do que falar da melhoria para o Planeta, ressaltou a percepção utilitária com a melhoria efetiva do solo. *“Já tava bem acabada essa terra, só tinha capim colonião, até desisti de fazer uma horta, ah, não tinha como lutar contra ele. Com a agrofloresta o solo está a cada dia melhor”* (informação verbal)⁴³. No entanto, ele também destaca que o objetivo da prática de agrofloresta não se restringe

⁴³ MOREIRA, Reinaldo Batista. **Entrevista semi-estruturada: Nardo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice D desta monografia.

a produtividade, que é suficiente para sua sobrevivência. Sua área está inserida no Parque e, segundo ele, a prática é importante para a conservação do ambiente. “Os fiscais ambientais proíbem o corte e o plantio convencional nas margens do rio (mata ciliar), mas permitem o manejo de agrofloresta” (informação verbal)⁴⁴, visto que esta considerada uma prática de conservação.

Sezefredo, por sua vez, também destaca a melhoria do solo promovida pela prática de agrofloresta: “Mesmo quando não tá produzindo, não tá ganhando dinheiro, a terra tá descansando e ficando melhor. Depois, é só fazer uma roça que a terra tá muito boa” (informação verbal)⁴⁵. Além disso, enfatiza o compromisso assumido por ele: “Meu sítio é comprometido, com a minha família, com a agrofloresta e com os meus vizinhos que usam dessa água [que nasce na propriedade]” (informação verbal)⁴⁶. Ele ressalta principalmente os aspectos relacionados à preservação da vida: “É bom não só pra você, mas pro planeta; é compromisso com todas as pessoas. A floresta não precisa da gente, nós que precisamos da floresta” (informação verbal)⁴⁷.

Cláudio e Jacaré ressaltam que o aumento da produção e da comercialização graças à agrofloresta os motivou a iniciar a prática. Cláudio ainda comenta sobre a melhoria do solo, da infiltração e a redução da erosão e do carreamento de sedimentos para o rio: “A terra onde eu faço agrofloresta era terra batida, muito seca. Agora, quando você pisa, afunda o pé de tão macia; terra boa” (informação verbal)⁴⁸.

Outros agricultores, em relatos e entrevistas anteriores, comentam principalmente sobre a dificuldade de se produzir antes, milho, feijão e arroz, com a utilização da queimada. Neide relata que “não se tirava nada. A família inteira foi embora daqui porque não tinha como sobreviver. E agora não, a própria família nossa, muita gente já tá voltando. Tão voltando porque tão vendo que dá pra viver desse jeito, com essa experiência nossa.” (INTERCÂMBIO GATI/MS, 2013). Da mesma forma, Ari

⁴⁴ MOREIRA, Reinaldo Batista. **Entrevista semi-estruturada: Nardo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice D desta monografia.

⁴⁵ DA CRUZ, Sezefredo Gonçalves. **Entrevista semi-estruturada: Sezefredo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3 e 3 vídeos. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice C desta monografia.

⁴⁶ Idem.

⁴⁷ Idem.

⁴⁸ MOURA, Cláudio de Paula. **Depoimento: Cláudio** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice F desta monografia.

afirma que *“Se a gente não muda pra agrofloresta, hoje, minha família tinha ido embora tudo e estaria só eu com a minha mulher aqui. Os filhos que saíram, agora estão querendo voltar porque estão vendo que as coisas aqui estão caminhando melhor.”*(AGROFLORESTA, 2013)

Pedro comenta que *“O grande chamativo pra fazer agrofloresta foi a comercialização. A gente saiu de uma produção de 90 mil por ano pra 360 mil reais no ano seguinte.”*(AGROFLORESTA, 2013)

Por fim, Maria relata que *“A gente fazia muita roça grande e criava muito porco. Então, na alimentação só vinha arroz, feijão e carne. Hoje, não. Hoje, tem o arroz e o feijão, mas nós temos muita variedade de verdura.”*(AGROFLORESTA, 2013)

- **Benefícios decorrentes da adoção do manejo agroflorestal**

Dentre os inúmeros benefícios citados pelos agricultores, os que se destacaram referem-se:

- à melhoria do solo (de suporte);
- à conservação da água, em quantidade e qualidade (de regulação); e
- ao trabalho cooperativo e solidário (cultural).

Além dos relatos sobre a melhoria do solo citados amplamente no tema anterior, Sezefredo destaca que *“Se a gente enfraquece a terra, matamos a nós mesmos. Sem agricultura, não existe vida, ninguém come dinheiro”* (informação verbal)⁴⁹ e vê a Agrofloresta como o caminho para conservar a capacidade produtiva das terras *“A agrofloresta de 18 anos tá até melhor do que a capoeira de 70 anos, porque aqui [na agrofloresta] foi posto serviço. Olha quanta madeira tem no solo. A agrofloresta tem mais valor do que qualquer 1.000 reais na conta. É bom não só pra você, mas pro Planeta; é compromisso com todas as pessoas”* (informação verbal)⁵⁰.

Esse agricultor afirma ainda que a chegada da agrofloresta mudou seu rumo. Na ocasião, ele estava tentando vender o sítio, pois não conseguia produzir. No

⁴⁹ DA CRUZ, Sezefredo Gonçalves. **Entrevista semi-estruturada: Sezefredo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3 e 3 vídeos. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice C desta monografia.

⁵⁰ Idem.

entanto defende que *“A gente trabalha na irmandade, cada um produz um pouco, ajudando o outro a produzir, por isso que dá certo”* (informação verbal)⁵¹.

Além disso, Sezefredo, Nardo e Cláudio demonstram compreender a relação entre a alteração do uso e manejo do solo com a dinâmica da água e com problemas de erosão, assoreamento e deslizamentos de terra. Cláudio comenta que *“Hoje em dia, quando chove, o rio fica só 3 dias cheio. Antigamente, ficava 15 dias. A floresta retém água e vai distribuindo aos pouquinhos e o rio demora mais a esvaziar. Quando só tem pasto, a água escorre toda de uma vez, leva junto aquela camadinha de solo que tava formando, assoreia os rios e, algumas horas depois, a água já foi toda embora e o rio baixa de novo”* (informação verbal)⁵².

Sobre os deslizamentos, Cláudio relata que, há algum tempo, uma área de pasto próxima a sua casa deslizou e chegou a bloquear o rio por alguns momentos. Sezefredo corrobora com essa afirmação quando, respondendo se havia percebido algum efeito da agrofloresta na dinâmica da água: *“Não sei se mudou, mas parar de rolar (deslizar) parou”* (informação verbal)⁵³. Eles ressaltam que a agrofloresta dá uma segurança em relação aos deslizamentos, pois ajuda a segurar o solo.

Mostrando um curso d'água assoreado e com suas margens desbarrancando, Sezefredo destaca que: *“Isso aqui é provocado pela enxada. A enxada é nossa companheira, mas o sítio é baixo. No nosso mundo, só a agrofloresta mesmo pra deixar futuro pra nova geração. O que a gente vinha fazendo aí, tava virando deserto. Na agrofloresta, só usa enxada pra plantar umas mudas”* (informação verbal)⁵⁴.

Nardo descreve que *“Se vem uma enxurrada e a terra tá limpa, leva tudo e a água não entra na terra. Aqui [na agrofloresta] não, porque têm as árvores que seguram, e a chuva não leva tudo. Mas eu vou plantando e colocando os troncos pra*

⁵¹ DA CRUZ, Sezefredo Gonçalves. **Entrevista semi-estruturada: Sezefredo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3 e 3 vídeos. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice C desta monografia.

⁵² MOURA, Cláudio de Paula. **Depoimento: Cláudio** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice F desta monografia.

⁵³ DA CRUZ, Sezefredo Gonçalves. **Entrevista semi-estruturada: Sezefredo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3 e 3 vídeos. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice C desta monografia.

⁵⁴ Idem.

fazer o nível” (informação verbal)⁵⁵. Além disso, ele afirma que conhece propriedades em que a água tinha parado de verter e “graças a esse tipo de trabalho [agrofloresta] (informação verbal)⁵⁶ voltaram a brotar olhos d’água.

Nesse sentido, Sezefredo comenta que “Quando se tem uma nascente tem que reflorestar e cuidar das beiradas, pra conservar ela (...). Tem mais 6 vizinhos, que não fazem agrofloresta, mas usam da água desse sítio aqui, então eu sou comprometido com essas famílias. (...) Eles tão usando a minha água que tem a agrofloresta nossa por trás” (informação verbal)⁵⁷.

Por fim, esse agricultor ressalta que o valor da agrofloresta vai além do retorno financeiro “Ela produz vida (...), a vida tá no verde, então, uma folhinha tem um grande valor, ela tem uma vida que tá dividida com tudo nós. (...) Se a floresta não é uma coisa boa, o que será que é melhor...?” (informação verbal)⁵⁸. “A floresta não precisa da gente, nós que precisamos da floresta” (informação verbal)⁵⁹.

- **Desafios da prática na Cooperafloresta**

O maior desafio da prática agroflorestal, segundo grande parte dos agricultores, é o fato dessa demandar muito trabalho. Esse é também um dos motivos que incorrem na dificuldade de alguns agricultores abandonarem a prática da queimada, que não é permitida na Cooperafloresta.

A interdição às queimadas, por outro lado, se constitui em outro grande desafio da prática na Cooperafloresta, representando um dos principais motivos para a saída de agricultores e agricultoras da Cooperafloresta. Soma-se a esse a dificuldade de se produzir grãos nas agroflorestas.

⁵⁵ MOREIRA, Reinaldo Batista. **Entrevista semi-estruturada: Nardo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice D desta monografia.

⁵⁶ Idem.

⁵⁷ DA CRUZ, Sezefredo Gonçalves. **Entrevista semi-estruturada: Sezefredo** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3 e 3 vídeos. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice C desta monografia.

⁵⁸ Idem.

⁵⁹ Idem.

Cláudio comenta que *“Se o agricultor pratica queimada na sua terra, tem que ficar de 6 meses a 1 ano sem comercializar [seus produtos]”* (informação verbal)⁶⁰. No entanto, eles são acostumados a utilizar o fogo, que é uma prática tradicional da família, não vendo nenhum mal nessa prática. Além disso, Cláudio destaca a importância da produção de grãos, visto que eles criam animais, e a dificuldade em fazê-la sem o uso do fogo.

No mesmo sentido, Jacaré qualifica a queimada como ruim, não em razão de seus impactos ambientais negativos, mas sim pela penalidade imposta pela Cooperafloresta.

Clarisdina, moradora do Quilombo e ex-associada da Cooperafloresta, afirma que sua saída se deu pela proibição do uso do fogo, visto que ela queria ter também uma roça de milho e feijão. *“Se fosse tudo capoeira, seria muito mais fácil fazer agrofloresta. Mas como a nossa área é muito degradada, só tem capim, é muito desgastante”* (informação verbal)⁶¹. Por isso, ela não acredita que dê pra viver só da agrofloresta.

Por fim, percebe-se que há uma confusão por parte de alguns agricultores que se afastaram da Cooperafloresta sobre a diferença entre ser associado e fazer agrofloresta. Clarisdina afirma que *“Agrofloresta é muito bom. Eu não sou mais da agrofloresta [associada à Cooperafloresta], mas continuo fazendo. O pessoal que vai lá em casa diz que eu faço agrofloresta, porque tem muita árvore”* (informação verbal)⁶². Exemplificando um problema que pode decorrer dessa confusão: ao sair da Cooperafloresta, Joaquim voltou a praticar a agricultura de corte e queima, destacando que apenas manteve o plantio e incorporação do feijão guandu dentre as defendidas pelo manejo agroflorestal.

⁶⁰ MOURA, Cláudio de Paula. **Depoimento: Cláudio** [dez. 2013]. Entrevistadores: Lara A. Oliveira e Daniel F. Kazay. Barra do Turvo, 2013. 1 arquivo .mp3. A entrevista na íntegra encontra-se transcrita no Apêndice F desta monografia.

⁶¹ Entrevista informal concedida pela agricultora Clarisdina, do Quilombo Terra Seca, Barra do Turvo (SP), para Lara Angelo Oliveira e Daniel Firmo Kazay, em dezembro de 2013.

⁶² Idem.

V.3 – Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)

Nessa seção, será apresentado o valor correspondente ao incentivo financeiro aos agricultores, calculado a partir da metodologia do Programa Produtor de Água (ANA), para cada uma das famílias que integraram essa pesquisa.

Visto que os resultados da capacidade de infiltração indicam que as agroflorestas apresentam infiltração maior ou igual às florestas secundárias em regeneração natural, pode-se considerar que ambas exercem funções similares quanto à proteção hídrica. Portanto, o valor de Φ associado à prática de agrofloresta foi considerado igual ao valor de Φ referente ao reflorestamento.

Para os cálculos iniciais, as agroflorestas foram enquadradas na categoria de conservação do solo, enquanto as áreas de capoeira em estágio inicial e médio de regeneração foram enquadradas em recuperação de área florestal (ou implantação de novas florestas) e as áreas de capoeira em estágio avançado de regeneração em conservação da vegetação nativa existente (ou de fragmentos florestais).

No entanto, como explicitado anteriormente, as agroflorestas contribuem com os serviços ambientais de proteção hídrica tais quais as florestas. Diante disso, foi realizado um segundo cálculo, atribuindo às agroflorestas a classificação de floresta plantada muito bem manejada.

- **Dolória**

Primeiramente, calculou-se o PAE (Equação 28), considerando o valor de Φ para o uso anterior do solo declarado, um canavial, e o valor de Φ associado à prática de agrofloresta.

Sendo $\Phi_1=0,05$ e $\Phi_0=0,10$, o PAE é de 50%, valor que cumpre a exigência para adesão ao Programa.

De acordo com a Tabela 5 (item III.3), que apresenta os usos e coberturas do solo, a propriedade possui: 7,36 ha de agrofloresta, 7,61 ha de capoeira em estágio médio de regeneração e 17,52 ha de mata nativa.

Para as áreas de agrofloresta, o valor de referência para o pagamento, proporcional ao PAE, é de R\$25,00 por hectare ao ano. Para as áreas de capoeira, considera-se o valor de referência para implantação de floresta plantada

medianamente manejada ou para conservação de florestas e APPs em estágio inicial e médio de regeneração, de R\$80,00 por hectare ao ano. Para as áreas de mata nativa, é considerado o valor de referência para conservação de florestas e APP em estágio avançado de regeneração e com mais de 75% de cobertura, determinado como R\$160,00 por hectare ao ano.

Assim, o valor total calculado para o pagamento foi de **R\$3.596,00 anuais, divididos em 12 parcelas mensais de R\$299,67.**

O segundo cálculo, que atribuiu às agroflorestas a classificação de floresta plantada muito bem manejada, cujo valor de referência é de R\$160,00 por hectare ao ano, resultou no pagamento de **R\$4.589,60 anuais, divididos em 12 parcelas mensais de R\$382,47.**

- **Nardo**

Primeiramente, calculou-se o PAE (Equação 28), considerando o valor de Φ para o uso anterior do solo declarado, plantio de grãos (feijão, milho e arroz), e o valor de Φ associado à prática de agrofloresta.

Sendo $\Phi_1=0,05$ e $\Phi_0=0,25$, o PAE é de 80%, valor que cumpre a exigência para adesão ao Programa.

De acordo com a Tabela 6 (item III.3), que apresenta os usos e coberturas do solo, a propriedade possui: 2,79 ha de agrofloresta e 5,21 ha de capoeira em estágio inicial e médio de regeneração.

Para as áreas de agrofloresta, o valor de referência para o pagamento, proporcional ao PAE, é de R\$80,00 por hectare ao ano. Para as áreas de capoeira, considera-se o valor de referência para implantação de floresta plantada medianamente manejada ou para conservação de florestas e APPs em estágio inicial e médio de regeneração, de R\$80,00 por hectare ao ano.

Assim, o valor total calculado para o pagamento foi de **R\$640,10 anuais, divididos em 12 parcelas mensais de R\$53,34.**

O segundo cálculo, que atribuiu às agroflorestas a classificação de floresta plantada muito bem manejada, cujo valor de referência é de R\$160,00 por hectare ao

ano, resultou no pagamento de **R\$863,20 anuais, divididos em 12 parcelas mensais de R\$71,93.**

- **Sezefredo**

Primeiramente, calculou-se o PAE (Equação 28), considerando o valor de Φ para o uso anterior do solo declarado, bananal (semelhante à capoeira degradada), e o valor de Φ associado à prática de agrofloresta.

Sendo $\Phi_1=0,05$ e $\Phi_0=0,15$, o PAE é de 67%, valor que cumpre a exigência para adesão ao Programa.

De acordo com a Tabela 7 (item III.3), que apresenta os usos e coberturas do solo, a propriedade possui: 14,93 ha de agrofloresta, 0,39 ha de capoeira em estágio inicial de regeneração e 24,26 ha de capoeira em estágio avançado de regeneração e mata virgem.

Para as áreas de agrofloresta, o valor de referência para o pagamento, proporcional ao PAE, é de R\$50,00 por hectare ao ano. Para as áreas de capoeira, considera-se o valor de referência para implantação de floresta plantada medianamente manejada ou para conservação de florestas e APPs em estágio inicial e médio de regeneração, de R\$80,00 por hectare ao ano. Para as áreas de mata virgem e de capoeira em estágio avançado de regeneração, é considerado o valor de referência para conservação de florestas e APP em estágio avançado de regeneração e com mais de 75% de cobertura, determinado como R\$160,00 por hectare ao ano.

Assim, o valor total calculado para o pagamento foi de **R\$4.659,30 anuais, divididos em 12 parcelas mensais de R\$388,28.**

O segundo cálculo, que atribuiu às agroflorestas a classificação de floresta plantada muito bem manejada, cujo valor de referência é de R\$160,00 por hectare ao ano, resultou no pagamento de **R\$6.301,60 anuais, divididos em 12 parcelas mensais de R\$525,13.**

Os resultados anteriores foram sintetizados na Tabela 23.

Tabela 23: Síntese do cálculo do pagamento referente ao Programa Produtor de Água. O “Pagamento A” considera as agroflorestas como prática de conservação de solo, enquanto o “Pagamento B” atribui a essas os valores correspondentes a florestas plantadas muito bem manejadas. “B - A” consiste na diferença entre o Pagamento B e o Pagamento A.

	PAE	Área total (ha)	Pagamento A (R\$/ano)	Pagamento B (R\$/ano)	B - A (R\$)
Dolória	50%	32,5	3.596,00	4.589,60	993,60
Nardo	80%	8,0	640,10	863,20	223,10
Sezefredo	67%	39,6	4.659,30	6.301,60	1.642,30

Os valores calculados acima correspondem a um acréscimo na renda dos produtores, que irá complementar aquela obtida com a comercialização dos produtos. Visto que o principal item comercializado na Cooperafloresta é a banana, os valores foram comparados com o preço médio de venda dessa. Para tal, considerou-se que uma caixa de banana tem 20 kg, ou aproximadamente 12 dúzias, e o preço de venda da banana é de R\$ 1,10/kg. Assim, uma caixa de banana corresponde ao faturamento de R\$ 22,00 e o Pagamento B equivaleria a:

- Dolória: 210 caixas/ano = aproximadamente 2520 dúzias de banana;
- Nardo: 40 caixas/ano = aproximadamente 480 dúzias de banana;
- Sezefredo: 280 caixas/ano = aproximadamente 3360 dúzias de banana.

Percebem-se algumas limitações do Programa, em primeiro lugar, no tocante à elegibilidade. Os pagamentos se baseiam apenas na condição atual de uso e manejo dos solos na propriedade, desconsiderando melhorias já implementadas. Assim, um agricultor que tenha, no passado, adotado práticas conservacionistas não é elegível ao programa, uma vez que seu PAE será inferior a 25%, dado o baixo fator de risco de erosão do manejo atual.

Em segundo lugar, ainda que o manejo agroflorestal consista em uma prática de baixo risco de erosão, ele não está contemplado na lista de valores de fator de risco de erosão para diferentes usos e manejos do solo.

Por fim, entende-se que o cálculo da remuneração referente ao manejo agroflorestal deveria basear-se nos valores atribuídos às florestas plantadas, por possuir capacidade de infiltração maior ou igual às florestas. Ressalta-se ainda que, para as propriedades estudadas, essas seriam classificadas como florestas muito bem manejadas.

CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO

O infiltrômetro de duplo anel se mostrou um método experimental de fácil execução para estimativa da capacidade de infiltração em campo. Entretanto, ele demanda uma grande quantidade de água e tempo, o que, conseqüentemente, pode exigir um grande esforço humano. De modo a mitigar este esforço, o planejamento foi fundamental. Além disso, visto que os dados possuem alta variabilidade espacial e sua obtenção demanda muito trabalho, muitas vezes, faz-se necessário conviver com uma menor confiabilidade dos resultados, dada a menor quantidade de dados.

A pesquisa qualitativa, executada a partir de ferramentas do DRP, apresentou-se adequada à investigação proposta, visto que prioriza a proximidade com os agricultores, possibilitando a apreensão de suas percepções de forma mais humana, sem as limitações de um questionário. O método privilegia aspectos qualitativos frente aos quantitativos, se apresentando como positivo por contemplar diversas visões e, assim, valorizar a riqueza do dissenso (ou “plurisenso”).

De acordo com os testes e análises realizados, cujos resultados confluíram com as percepções dos agricultores sobre suas áreas de manejo, confirmou-se a hipótese de que as áreas de agrofloresta possuem, ao menos, a mesma capacidade de infiltração das áreas de capoeira.

Diante desses resultados, os Sistemas Agroflorestais prestam importantes serviços ambientais de proteção hídrica. A não-valorização desses serviços ambientais minora o valor econômico da atividade produtiva, o que pode, inclusive, desincentivar essas práticas. Para tanto, é fundamental que existam iniciativas de Pagamento por Serviços Ambientais.

O Programa Produtor de Água (ANA) é um avanço na compensação monetária dos provedores de serviços ambientais, porém ainda precisa ser aprimorado. Em primeiro lugar, esse deve garantir a elegibilidade de produtores que já adotam práticas conservacionistas. Em segundo lugar, o manejo agroflorestal deve ser incluído entre os tipos de uso e manejo do solo, para o cálculo do PAE. Além disso, para o cálculo da remuneração aos beneficiários, a inserção do manejo agroflorestal neste programa deve ser tratada segundo suas características de floresta muito bem manejada.

Calcular os valores para o incentivo econômico aos agricultores incorre em uma contradição. Por um lado, os métodos de valoração ambiental não tem a capacidade de contemplar todas as funções, bens e serviços das florestas, uma vez

que fazem uso de variáveis que, muitas vezes, não são tangíveis ou analisáveis dadas suas complexas relações. Por outro lado, devem ser atribuídos valores de mercado a esses serviços prestados compatíveis com o benefício gerado, de modo a permitir uma competição justa no mercado e evitar a tragédia dos comuns.

Quanto aos valores calculados para o incentivo econômico aos agricultores pelo Programa Produtor de Água, percebe-se que, ainda que contribuam para a renda mensal das famílias, estão aquém do seu real benefício ambiental. O valor atribuído a artigos de luxo, por exemplo, é majoritariamente superior ao valor da água no mercado, o que é uma contradição, pois esta possui importância vital.

A valoração econômica ambiental, quando incorporada às Políticas Públicas por decisão social, é um caminho para que a sociedade tome consciência da importância fundamental dos ecossistemas preservados para a manutenção da vida no Planeta. A atribuição de valores para os serviços ambientais coerentes com os preços de mercado é também um incentivo aos produtores rurais optarem por práticas conservacionistas em suas propriedades.

Deve-se reconhecer os Sistemas Agroflorestais como agroecossistemas com elevada sustentabilidade, considerando seus benefícios ecológicos e sociais, incluindo os econômicos e culturais. Portanto, valorizar a prática dos agricultores (principalmente os familiares), principais agentes de preservação local nas áreas rurais, é indispensável na elaboração de Políticas Públicas.

CAPÍTULO VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS

É relevante destacar que o presente trabalho foi elaborado por dois integrantes do Projeto Mutirão de Agroecologia (MUDA), que integra a Rede de Grupos de Agroecologia do Brasil (REGA), cujos grupos constituintes se originaram, principalmente, das Universidades. A atuação dos grupos de agroecologia tem contribuído determinantemente para reflexões sobre o modelo de agricultura e de desenvolvimento e para a proposição de soluções que buscam a harmonização das ações humanas com o ambiente, em diversas escalas.

No caso particular da Engenharia Ambiental da UFRJ, o Projeto Mutirão de Agroecologia (MUDA) proporciona o contato com a temática da agroecologia, não apenas na teoria, mas tendo a prática como indispensável para a apreensão e desenvolvimento do conhecimento. Além de basear-se na indissociabilidade da tríade Extensão, Ensino e Pesquisa, o trabalho do grupo tem a Extensão como aspecto motivador e norteador. Portanto, é evidente a relevância desses grupos na formação universitária e, no caso do MUDA, dos engenheiros ambientais, e na inovação dos valores da Universidade.

Esta monografia, assim como o grupo MUDA, tem a interdisciplinaridade como um dos princípios basilares. O tratamento disciplinar de problemas complexos recai em modelos, por vezes, muito simplificados que incorrem em conclusões simplistas. Considerar diversas visões na concepção e elaboração de um trabalho possibilita a criação de modelos mais robustos que propiciam conclusões mais concretas. Por conseguinte, é essencial que se difunda a interdisciplinaridade nos pensar e fazer universitários.

A título de reflexão é importante evidenciar a raridade da execução de campanhas de campo durante a vida universitária de engenheiros da UFRJ. A não realização dessas atividades implica em incompletude na percepção do objeto estudado, uma vez que a ida a campo possibilita a observação da área de estudo e dos diversos fatores que influenciam a pesquisa. Esses são essenciais à análise dos dados para chegar a resultados coerentes com a realidade. Por fim, a atividade de campo é uma experiência fundamental para o conhecimento das intempéries naturais da atividade e para a compreensão dos erros experimentais.

Em relação às iniciativas de PSA, o presente trabalho propõe algumas reflexões. A primeira delas se refere à dificuldade de se obter informações sobre o

Programa Produtor de Água. Não basta que exista o programa, é fundamental que os possíveis beneficiários tenham conhecimento desse para que possam elaborar propostas. Portanto, através de uma maior divulgação e visibilidade, a ampliação do programa ocorrerá naturalmente.

Um segundo ponto é sobre a escassez, em quantidade e diversidade, de iniciativas de PSA. Apesar da dificuldade de mensurar a totalidade dos serviços ambientais prestados pelas florestas, ao se considerar apenas o serviço de proteção hídrica no cálculo do pagamento, essa remuneração é subdimensionada. Nesse sentido, urge a construção de programas que contemplem os demais serviços, por exemplo, relacionados à biodiversidade.

Para o fomento de projetos de PSA são necessárias estratégias e agentes que se responsabilizem pelo repasse financeiro aos beneficiários. São vários os caminhos possíveis, a destacar o repasse do ICMS Ecológico dos municípios. A título de exemplo, o ICMS Ecológico de Barra do Turvo arrecadou, em 2005, mais de 2 milhões de reais, valor que deve ser utilizado como um instrumento de estímulo à conservação da biodiversidade, em ações como PSA.

É evidente que a adoção de técnicas agrícolas de impacto ambiental reduzido – ou positivo – aliadas ao reflorestamento (ou “agroflorestamento”) proveem serviços ambientais que beneficiam não apenas o local da intervenção, mas também o Planeta e a humanidade amplamente. Diante disso, é fundamental que os Sistemas Agroflorestais dotem de maior espaço no desenho das Políticas Públicas brasileiras. Além disso, as políticas que se referem ao PSA devem ter como premissa o incentivo e apoio à agricultura familiar, buscando também beneficiar o maior número de famílias com os repasses financeiros. Espera-se, portanto, que este trabalho contribua para o desenvolvimento de Políticas Públicas de PSA que incentivem o manejo agroflorestal e a agricultura familiar.

Esse trabalho não pretende de forma alguma esgotar o tema, mas sim encorajar a realização de outros estudos na área, dentre os quais alguns temas se destacam. De modo a complementar os resultados obtidos quanto à infiltração, a erosão do solo pode ser avaliada, comparando-se as áreas de agrofloresta com as de capoeira. Além disso, sugere-se a realização de estudos que avaliem a capacidade de infiltração em agroflorestas com diferentes características e manejos, de modo a estabelecer critérios para a classificação dessas. A partir da identificação dos principais fatores que influem na saúde do sistema, criar-se-ia uma hierarquia entre as formas de manejo agroflorestal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABABOU, R. **Three-Dimensional Flow in Random Porous Media**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology. 1988.

ABABOU, Rachid. **Hydrologie Statistique**. Toulouse: ENSEEIHT, 2014. 138p.

ABRH. **Diretrizes para o Desenvolvimento da Hidrologia no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/sgcv3/index.php?COM=7>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

AGOSTINHO, F. D. R. **Uso de análise emergética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2005.

AGROFLORESTA baseada na estrutura, dinâmica e biodiversidade florestal. Produção de: Fundação BB – Banco do Brasil. Barra do Turvo: Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social, 2013. Documentário, 4'46". Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=FHvXrx1zpA8>>. Acesso em dezembro de 2013.

ALMEIDA, J. Da ideologia do progresso à idéia de desenvolvimento (rural) sustentável. **Revista Educação Agrícola Superior**, Brasília, v. 15, n. Especial, p. 51-85, 1997.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Montivideo: Editora Nordan-Comunidad, 1999.

ALVES, H. P. F. Fatores demográficos e sócio-econômicos associados às mudanças na cobertura da terra no Vale do Ribeira: análise integrada de dados censitários e de sensoriamento remoto através de um sistema de informação geográfica. In: HOGAN, Daniel Joseph (org.). **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro**. Campinas: Núcleo de Estudos de População (UNICAMP), 2007. p.117-143.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Relatório de Diagnóstico Socioambiental da Bacia do Ribeirão Pípiripau**. Programa Produtor de Água – Projeto Pípiripau. 2010. Disponível em:

<http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Relatorio_Diagnostico_Pipiripau_PRODUTOR_DE_AGUA2.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2014.

_____. **Programa Produtor de Água**. 2012a. Disponível em: <<http://produtordeagua.ana.gov.br/>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

_____. **Manual Operativo do Programa Produtor de Água**. 2 ed. Brasília: ANA, 2012b. 84 p.

ANDREOLI, C. **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – estudo de caso do altíssimo Iguaçu**. Curitiba : Sanepar/Finep, 2003.

APREMAVI - Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida. **A floresta primária e as florestas secundárias**. Disponível em: <<http://www.apremavi.org.br/cartilha-planejando/a-floresta-primaria-e-as-florestas-secundarias/>>. Acesso em: Fevereiro de 2014.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21**. 11 ed. v. 1. Petrópolis: Editora Vozes, 2009.

BIM, O. **Mosaico de Áreas Protegidas do Jacupiranga**: resolução de conflitos e ordenamento territorial. CN-RBMA - Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2010. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/programas/docs_programas/mosaicos_corredores_ecologicos/03_04_10.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2013.

BOBBIO, N.; MATTEUCCI, N.; PASQUINO, G. **Dicionário de política**. 13 ed. v.2. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2007.

BOLIER, D. Os bens comuns: um setor negligenciado da criação de riqueza. In: HELFRICH, S. **Genes, Bytes y Emisiones: ienes comunes y ciudadanía**. Fundación Heinrich Böll: El Salvador, 2008. p. 30-41. Disponível em: <http://uninomade.net/wp-content/files_mf/110410120807Os%20bens%20comuns%20-%20um%20setor%20negligenciado%20da%20cria%C3%A7%C3%A3o%20de%20riqueza%20-%20David%20Bollier.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2014.

BRANDENBURG, A.; FERREIRA, A. D. D.; SANTOS, L. J. C. Dimensões socioambientais do rural contemporâneo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 10, p. 119-125, 2004.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965**. Institui o Novo Código Florestal. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm>. Acesso em: Janeiro de 2014.

_____. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: Janeiro de 2014.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>.

Acesso em: Janeiro de 2014.

_____. **Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). 2000.

_____. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. 2006. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm>. Acesso em: Janeiro de 2014.

_____. **Projeto de Lei nº 792, de 2007**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, o Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais e o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. 2007. Disponível em:

<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=2C12C470946122409CE36340459245C4.node1?codteor=785838&filename=Tramitacao-PL+792/2007>. Acesso em: Janeiro de 2014.

_____. **Instrução Normativa n. 5, de 8 de setembro de 2009**. Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal instituídas pela Lei nº 4.771/65. Diário oficial da união. 2009. Disponível em: <http://www.redejuca.org.br/legislacao/in_5_2009_MMA.pdf>. Acesso em: Dezembro de 2013.

_____. **Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. 2012. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: Janeiro de 2014.

CALDEIRA, P. Y. C.; CHAVES, R. B. **Sistemas agroflorestais em espaços protegidos**. São Paulo: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2010. 36 p.

CARSON, R. **Silent Spring**. 4. ed. Boston: Houghton Mifflin, 2002. 400 p.

CARVALHO, D. F.; MELLO, J. P.; DA SILVA, L. D. B. **Hidrologia**. Rio de Janeiro, 2006, 86p. Apostila do curso de Hidrologia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

CHIARADIA, C. **Dicionário de Palavras Brasileiras de Origem Indígena**. São Paulo: Limiar, 2008.

COELHO, R. D.; MIRANDALL, H.; DUARTELL, S. N. Infiltração da água no solo: parte I infiltrômetro de anéis versus infiltrômetro de aspersores. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.2, p. 137 – 141, 2000.

COELHO NETTO, A.L. Evolução de Cabeceiras de Drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): Bases para um Modelo de Formação e Crescimento da Rede de Canais sob Controle Estrutural. **Rev. Bras. Geomorfologia**, v. 4, n. 2, 2003. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg>. Acesso em: Janeiro de 2014.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.302, de 20 de Março de 2002**. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Ministério do Meio Ambiente, Brasil. Publicada no D.O.U. 13/05/2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

COOPERAFLORISTA. **Projeto Trilhares, construindo caminhos e olhares para a harmonização entre agricultura familiar e a Mata Atlântica no Vale do Ribeira: um olhar sobre o modo de ser e fazer da Cooperafloresta**. MMA, AOPA – Associação para o Desenvolvimento da Agroecologia, 2010. Cartilha. 27 p.

_____. **Mapeamento georreferenciado das propriedades das famílias agricultoras**. Projeto Agroflorestar, Semeando um mundo de amor, harmonia e fartura. Financiado pela Petrobrás através do Programa Petrobras Ambiental. Barra do Turvo, SP, 2011.

_____. **Fazer agrofloresta**. Barra do Turvo: Projeto Agroflorestar, 2013. 4 p. Folder.

_____. **Projeto Frutos da Agrofloresta**. Disponível em: <<http://cooperafloresta1.hospedagemdesites.ws/frutosdaagrofloresta/>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M; HANNON, B.; LIMBURG, K; NAEEM, S.; O'NEILL R. V.; PARUELO, J; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DER BELT, M. The value of world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387 p. 253-260, 1997.

DA SILVA, R. A. **Relatório Técnico-Científico sobre comunidade remanescente de quilombo de Ribeirão Grande e Terra Seca – SP**. São Paulo: ITESP, 2000.

DA SILVEIRA, A.L.; LOUZADA, J.A.; BELTRAME, L.F. Infiltração e Armazenamento no Solo In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. p.335-372.

DARCY, H. **Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon**. Paris, 1856. 657 p.

DE GROOT, R. S. **Functions of Nature**. Amsterdam, Ed. Wolters-Noordhoff. 1992. 315 p.

_____; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. **A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, good and services**. Ecological Economics 41, 2002. p.393-408.

DE SOUZA, J. F. Seleção Natural Contemporânea (Cenários e Desafios da Sociedade Moderna). In: **Cadernos [SYN]THESIS**, v. 5, p. 197-206. Rio de Janeiro: UERJ, CCS, 2012.

DE SOUZA, Z M.; ALVES, M. C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.18-23. Campina Grande, 2003.

DERANI, C. **Direito Ambiental Econômico**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

DIEGUES, A. C. Água e Cultura nas Populações Tradicionais Brasileiras. In: Encontro Internacional: Governança da Água, 1., São Paulo. **Anais...** 2007.

DITT, E. H.; MOURATO, S.; GHAZOUL, J.; KNIGHT, J. D. **Forest conversion and provision of ecosystem services in the Brazilian Atlantic forest**. Land Degradation and Development, 21. 2010. p. 591-603. Disponível em: <<http://eprints.lse.ac.uk/33296/>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

DOS SANTOS, D. G. **Programa Produtor de Água**. Agência Nacional de Águas – Gerência de Uso Sustentável de Água e Solo. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/omsambiental/media/Produtor_agua.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2014.

DOS SANTOS, K. M. P.; TATTO, N. **Agenda Socioambiental de Comunidades Quilombolas do Vale do Ribeira**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008.

DUNNE, T.; LEOPOLD, L. B. **Water in Environmental Planning**. New York: W. H. Freeman and Company, 1978.

EGLER, F. E. Vegetation science concepts. Inicial floristic composition, a factor in old field vegetation development. **Vegetatio**, v. 4, p. 412-417, 1954.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

_____. **Manejo de solos**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/mandireto.htm>. Acesso em: Janeiro de 2014a.

_____. **Glossário**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/glossario.htm>>. Acesso em: Janeiro de 2014b.

_____. **Nomeclatura de Horizontes e Camadas de Solos**. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/sibcs/atas/ata05.html>>. Acesso em: Janeiro de 2014c.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **Informe sobre el progreso alcanzado en la aplicación do processo de Montreal sobre los criterios e indicadores para la conservación y el manejo sustentable de las florestas templados y boreales**. Rome, 2000. p. 22-54.

_____. **Ano Internacional da Agricultura Familiar (AIAF)**. Disponível em: <<http://www.fao.org/family-farming-2014/home/pt/>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

FERREIRA, A. D. D. Dos sonhos à utopia e à criação de alternativas: o (re)conhecimento da experiência da COOPERA FLORESTA. In: STEENBOCK, W.; COSTA E SILVA, L.; SILVA, R. O.; RODRIGUES, A. S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. SEOANE, C. E.; FROUFE, L. C. M. **Agrofloresta, ecologia e sociedade**. Curitiba: Kairós, 2013. p. 9-14.

FIRMO, H. **O Planejamento da Expansão da Geração do Setor Elétrico Brasileiro Utilizando os Algoritmos Genéticos**. Tese (Doutorado em Engenharia) – COPPE, Universidade federal do Rio de Janeiro. 2001.

FONINI, R. **Agrofloresta e alimentação: estratégias de adaptação de um grupo quilombola em Barra do Turvo – SP**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2012.

FROUFE, L.C.M.; SEOANE, C.E.S. Levantamento fitossociológico comparativo entre sistema agroflorestal multiestrato e capoeiras como ferramenta para a execução da reserva legal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 203-225, 2011.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2009. 658p.

GÖTSCH, E. **O Renascer da Agricultura**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995.

_____. **Homem e Natureza: cultura na agricultura**. 2 ed. Recife: Centro Sabiá, 1997.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Org.). **Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2011.

GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; GUZMÁN, E. **Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Mundi-Prensa, 2000.

HARDIN, G. **The Tragedy of the Commons**. Science, 1968.

HARKET, B. ; LEBEDIN, J. ; GROSS, M. J. ; MADRAMOTOO, C. ; NEILSEN, D. ; PATERSON, B. ; GULIK, T. **Land Use Practices and Changes – Agriculture**. 2013. Disponível em : <<http://www.ec.gc.ca/inre-nwri/default.asp?lang=En&n=0CD66675-1&offset=12&toc=hide>>. Acesso em : Janeiro de 2014.

HOGAN, D. *et al.* Sustentabilidade no Vale do Ribeira (SP): conservação ambiental e melhoria das condições de vida da população. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, NEPAM/UNICAMP, Ano II, n. 3-4, p. 385-410, 1999.

HOLANDA, F. S. R. A gestão dos recursos hídricos e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Informe UFS**, ano IX, n.312. São Cristóvão: Jan. 2013.

HOMERO, J. P. S. **Definição de um Índice Econômico-Sanitário para Avaliação das Condições de Saneamento na Baixada Fluminense. Estudo de Caso: Programa de Despoluição da Baía de Guanabara**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2004.

HORTON, R. E. Analysis of runoff-plot experiments with varying infiltration capacity. **Transactions American Geophysical Union**, Washigton, p. 693-711,1939.

IAPAR. **Médias Históricas em Estações do IAPAR**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

IICA – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **Produto 05**: Análise dos Modelos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) no Brasil e no Mundo no que concerne a restauração e conservação de matas ciliares e outras Áreas de Preservação Permanentes (APP), a fim de contribuir para o modelo de PSA para as Regiões de Planejamento e Gestão das Águas - RPGA do leste e do Paraguai. Salvador: 2011. 54 p.

INMET. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em Janeiro de 2014.

INTERCÂMBIO GATI/MS - Cooperafloresta. Produção de: ASCURI – Associação Cultural de Realizadores Indígenas. Imagens e edição: Gilmar Galache. Consultoria agroflorestal de: Jéssica Livio Pedreira. Barra do Turvo: Projeto GATI - Gestão Ambiental e Territorial Indígena, 2013. Documentário, 13'23". Disponível em: <<http://vimeo.com/81215594>>. Acesso em dezembro de 2013.

JANZEN, H.H.; FIXEN, P.E.; FRANZLUEBBERS, A. J.; HATTEY, J.; IZAURRALDE, R. C.; KETTERINGS, Q. M.; LOBB, D. A. & SCHLESINGER, W. H. Global Prospects Rooted in Soil Science. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 75, p. 1-8. 2010.

JOSÉ. Vozes da Floresta: Historia de Vida de José. In: SILVA, R. O. **EDUCAÇÃO, AMBIENTE E COOPERAFLORISTA: UM NOVO MUNDO NA PERSPECTIVA DAS VOZES DA FLORESTA**. Monografia (Especialista em Educação, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2011.

KOSTYAKOV, A. N. On the dynamics of the coefficient of water - percolation in soils and on the necessity for studying it from a dynamic point of view for purposes of amelioration. **Transactions of the 6th Commission of the International Society Soil Science**, Moscou, Part A, p. 17-21, 1932.

LANNA, A. E. **Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995.

LAWALL, S. **Modificações na dinâmica hidrológica dos solos em resposta as alterações de uso e cobertura na Bacia do Bonfim, Região Serrana do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Ciência, com ênfase em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2010.

LEACH, H. M. The terminology of agricultural origins and food production systems – a horticultural perspective. **Antiquity**, n. 71, v. 271, p. 135-148, 1997.

LEAL, I. F. **Classificação e mapeamento físico-hídricos de solos do assentamento agrícola Sebastião Lan II, Silva Jardim – RJ**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa De Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011.

LEAL, M. S. **Gestão Ambiental de Recursos Hídricos por Bacias Hidrográficas: Sugestões para o Modelo Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa De Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1997.

LIN, H. S., BOUMA, J., PACHEPSKY, Y., WESTERN, A., THOMPSON, J., VAN GENUCHTEN, M. TH., VOGEL, H., AND LILLY, A., 2006. Hydropedology: Synergistic integration of pedology and hydrology. **Water Resour. Res.**, v. 42, p. 1-13, 2006. Disponível em: <<http://www.eqb.state.mn.us/documents/WRR42W05301Hydropedology-SynergisticIntegrationofPedology%26Hydrology.pdf>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e Água**. São Paulo, 1994.

LOPES, J.E.G.; BRAGA JR., B.P.F.; CONEJO, J.G.L. Simulação hidrológica: Aplicações de um modelo simplificado. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2, Fortaleza, 1981. **Anais...** Fortaleza, 1981.

LOVELOCK, J. **Gaia: A New Look at Life on Earth**. England: Oxford University Press Inc. 1979

MAGRINI, A. Política e Gestão Ambiental: Conceitos e Instrumentos. In: MAGRINI, A.; SANTOS, M. A. (Org.). **Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2001. p. 9-19.

MARTEN, G. C. Productivity, Stability, Sustainability, Equitability and Autonomy as Properties for Agroecosystem Assessment. In: RONCON, T. J. **Valoração ecológica de áreas de preservação permanente**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras. 2011.

MARTINS, F. J. P. **Dimensionamento Hidrológico e Hidráulico de Passagens Inferiores Rodoviárias para Águas Pluviais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, com ênfase em Hidráulica e Recursos Hídricos). Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade de Coimbra, Coimbra. 2000.

MARTINS, P. S. Dinâmica Evolutiva em Roças de Caboclos Amazônicos. **Estudos Avançados**, v. 19, p. 209-220, 2005.

MDS - Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Agricultura Familiar**. 2010. Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/falemds/perguntas-frequentes/bolsa-familia/programas-complementares/beneficiario/agricultura-familiar>>. Acesso em: Fevereiro de 2014

MEA – Millenium Ecosystem Assessment. **Relatório-Síntese da Avaliação Ecosistêmica do Milênio**. 2003. Disponível em: <<http://www.maweb.org/documents/document.446.aspx.pdf>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

MEADOWS, D.H.; MEADOWS, D.L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W.W. **The Limits to Growth – A report for the club of Rome’s project on the predicament of mankind**. Universe Books, New York. 2. ed. 1972. Disponível em: <<http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

_____. **Limites do Crescimento**. Editora Perspectiva. 2. ed. 1978.

MENDONÇA, L. A. R.; VÁSQUEZ, M. A. N.; FEITOSA, J. V.; DE OLIVEIRA, J. F.; DA FRANCA, R. M.; VÁSQUEZ, E. M. F.; FRISCHKORN. Avaliação da capacidade de infiltração de solos submetidos a diferentes tipos de manejo. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 1, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n1/v14n1a10.pdf>>. Acesso em: Janeiro 2014.

MILLER, R. P. Construindo a complexidade: o encontro de paradigmas agroflorestais no Brasil. In: PORRO, R. (org.). **Alternativa Agroflorestal na Amazônia em**

Transformação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Disponível em: <http://media0.agrofloresta.net/static/artigos/Construindo_a_complexidade-Robert_Miller.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2014.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação X Áreas de Risco: o que tem uma coisa a ver com a outra?**. Biodiversidade, 41. MMA: Brasil, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/livro_apps_e_ucs_x_areas_de_risco_202.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2014.

_____. **Ciclo hidrológico.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>. Acesso em: Janeiro de 2014a.

_____. **Mata Atlântica.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em: Janeiro de 2014b.

MOURA, A. A. G. **Efetividade das áreas de reserva florestal legal por meio de pagamento pelos serviços ambientais: perspectiva para a recuperação do cerrado goiano.** Goiânia: Kelps, 2012.

MURADIAN, R.; CORBERA, E.; PASCUAL, U.; KOSOY, N.; MAY, P. H. **Reconciling Theory and Practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services.** Ecological Economics, n. 69, p. 1202-1208. 2010.

MUTIRÃO AGROFLORESTAL. **Mutirão Agroflorestal.** Disponível em: <<http://www.fazendasauluiz.com/download/Mutirao-Agroflorestal-folder.pdf>>. Acesso em: Dezembro de 2013.

NAIR, P. K. R. An Introduction to Agroforestry. In cooperation with International Centre for Research in Agroforestry - ICRAF. **The Netherlands: Kluwer Academic Publishers**, 1993.

NOUEIRA, L. S. (Coord.). YAMAMOTO, P; CAMPOS, L. M. (Ilust.) **Cartilha Manejo Apropriado da Água.** IPESA. São Paulo: FEHIDRO, 2012.

NYE, P. H.; GREENLAND, D. J. **The soil under shifting cultivation.** Technical communications, n. 51. Harpenden, UK: Commonwealth Bureau of Soils, 1960.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

OLIVEIRA, A. F. G. Testes Estatísticos para Comparação de Médias. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n. 6, p.777-788, 2008. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/076V5N6P777_788_NOV2008_.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2014.

OLIVEIRA, R. A.; CAMPELO, P. L. G.; MATOS, A. T.; MARTINEZ, M. A.; CECON, P. R. Influência da Aplicação de Águas Residuárias de Suinocultura na Capacidade de Infiltração de um Solo Podzólico Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.263-267. Campina Grande, 2000.

OZISIK, M.N. **Heat Conduction**. 2. ed. New York, 1993. 712 p.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Relatório Brundtland “Nosso Futuro Comum” – definição e princípios**. Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 1987. Disponível em: <<http://www.marcouniversal.com.br/upload/RELATORIOBRUNDTLAND.pdf>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

_____. **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Trad. Rio Declaration, United Nations Conference on Environment and Development. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <<http://pactoglobalcreapr.files.wordpress.com/2010/10/declaracao-do-rio-sobre-meio-ambiente.pdf>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

ORTIZ, R. A. Valoração Econômica Ambiental. In: MAY, P.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Campus, 2003, p. 81-99.

OTTONI, M. V. **Classificação físico-hídrica de solos e determinação da capacidade de campo *in situ* a partir de testes de infiltração**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa De Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2005.

OTTONI FILHO, T. B. Uma Classificação Físico Hídrica dos Solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 27, n. 2, p. 211-222, 2003.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, T. A.; DE OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de Solo e de Água e Infiltrações de Água em Latossolo

Vermelho sob Sistemas de Manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1777-1786, 2011.

PEDROSO JUNIOR, N. N.; MURRIETA, R. S.; ADAMS C. A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Humanas**, Belém, v. 3, n. 2, p. 153-174. 2008.

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Ciências, com ênfase em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1999. 138p.

_____. Fundamentos da agrofloresta sucessional. In: Simpósio Sergipano de Sistemas Agroflorestais, 2., 2002, Sergipe. **Anais...** Sergipe: 2003. Disponível em: <http://media0.agrofloresta.net/static/artigos/agrofloresta_sucessional_sergipe_peneireiro.pdf>. Acesso em: Novembro de 2013.

_____; RODRIGUES, F. Q; BRILHANTE, M. de O.; LUDEWIGS, T. **Apostila do Educador Agroflorestal: introdução aos sistemas agroflorestais, um guia técnico**. Acre: Arboreto, Parque Zoobotânico, Universidade Federal do Acre, 2009. Disponível em: <http://www.agrofloresta.net/static/artigos/apostila_do_educador_agroflorestal-arboreto.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2014.

PERTUSSATTI, C. A.; SOBRINHO, T. A.; REBUCCI, L. C. S. ; RODRIGUES, D. B. B.; DE OLIVEIRA, P. T. S. Erosão hídrica e infiltração de água sob diferentes tipos e cobertura de solo. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió, 2011.

PHILIP, J.R. The theory of infiltration: 4 sorptivity and algebraic infiltration equation. **Soil Science**, v. 84, n. 3, p. 157-264, 1957.

PIRES, A. **Probabilidades e Estatística**. Lisboa: 2000.

POSEY, D. A. A preliminary report on diversified management of tropical forest by the Kayapo Indians of Brazilian Amazon. **Advances in Economic Botany**, v. 1, p. 112-126, 1984.

POTT, C. A. **Determinação da Velocidade de Infiltração Básica de Água no Solo por meio de Infiltrômetros de Aspersão, de Pressão e de Tensão, em três Solos**

do Estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical - Área de Concentração em Gestão de Recursos Agroambientais) – Instituto Agrônomo, Campinas. 2001.

_____ ; DE MARIA, I. C. Comparação de Métodos de Campo para Determinação da Velocidade de Infiltração Básica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 1, pp. 19-27. Campina Grande, 2003.

PRIMAVESI A. 1992. **Agricultura Sustentável.** São Paulo: Nobel, 142p.

REICHARDT, K. **Água em sistemas Agrícolas.** São Paulo: Manole, 1987.

RIBEIRO, A. P. L. **Aperfeiçoamento do Emprego da Equação Universal de Perda de Solo na Aplicação do Pagamento por Serviços Ambientais da Política Espírito-Santense de Recursos Hídricos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2012.

RICHARDS, L.A. Capillary conduction of liquids through porous medium. **Physics**, New York, v.1, p.318-333, 1931.

RONCON, T. J. **Valoração ecológica de áreas de preservação permanente.** Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras. 2011.

ROSSET, P. M. La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. **Agroecologia y Desarrollo**, Santiago do Chile, v. 11/12, 1997.

RUSSEL, P. **O Despertar da Terra: o cérebro global.** São Paulo: Editora Cultrix, 1982.

SANTOS, A. C. **Rede Conhecimento PDS, Indicadores de Funcionalidade Econômica e Ecológica de SAFs em Redes Sociais:** relatório final. Curitiba: 2008a. Disponível em: <<http://www.deser.org.br/publicacoes/PDA%20RelatorioFinal.pdf>>. Acesso em: Dezembro de 2014.

_____. **Validação de Tecnologias e Processos Alternativos de Gestão da Sustentabilidade do Desenvolvimento em Ambiente Temático Multi-Complexo: Pobreza, Meio Ambiente, Povos e Comunidades Tradicionais:** relatório técnico final. Curitiba: 2008b.

SANTOS FILHO, A. As Principais Consequências do Desmatamento e o Uso do Solo no Estado do Paraná. **FLORESTA**, Curitiba, v. 11, n. 1, 1980.

SATO, A. M. **Influência do Manejo de Plantios de Eucalipto na Hidrologia e Erosão: Bacia do rio Sesmaria, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul**. Tese (Doutorado em Geografia na Área de Concentração de Planejamento e Gestão Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.

SCHWIDERKE, D. K. **Estoque e Ciclagem de Nutrientes em Sistema Agroflorestal Sucessional e Floresta Secundária no Vale do Ribeira**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2013.

SHIVA, V. **The Violence of the Green Revolution: Ecological degradation and political conflict in Punjab**. New Delhi: Zed Press, 1991. 160 p.

SHTORACHE, G. F. **Atributos Físicos do Solo em Sistema Agroflorestal Multiestrata Sucessional**. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2013.

SIGAM – Sistema Integrado de Gestão Ambiental. **Projeto de Recuperação de Matas Ciliares apoiado pelo Global Environment Facility (GEF)**. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo (SMA) – Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Default.aspx?idPagina=6489>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Macrozoneamento do Vale do Ribeira**: proposta preliminar para a discussão pública. São Paulo: SMA. 1997. 55 p.

SOBRINHO, T. A.; VITORINO, A. C. T.; DE SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; DE CARVALHO, D. F. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.191-196. Campina Grande, 2003.

SOUZA, H. N. **Sistematização da Experiência Participativa com Sistemas Agroflorestais: rumo à sustentabilidade da agricultura familiar na Zona da Mata Mineira**. Tese (*Magister Scientiae*) – Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006.

SOUZA, J. F. **Ajuste de Curvas pelo Método dos Quadrados Mínimos**. Disponível em:

<<http://www.decom.ufop.br/prof/marcone/Disciplinas/MetodosNumericoseEstatisticos/QuadradosMinimos.pdf>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

SOUZA, M. C. S. S. **Monitoramento de Sistemas Agroflorestais para recuperação de áreas degradadas da Floresta Ombrófila Densa: Caso Paraty-RJ**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras. 2009.

STEENBOCK, W.; SILVA, R. O.; FROUFE, L. C. M.; SEOANE, C. E. Agroflorestas e sistemas agroflorestais no espaço e no tempo. In: STEENBOCK, W.; COSTA E SILVA, L.; SILVA, R. O.; RODRIGUES, A. S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. SEOANE, C. E.; FROUFE, L. C. M. **Agrofloresta, ecologia e sociedade**. Curitiba: Kairós, 2013. p. 39-60.

STÜRMER, S. L. K. **Infiltração de Água em Neossolos Regolíticos do Rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

THEODOROVICZ, A. **Atlas geoambiental: subsídios ao planejamento territorial e à gestão ambiental da bacia hidrográfica do rio Ribeira do Iguape**. 2. ed. São Paulo: CPRM, 2007. 91 p.

TOWELS, D. W. Agroecosystem health: a framework for implementing sustainability in agriculture. 1987. In: CUNHA, C. J. **Sustentabilidade de Agroecossistemas: um estudo de caso no estuário do rio São Francisco**. Dissertação (Mestrado em Ciências, com ênfase em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, Sergipe. 2006.

UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World**. Paris: UNESCO, 2009. 429 p.

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Hydrologic Modeling System HEC-HMS: Technical Reference Manual**. Washington: U.S. Army Corps of Engineers, 2000, 155 p.

USGS. **Water Cycle**. Disponível em: <<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

VAN DER PLOEG, J. D. **Diez cualidades de la agricultura familiar**. LEISA revista de agroecologia, v. 29, n. 4., p. 6-8. Dez. 2013. Disponível em: <<http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/agricultura-familiar-campesina/diez-cualidades-de-la-agricultura-familiar>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

VARELA, C. A. **Instrumentos de políticas ambientais, casos de aplicação e seus impactos para as empresas e a sociedade**. Revista Ciências Administrativas, v. 14, n. 2 , p. 251-262. Fortaleza, dez. 2008.

VAZ, P. **Agroforestería en Brasil: una experiencia de regeneración análoga**. LEISA Boletín de ILEIA. Lima, Peru. 2001. p. 5-7.

VAZ, P. **Sistema agroflorestal para recuperação de mata ciliar em Piracicaba, SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

_____. **Viagem por Minas Gerais com Ernst Gotsch**. Disponível em: <http://media0.agrofloresta.net/static/artigos/viagem_por_mg_com_ernst_gotsch.pdf>. Acesso em: Dezembro de 2013.

VEIGA, F.; GALVADÃO, M. Iniciativas de PSA de Conservação dos Recursos Hídricos na Mata Atlântica. In: GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Org.). **Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2011.

VERDEJO, M. E. **Diagnostico Rural Participativo: Um guia prático**. MDA. Brasília DF, 2006.

VERECKEN, H.; HUISMAN, A.; BOGENA, H.; VANDERBORGHT, J.; VRUGT, J. A.; HOPMANS, J. W. On the value of soil moisture measurements in vadose zone hydrology: A review. **Water Resour. Res.**, v. 42, p. 1-13, 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2008WR006829/abstract>>. Acesso em: Janeiro de 2014.

VEZZANI, F. M. Primeiras palavras. In: STEENBOCK, W.; COSTA E SILVA, L.; SILVA, R. O.; RODRIGUES, A. S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. SEOANE, C. E.; FROUFE, L. C. M. **Agrofloresta, ecologia e sociedade**. Curitiba: Kairós, 2013. p. 15-23.

VIVAN, J. L. **Agricultura e florestas: princípio de uma interação vital**. Guaíba: Agropecuária, 1998.

_____. **Diagnóstico & Desenho Participativo de Sistemas Agroflorestais:** manual de campo para extensionistas. EMATER RS, 2000.

VON BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas**. 2 ed. Petrópolis, Editora Vozes: 1975.

WANDELLI, E. V.; FERNANDES, E.; SOUSA, S. G. A.; PERIN, R.; E COSTA, J. R. Serviços ambientais e produtos de sistemas agroflorestais e da vegetação secundária no processo de recuperação de áreas degradadas na Amazônia Central. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 5., 2004, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, Documentos, 98. p. 172-174.

WONNACOTT, R. J. **Introductory Statistics for Business and Economics**. 4. ed. New York: JOHN WILEY & SONS, 1990.

WUNDER, S. **Payment for environmental services: some nuts and bolts**. 2005.

_____. **The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation**. Conservation Biology, v. 21, p. 48-58. 2007

APÊNDICES

APÊNDICE A: ESPÉCIES VEGETAIS PRESENTES NAS ÁREAS AMOSTRAIS EM QUE SE REALIZARAM OS TESTES DE INFILTRAÇÃO, REFERENTES AOS TRATAMENTOS: AF5, AF10, AF15, CAP10 E CAP70.

Os nomes científicos das espécies identificadas estão listados no fim deste apêndice.

Dolória – AF5

Ensaio 1

- Influência direta: Juçara.
- Influência indireta: não identificada.

Ensaio 2

- Influência direta: Abacate.
- Influência indireta: Juçara, Pau d'alho e Bananeira.

Ensaio 3

- Influência direta: Uva-do-japão.
- Influência indireta: Juçara, Limoeiro, Abacate e Bananeira.

Nardo – AF10

Ensaio 1

- Influência direta: Juçara, Palmeira-real.
- Influência indireta (por estratos):
 - Emergente: Cajá mirim;
 - Alto: Pupunha, Juçara;
 - Médio-alto: Ingá, Palmeira-real;
 - Médio-baixo: Juçara, Bananeira;
 - Baixo: Canela, Limoeiro, Urucum.

Ensaio 2

- Influência direta: Jaca, Bananeira, Café.
- Influência indireta (por estratos):
 - Emergente: Cajá manga, Guapuruvu, Jaca;
 - Alto: Cajarana;
 - Médio-alto: Limoeiro, Laranjeira, Bananeira, Pêssego, Ingá-mirim, Lichia;
 - Médio-baixo: Café, Tapiá, Juçara, Pica cu.

Ensaio 3

- Influência direta: Juçara, Bananeira.
- Influência indireta (por estratos):
 - Emergente: Guapuruvu, Pupunha;
 - Alto: Juçara, Araçá, Araucária;
 - Médio-alto: Nêspera, Limoeiro, Ipê;
 - Médio-baixo: Bananeira, Tapiá, Juçara;
 - Baixo: Pêssego, Lima, Goiaba, Canela, Tapiá, Urucum.
- Observações: área sob influência das raízes do Guapuruvu.

Sezefredo – AF15

Ensaio 1

- Influência direta: Canela, Copaíba, Juçara.

- Influência indireta (por estratos):

Emergente: Paineira, Arivá;

Alto: Ingá, Juçara, Sombreiro, Abacate;

Médio-alto: Jabuticaba,

Guapuruvu, Licurana, Jambolão;

Médio-baixo: Carova, Tapiá,

Palmeira-real;

Baixo: Migué pintado, Juçara, Bananeira, Abacate, Canela niúva.

Ensaio 2

- Influência direta: Palmeira-real, Arivá, Jenipapo.

- Influência indireta (por estratos):

Emergente: Arivá;

Médio-alto: Migué pintado, Juçara;

Médio-baixo: Café, Juçara,

Bananeira, Mexirica, Camarinha;

Baixo: Café, Guapuruvu,

Palmeira-bacaba, Juçara.

Ensaio 3

- Influência direta: Bananeiras.

- Influência indireta (por estratos):

Emergente: Mogno;

Alto: Cedro, Juçara;

Médio-alto: Jabuticaba, Pau d'alho, Sombreiro, Amora;

Médio-baixo: Bananeira, Pitanga, Pupunha, Pindaúva.

Dolória – CAP10

Ensaio 1

- Influência direta: não identificada.

- Influência indireta: não identificada; presença de samambaia e a trapoeraba.

- Observações: provável caminho de água, com grande presença de pedras.

Ensaio 2

- Influência direta: não identificada.

- Influência indireta: não identificada.

Sezefredo – CAP70

Ensaio 1

- Influência direta: Juçara, João-henrique, Olho de cabra.
- Influência indireta (por estratos):
 - Emergente: Mamica de cadela, João-henrique, Canela feijão, Pica cu;
 - Alto: Juçara, Xaxim, Licurana, Tapiá;
 - Médio-alto: Juçara;
 - Médio-baixo: Pasto-de-anta, Juçara;
 - Baixo: Juçara.

Ensaio 2

- Influência direta: Rapadureira, Mexericão, Samambaia, Juçara.
- Influência indireta (por estratos):
 - Emergente: Figueira, Mamica de cadela, Carova;
 - Alto: Licurana, Ingá;
 - Médio-alto: João-henrique, Juçara;

Baixo: Espinheira-santa.

- Observações: Influência da raiz de uma Figueira centenária.

Ensaio 3

- Influência direta: Laranjeira-brava, Cabriteira, Rapadureira, Migué pintado, Guanandi, Cuvatã.
- Influência indireta (por estratos):
 - Emergente: Mamica de cadela, Carova, João-henrique;
 - Alto: Licurana, Ingá;
 - Médio-alto: Juçara, João-henrique;
 - Médio-baixo: Pasto-de-anta, Canelinha-do-mato, Rapadureira;
 - Baixo: Espinheira-santa, Orelha de mula.
- Observações: Influência da raiz de uma Figueira centenária.

Nomes científicos e populares das espécies identificadas nas áreas amostrais:

Nome popular	Nome científico
Abacate	<i>Persea americana</i>
Amora	<i>Morus nigra</i>
Araçá	<i>Psidium spp.</i>
Araucária (ou Pinheiro)	<i>Araucaria angustifolia</i>
Arivá (ou Ararivá, Araribá)	<i>Centrolobium tomentosum</i>
Bananeira	<i>Musa spp.</i>
Cabriteira	<i>Sloanea guianensis</i>
Café	<i>Coffea arabica</i>
Cajá manga	<i>Spondias dulcis</i>
Cajá mirim	<i>Spondias mombin</i>
Cajarana (ou Cajaranda)	<i>Cabralea canjerana</i>
Camarinha	<i>Eugenia florida</i>
Canela	N/A (Família: Lauraceae)
Canela feijão	<i>Ocotea brachybotrya</i>
Canela niúva	<i>Ocotea puberula</i>
Canelinha-do-mato	<i>Ocotea spp.</i>
Carova	<i>Jacaranda micrantha</i>
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>
Cuvatã	<i>Matayba elaeagoides</i>
Espinheira-santa	<i>Maytenus ilicifolia</i>
Figueira	<i>Ficus luschnathiana</i>
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>
Guanandi	<i>Calophyllum brasiliensis</i>
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>
Ingá	<i>Inga spp.</i>
Ingá-mirim	<i>Inga marginata</i>
Ipê	<i>Handroanthus spp.</i>
Jaboticaba	<i>Plinia peruviana</i>
Jambolão	<i>Syzygium cumini</i>
Jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>
Jenipapo	<i>Genipa americana</i>
João-henrique	<i>Bathysa australis</i>
Juçara	<i>Euterpe edulis</i>
Laranjeira	<i>Citrus x sinensis</i>
Laranjeira-brava	<i>Actinostemon comunis</i>
Licurana (ou Urucurana, Nicurana)	<i>Hieronyma alchorneoides</i>
Lima	<i>Citrus x aurantiifolia</i>
Limoeiro	<i>Citrus limon</i>
Lichia	<i>Litchi chinensis</i>

Nome popular	Nome científico
Mamica de cadela	<i>Piptadenia paniculata</i>
Mexirica	<i>Citrus reticulata</i>
Mexericão	N/A
Migué pintado	<i>Cupania oblongifolia</i>
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>
Nêspêra	<i>Eryobothrya japonica</i>
Olho de cabra	<i>Ormosia arborea</i>
Orelha de mula	<i>Meliosma itatiaiae</i>
Paineira	<i>Ceiba speciosa</i>
Palmeira-bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i>
Palmeira-real	<i>Archontophoenix alexandrae</i>
Pasto-de-anta	<i>Psychotria nuda</i>
Pau d'alho (ou Guararema)	<i>Gallesia integrifolia</i>
Pêssego	<i>Prunus persica</i>
Pica cu (ou Leiteiro)	<i>Sapium glandulosum</i>
Pindaúva	<i>Xylopia spp.</i>
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>
Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i>
Rapadureira	N/A
Samambaia	<i>Pleopeltis spp.</i>
Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i>
Tapiá	<i>Alchornea glandulosa</i>
Urucum	<i>Bixa orellana</i>
Uva-do-japão	<i>Hovenia dulcis</i>
Xaxim (ou Samambaiaçú)	<i>Cyathea delgadii</i>

APÊNDICE B: ROTEIRO PARA PESQUISA QUALITATIVA NA COOPERAFLORESTA

PARTE 1

Objetivo: Identificar as características das áreas de estudo (AF5, AF10, AF15, CAP10 e CAP70) e a forma de manejo utilizada nas agroflorestas (AF5, AF10, AF15).

- Observação participante (VERDEJO, 2006)
- Entrevistas semi-estruturadas (VERDEJO, 2006):

Há quanto tempo faz agrofloresta?

Como conseguiu ter uma agrofloresta tão bonita?

Qual é o uso anterior da *área tal*?

Qual é o tamanho da *área tal*? E da propriedade?

Quando foi implementada a *área tal*?

Quais foram as primeiras espécies plantadas na *área tal*?

Como é feito e quem participa do manejo da *área tal*?

Qual é a frequência de manejo e quando foi o último realizado na *área tal*?

PARTE 2

Objetivo: Evidenciar as percepções dos agricultores e agricultoras sobre os efeitos advindos da prática de agrofloresta na propriedade, na vida e na região – econômicos, sociais e ambientais –, assim como identificar as motivações e desafios do processo de transição.

- Entrevista semi-estruturada (VERDEJO, 2006):

Como conheceu a agrofloresta?

Quais foram os desafios e a motivação para fazer agrofloresta?

O que percebeu de mudanças na sua vida quando passou a fazer agrofloresta?

O que percebeu de mudanças na sua propriedade/ambiente?

O que percebeu de mudanças na água e no solo na propriedade?

Quais são os resultados que o (a) motiva a fazer agrofloresta?

No almoço: Hummm... Isso tudo foi plantado aqui?

Se sente satisfeito com o retorno financeiro obtido fruto da agrofloresta?

APÊNDICE C – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA REALIZADA EM BARRA DO TURVO/SP, COM SEZEFREDO GOLÇALVES DA CRUZ, AGRICULTOR ASSOCIADO DA COOPERA Floresta. POR LARA ANGELO OLIVEIRA E DANIEL FIRMO KAZAY, EM DEZEMBRO DE 2013.

CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE E DO MANEJO

Sua propriedade localiza-se no bairro de Salto Grande, em Barra do Turvo/SP.

Ana Rosa, esposa de Sezefredo, conta que a área de agrofloresta de 15 anos (onde foram realizados os testes da capacidade de infiltração) era uma roça de arroz, milho e feijão, plantados cada um em um lugar e em tempos diferentes. Ali não havia nenhuma árvore.

Sezefredo tem 71 anos e Alfredo tem 81 anos. Em função da idade, atualmente não participam dos mutirões e o manejo na área é pouco, que consiste na observação do avanço e demandas do sistema e em eventuais podas.

As agroflorestas em sua propriedade são muito diversificadas, incluindo espécies nativas, consideradas por ele muito importante para o desenvolvimento do sistema e das demais plantas, mesmo que não tenham valor comercial direto. *“Agrofloresta não é só plantar banana e fruta, tem que plantar árvores de vários tipos, tudo salteado.”*

TRANSIÇÃO E A COOPERA Floresta

Sezefredo foi o primeiro a fazer agrofloresta na Barra do Turvo. Ele tem muito orgulho em mostrar as primeiras árvores plantadas no sistema agrofloresta, em uma agrofloresta de 18 anos.

Quando começou, o trabalho era realizado por ele, seu tio, Alfredo, e sua esposa, Ana Rosa. Também tiveram o apoio de diversos mutirões, para abertura de áreas, plantios e podas.

Antes de fazer agrofloresta, Alfredo trabalhava em uma mina.

“A agrofloresta quando começou aqui, falavam que era serviço de gente louca. Daí que eu fui aprender que o lixo perturba a vida da gente e eu me eduquei em todos os sentidos. Fui saber que quem faz eu feliz é os outros, eu mesmo sozinho não tem

sentido pra nada. A diferença é os outros que faz na vida da gente. Primeiro, eu não pensava isso, não sabia agradecer o ar que a gente respira, só sabia pedir e querer, querer ganhar dinheiro.”

Sezefredo comparou a chegada do pessoal da agrofloresta com a atuação dos fiscais ambientais, ressaltando que esses só chegavam com planilhas e advertências, criticando, sem levar mudas de plantas nem propostas de mudança. Já os técnicos em agrofloresta chegaram trazendo mudas e possibilidade de ação.

FAZER AGROFLORESTA

Falando sobre a forma de produzir, os mutirões e a comercialização coletiva, Sezefredo diz que *“A gente trabalha na irmandade, cada um produz um pouco, ajudando o outro a produzir... por isso que dá certo.”*

“Mesmo quando não tá produzindo, não tá ganhando dinheiro, a terra tá descansando e ficando melhor. Depois, é só fazer uma roça que a terra tá muito boa.”

“Se a gente enfraquece a terra, matamos a nós mesmos. Sem agricultura, não existe vida, ninguém come dinheiro.”

Sezefredo tem muito conhecimento sobre as espécies, tanto de árvores quanto de aves e pequenos mamíferos. Em um estudo realizado na sua propriedade, foram registradas aproximadamente 2.000 espécies vegetais. Conhece a grande maioria das plantas ali presentes, inclusive as que vieram por regeneração natural. Ele dá grande importância aos pássaros e abelhas, como parte integrante e fundamental das florestas. Também valoriza as pesquisas que são realizadas.

Sua visão sobre agrofloresta é muito voltada para a preservação da natureza. *“O que tem valor é a vida das plantas; não importa a idade, ela tem importância. Ela morta não tem mais valor, mesmo que pague 1.000 reais.”*

AGROFLORESTA, BIODIVERSIDADE, SOLO E ÁGUA

A água que nasce na sua propriedade abastece a família dele (5 casas) e mais 6 famílias vizinhas; 11 famílias no total. *“Tem mais 6 vizinhos, que não fazem agrofloresta, que usam dessa água desse sítio aqui, então eu sou comprometido com essas famílias. Eles pensam diferente, tão sempre precisando de mais terra pra poder*

desmatar, e eu deixando meu sítio virar mata. Eles tão usando a minha água que tem a agrofloresta nossa por trás. Meu sítio é comprometido, com a minha família, com a agrofloresta e com os meus vizinhos que usam dessa água.”

Mostrando um curso d'água assoreado e com suas margens desbarrancando, Sezefredo destaca que: *“Isso aqui é provocado pela enxada. A enxada é nossa companheira, mas o sítio é baixo. No nosso mundo, só a agrofloresta mesmo pra deixar futuro pra nova geração. O que a gente vinha fazendo ai, tava virando deserto. Na agrofloresta, só usa enxada pra plantar umas mudas.”*

Perguntamos se ele percebeu alguma mudança em relação à água, quando começou a fazer agrofloresta. *“Não sei se mudou, mas parar de rolar (deslizar) parou”.*

“Se a floresta não é uma coisa boa, o que será que é melhor...?”

“Quando chover a primeira água, é a terra que vai chupar, vai se umedecer. Depois, o que sobrar é que vai descer lá pro riacho. A primeira água da chuva não vai aumentar a água do riacho, primeiro é a floresta e a terra que vai receber aquela água pra se encharcar. Quando tiver sobrando, aí começa a escorrer... a própria floresta começa a liberar água pra nascente. Quando se tem uma nascente tem que reflorestar e cuidar das beiradas, pra conservar ela. Porque a vida tá no verde, então, uma folhinha tem um grande valor, ela tem uma vida que tá dividida com tudo nós.”

Sezefredo destaca que o valor da agrofloresta não está apenas no retorno financeiro, *“ela produz vida”.* *“Isso que a gente faz é pra natureza. Esse capoeirão foi Deus que plantou.”*

“A agrofloresta de 18 anos tá até melhor do que a capoeira de 70 anos, porque aqui (na agrofloresta) foi posto serviço. Olha quanta madeira tem no solo. A agrofloresta tem mais valor do que qualquer 1.000 reais na conta. É bom não só pra você, mas pro planeta; é compromisso com todas as pessoas. A floresta não precisa da gente, nós que precisamos da floresta.”

APÊNDICE D – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA REALIZADA EM BARRA DO TURVO/SP, COM REINALDO BATISTA MOREIRA (“NARDO”), AGRICULTOR ASSOCIADO DA COOPERA Floresta. POR LARA ANGELO OLIVEIRA E DANIEL FIRMO KAZAY, EM DEZEMBRO DE 2013.

CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE E DO MANEJO

A área possui no total 3,5 alqueires, sendo 0,5 alqueire de agrofloresta de 12 anos, na área mais próxima da casa, e quase 1 alqueire de agrofloresta de 7 anos, subindo o morro. *“A área do meu terreno tá cheia de agrofloresta, mas tem área que eu deixei pra preservar mesmo e tem lugar que não dá pra trabalhar, que é só pirambeira e pedra”.*

Atualmente, Reinaldo trabalha majoritariamente sozinho, de manhã (de 8 às 11h). Conta com o apoio de um amigo para as podas, além de participar dos mutirões semanais entre três famílias. No início, contava com grande ajuda da esposa, Maria: *“ela trabalhou mais que eu”.* *“Maria gostava das plantas miúdas, mandioca, feijão, etc. Eu prefiro manejar as bananeiras e as árvores, especialmente palmeiras e frutíferas”.*

Anteriormente, a área era utilizada para o plantio convencional de milho e feijão, com *“uso de fogo e muita enxada”.* O solo estava muito fraco, a área tinha basicamente capim colonião. Há 12 anos, começou a plantar algumas árvores no terreno, mantendo a roça convencional. Dois anos depois, começou a manejar exclusivamente as áreas de agrofloresta.

As primeiras espécies incluídas nos plantios foram: abacateiro, bananeira e palmito pupunha. No manejo, utiliza muitas árvores de rápido crescimento para produzir madeira (das podas) e folhas para cobrir o solo. Planta os consórcios pensando na substituição das espécies ao longo do tempo, retirando-as do sistema quando essas cumpriram sua função através de podas drásticas.

TRANSIÇÃO E A COOPERA Floresta

Antes, Reinaldo conta que trabalhava na terra de outra pessoa, praticando a queima de aproximadamente 5 alqueires por ano para produzir milho e feijão. Quando comprou sua terra, ainda praticava queima, porém em menor escala e, depois, começou a fazer agrofloresta.

No início da implantação da agrofloresta, relata que o solo estava muito fraco: *“Já tava bem acabada essa terra, só tinha [capim] coloniã. até desisti de fazer uma horta, ah, não tinha como lutar contra ele”*.

“Quanto mais a gente lavra a terra com a enxada, só vem mato-praga, como o sapê”.

“A gente roçava, queimava e lavrava com a enxada, nós mesmos, pra plantar milho e feijão; tirava o mato com a enxada”.

“Nunca mexi com negócio de veneno, o que eu mexia, principalmente no outro terreno, era a queima, o tempo inteiro”.

No início, há 12 anos, começou a plantar algumas árvores em uma pequena área, não sabia se ia dar certo, e continuou manejando quase exclusivamente a roça convencional de milho e feijão. Dois anos depois, viu que a agrofloresta dava certo, tinha produção e melhorava o solo. Então, há 10 anos, começou a manejar exclusivamente as áreas de agrofloresta.

Reinaldo é agricultor desde que nasceu, tem 59 anos, e construiu sua casa com madeiras nativas, retiradas por ele da floresta. Antes, *“todas as casas eram de pau-a-pique com telhado de sapê, agora todo mundo usa telha de amianto”*, relata ele.

FAZER AGROFLORESTA

“Com a agrofloresta o solo está a cada dia melhor”. Muito mais do que falar da melhoria para o Planeta, o ambiente, ele ressaltou a percepção utilitária da melhoria efetiva do solo.

No Bairro Ribeirão Grande, atualmente três famílias fazem parte da Cooperafloresta, incluindo a família de Reinaldo. Sua propriedade está inserida na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Quilombo Ribeirão Grande/Terra Seca.

Reinaldo comercializa principalmente banana, palmito pupunha e frutas (na época). Sua produção vai para a feira de Curitiba,¹ vez por semana, e para o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar). *“No mínimo, saem 10 cachos de banana por semana”*.

Quando questionado sobre a produtividade da área, Reinaldo elucidou que esta é suficiente para sua sobrevivência, todavia ele resalta que o objetivo de sua prática

não se atém a produção para comercialização, sendo importante para a conservação do ambiente.

AGROFLORESTA, BIODIVERSIDADE, SOLO E ÁGUA

Sua área está inserida no Parque. Os fiscais ambientais proíbem o corte e o plantio convencional realizado por outros agricultores nas margens do rio, todavia, permitem o manejo de agrofloresta na mata ciliar, sendo esta considerada uma prática de conservação.

Na área dele, não observou alterações no rio devido à prática de agrofloresta, visto que em sua área não há nascentes. No entanto, ressaltou que conhece propriedades em que a água tinha parado de verter e *“graças a esse tipo de trabalho [agrofloresta]”* voltaram a brotar olhos d’água.

“Tudo que é planta gosta de terra boa; se plantar a canela numa terra ruim, ela vai demorar a vir; na terra boa, ela cresce melhor.”

“Se vem uma enxurrada e a terra tá limpa, leva tudo e a água não entra na terra. Aqui não, porque tem as árvores que seguram, e a chuva não leva tudo. Mas eu vou plantando e colocando os troncos pra fazer o nível.”

APÊNDICE E – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA REALIZADA EM BARRA DO TURVO/SP, COM LUCAS DE PAULA REIS, AGRICULTOR ASSOCIADO DA COOPERA Floresta. POR LARA ANGELO OLIVEIRA E DANIEL FIRMO KAZAY, EM DEZEMBRO DE 2013.

CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE E DO MANEJO

A família teve o direito de uso e a titulação da terra conquistados recentemente. Pertence à Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Quilombo Ribeirão Grande/Terra Seca. Com isso, Dolíria, mãe de Lucas, possui 10 alqueires, enquanto Lucas possui 5 alqueires. Ambos são associados da Cooperafloresta.

Anteriormente, a área de agrofloresta onde foram realizados os testes de capacidade de infiltração era um canal. As primeiras espécies plantadas, no início da agrofloresta, foram a bananeira e o abacateiro, seguidas pela juçara.

Os indivíduos foram plantados com pouco espaçamento entre eles e, portanto, apresentam grande densidade. Apesar disso, algumas árvores mais altas caíram em um vendaval que ocorreu alguns dias atrás, pois é uma área de encosta muito inclinada e com solo raso.

Lucas maneja a área com ajuda da Dolíria, contando com o apoio eventual de um amigo para realizar podas. Lucas também ajuda sua mãe no manejo das agroflorestas, especialmente na colheita de banana, visto que sua mãe já não tem mais disposição para carregar peso.

Lucas participa do grupo de mutirão formado por 7 jovens. Esse ocorre com frequência semanal, de forma alternada entre as propriedades. Nas áreas da Dolíria também ocorrem mutirões, realizados por um grupo de mulheres do qual ela faz parte.

TRANSIÇÃO E A COOPERA Floresta

Dolíria foi uma das primeiras a fazer agrofloresta na região, faz parte da Cooperafloresta desde seu início. Lucas, de 16 anos, relata que “já nasci na agrofloresta”.

Lucas participou do curso de formação de jovens da Cooperafloresta. Esse foi voltado aos filhos e filhas de agricultores da Associação e teve duração de 2 anos.

Praticavam agricultura de coivara, utilizando queima para o plantio de culturas alimentícias, especialmente arroz, feijão e milho. Além disso, a alimentação básica (mandioca, abóbora, café...) eram supridas pelas roças.

Anteriormente, outras famílias da comunidade quilombola aderiram ao manejo agroflorestral, no entanto, apenas ela permaneceu na Cooperafloresta. Recentemente, foi instituída a Associação dos Quilombolas, o que levou a muitos agricultores migrarem para essa Associação, deixando a Cooperafloresta, visto que não é possível comercializar por mais de uma associação.

Além das agroflorestas, nas quais são produzidos itens para comercialização, a família cultiva hortas em volta da casa para o autoconsumo.

APÊNDICE F – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA REALIZADA EM BARRA DO TURVO/SP, COM CLÁUDIO DE PAULA MOURA, AGRICULTOR DA ASSOCIAÇÃO DO QUILOMBO TERRA SECA , EX-ASSOCIADO À COOPERA Floresta. POR LARA ANGELO OLIVEIRA E DANIEL FIRMO KAZAY, EM DEZEMBRO DE 2013.

TRANSIÇÃO E A COOPERA Floresta

Cláudio já foi associado à Cooperafloresta, mas hoje em dia não é mais. Entrou nessa Associação em 2005 e saiu em 2010. Ainda assim, ele continua fazendo agrofloresta.

O motivo da sua saída foi a interdição à queima. *“Se o agricultor pratica queimada na sua terra, tem que ficar de 6 meses a 1 ano sem comercializar [seus produtos]”*. Eles são acostumados a utilizar o fogo, é uma prática tradicional da família [agricultura de coivara], seu avô queimava para plantar. Em áreas que esse costumava queimar, hoje em dia já tem floresta se desenvolvendo, então, Cláudio não vê nenhum mal na queima.

Segundo Cláudio, eles criam animais e, por isso, é importante que produzam grãos. Ele relata que, nas agroflorestas, não é possível plantar o suficiente para alimentar os animais. São queimados e plantados 5 alqueires de roça todo ano.

Por outro lado, ele tem grande amor pela agrofloresta e afirma que reconhece sua importância e seu potencial de melhoria do solo e do ambiente, assim como de produção de alimento.

AGRO Floresta, BIODIVERSIDADE, SOLO E ÁGUA

Cláudio compreende a relação do uso e manejo do solo com o ciclo hidrológico. Ele relata que *“Hoje em dia, quando chove, o rio fica só 3 dias cheio. Antigamente, ficava 15 dias. A floresta retém água e vai distribuindo aos pouquinhos e o rio demora mais a esvaziar. Quando só tem pasto, a água escorre toda de uma vez, leva junto aquela camadinha de solo que tava formando, assoreia os rios e, algumas horas depois, a água já foi toda embora e o rio baixa de novo. Acontece a enchente e depois a água desce, rapidamente.”*

Sobre os deslizamentos que já aconteceram nas áreas de pasto, ele comenta que há algum tempo, uma área, próxima de onde estávamos, deslizou e chegou a bloquear o rio por alguns momentos.

Na região e, particularmente, na sua propriedade, o relevo é muito íngreme e a agrofloresta dá uma segurança em relação aos deslizamentos; ela ajuda a segurar o solo. Além disso, Cláudio afirma que *“A terra onde eu faço agrofloresta era terra batida, muito seca. Agora, quando você pisa, afunda o pé de tão macia; terra boa”*.

Sobre as pesquisas científicas, ele afirma que *“Eu sei o que acontece, mas é interessante que tenham pessoas como vocês medindo, pra ser mais perceptiva a ideia. Ai, teremos mais argumentos para convencer as pessoas a não fazer pasto”*.

“Muita gente tem pasto e não tem nenhuma cabra pra colocar nele; só porque acha bonito ver o pasto”. Já ele afirma que não acha nada bonito.

APÊNDICE G – ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA REALIZADA EM BARRA DO TURVO/SP, COM JOAQUIM DE PAULA MACIEL (“JACARÉ”), AGRICULTOR DA ASSOCIAÇÃO DO QUILOMBO TERRA SECA , EX-ASSOCIADO DA COOPERA Floresta. POR LARA ANGELO OLIVEIRA E DANIEL FIRMO KAZAY, EM DEZEMBRO DE 2013.

VIDA, TRANSIÇÃO E A COOPERA Floresta

Joaquim, mais conhecido como Jacaré, nasceu no quilombo Terra Seca. Sua família esteve no quilombo desde a geração do seu avô, que percorreu cerca de 55 Km na mata fechada para chegar à "Terra Seca". Joaquim viveu no local até os 14 anos de idade. Nesse período, praticou roça de corte e queima para o plantio alternado de feijão e milho.

A vida dele e de sua família estava muito difícil. Na época, eles trabalhavam muito para ganhar pouco, grande parte da produção era perdida, uma vez que, nem sempre havia compradores para as mercadorias. Joaquim critica a mecanização da agricultura dizendo que ele trabalhava muito mais [do que os que praticar a agricultura mecanizada] para ganhar a mesma coisa, ou menos.

Nesse contexto, ele e sua família saíram do quilombo. Uma vez fora do quilombo, Jacaré trabalhou em construção civil, particularmente na construção de estradas. Ele falou sobre o isolamento do quilombo em relação ao “mundo moderno”, destacando que nunca tinha visto um carro, um carrinho mão, uma bicicleta ou uma torneira, até sair do quilombo.

Anos mais tarde, ele voltou para a Terra Seca e se associou à Cooperafloresta, sendo um dos primeiros agricultores dessa Associação. Jacaré relata que a Cooperafloresta ajudou bastante a vida dele e de sua família, uma vez que ele podia vender outras coisas além de milho e feijão. Enfim, ele pode, finalmente, ter uma vida confortável como agricultor.

Após participar da Associação por 13 anos, Joaquim saiu da Cooperafloresta e se associou à Associação Quilombola de Terra Seca.

SAÍDA DA COOPERA Floresta

O primeiro motivo para a mudança de associação se refere à diferença de segurança financeira proporcionada por elas. Joaquim exemplifica a questão com o

fato de que, caso ele adoeça impossibilitando seu trabalho de agricultor, ele não receberia nada por parte da Cooperafloresta, todavia a Associação Quilombola prevê uma remuneração para ele. Segundo ele, a Cooperafloresta não estava retornando toda sua dedicação a essa.

Outro ponto ressaltado foi quanto à diferença entre o valor pago ao agricultor e o preço de venda da mercadoria. Segundo ele, a Cooperafloresta pagava ao agricultor um terço do preço de venda do item. Mesmo que a Cooperafloresta tenha e forneça resposta sobre o destino do dinheiro, o agricultor manifestou descontentamento, se sentindo injustiçado.

Por fim, ele expressa sua insatisfação diante dos projetos da Cooperafloresta (fomentados por editais), os quais ele não considera relevantes, mencionando o fato dos funcionários de escritório ganharem mais do que os próprios agricultores.

A Associação Quilombola de Terra Seca, por outro lado, tem uma abordagem de comunidade. Segundo ele, caso houvesse algum imprevisto que o impedisse de trabalhar, a associação iria ajudar.

Esse espírito de comunidade da Associação pode ser exemplificado por um acontecimento curioso do bairro Terra Seca, relatado por Jacaré: Houve um casamento comunitário no bairro, onde 7 casais formalizaram seus casamentos. Muitas pessoas ajudaram a pagar o casamento, restando quase nenhuma despesa e trabalho aos noivos. Nesse âmbito, ele comenta que: *"A Associação tem que ajudar"*. Ou seja, ele espera uma contrapartida para *"o apoio que a gente dá à Associação"*.

Por fim, mas não menos importante, a Associação Quilombola permite as queimadas (em áreas onde a prática é legal), diferente da Cooperafloresta que impõe uma penalidade de 6 meses sem comercialização para o infrator.

MANEJO ATUAL DO SOLO

Atualmente, Joaquim voltou a realizar a agricultura de corte e queima. Ele destacou o plantio e incorporação do feijão guandu como prática agroflorestal ainda praticada.

Em seu discurso, ele qualifica a queimada como ruim, mas não em razão de seus impactos ambientais negativos, mas pela penalidade imposta pela Cooperafloresta. Uma vez que essa penalidade não existe mais, ele voltou a queimar.

APÊNDICE H: PLANILHA DE REGISTRO DOS DADOS DO ENSAIO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DO SOLO: MÉTODO DO INFILTRÔMETRO DE DUPLO ANEL.

Local

Propriedade: _____
 Coordenadas (UTM-WGS84) :
 X: _____ Y: _____

Data

Dia: _____
 Hora (início): _____
 Hora (fim): _____
 Duração: _____

Ensaio

Tratamento: _____
 Nº do ensaio: _____

Tempos para a passagem da água de $\geq 15,5$ cm a 15 cm (Δt_1) e de 15 cm a 12 cm (Δt_2).

	Δt_1	Δt_2		Δt_1	Δt_2		Δt_1	Δt_2
1			31			61		
2			32			62		
3			33			63		
4			34			64		
5			35			65		
6			36			66		
7			37			67		
8			38			68		
9			39			69		
10			40			70		
11			41			71		
12			42			72		
13			43			73		
14			44			74		
15			45			75		
16			46			76		
17			47			77		
18			48			78		
19			49			79		
20			50			80		
21			51			81		
22			52			82		
23			53			83		
24			54			84		
25			55			85		
26			56			86		
27			57			87		
28			58			88		
29			59			89		
30			60			90		

APÊNDICE I: VALORES DE P, C E Φ PARA DIFERENTES USOS E MANEJOS DO

SOLO. Onde P traduz as práticas conservacionistas (adimensional), C representa o uso e manejo do solo (adimensional) e Φ consiste no fator de risco de erosão.

Programa Produtor de Água - valor de Φ - Agro-pecuária florestal					
No.	Manejo Convencional	C	P	Φ	Obs.
1	Grãos	0,25	1,0	0,25	Milho, soja, arroz, feijão
2	Algodão	0,62	1,0	0,62	
3	Mandioca	0,62	1,0	0,62	
4	Cana-de-açúcar	0,10	1,0	0,10	Média de 4 cortes
5	Batata	0,75	1,0	0,75	
6	Café	0,37	1,0	0,37	
7	Hortaliças	0,50	1,0	0,50	
8	Pastagem degradada	0,25	1,0	0,25	
9	Capoeira degradada	0,15	1,0	0,15	
	Manejo Conservacionista	C	P	Φ	Obs.
10	Grãos, rotação	0,20	1,0	0,20	Gramínea/Leguminosa
11	Grãos, em nível	0,25	0,5	0,13	
12	Grãos, rotação, em nível	0,20	0,5	0,10	
13	Grãos, em faixas	0,25	0,3	0,08	Faixas com 20% de largura
14	Grãos, cordões veg.	0,25	0,2	0,05	
15	Grãos, terraços	0,25	0,1	0,03	Em nível, com manutenção
16	Grãos, rotação, terraços	0,20	0,1	0,02	
17	Grãos, plantio direto	0,12	0,1	0,01	Média de 4 anos
18	Alg./Mand., rotação	0,40	1,0	0,40	Rotação com grãos
19	Alg./Mand., em nível	0,62	0,5	0,31	
20	Alg./Mand., rotação, em nível	0,40	0,5	0,20	
21	Alg./Mand., em faixas	0,62	0,3	0,19	
22	Alg./Mand., cordões veg.	0,62	0,2	0,12	
23	Alg./Mand., terraços	0,62	0,1	0,06	
24	Alg./Mand., rotação, terraços	0,40	0,1	0,04	
25	Alg./Mand., plantio direto	0,40	0,1	0,04	
26	Cana, em nível	0,10	0,5	0,05	
27	Cana, em faixas	0,10	0,3	0,03	
28	Cana, terraços	0,10	0,1	0,01	
29	Batata, em nível	0,75	0,5	0,38	
30	Batata, em faixas	0,75	0,3	0,23	
31	Batata, terraços	0,75	0,1	0,08	
32	Café, em nível	0,37	0,5	0,19	
33	Café, em faixas	0,37	0,3	0,11	
34	Hortaliças, em nível	0,50	0,5	0,25	
35	Pastagem recuperada	0,12	1,0	0,12	
36	Pastagem, rotação	0,10	1,0	0,10	Rotação com grãos
37	Reflorestamento	0,05	1,0	0,05	
Valor de Φ - Estradas rurais					
	Manejo Conservacionista	C	P	Φ	Obs.
38	Estrada degradada	0,50	1,0	0,50	
39	Estrada conservada	0,50	0,2	0,10	Retaludamento, baciões

APÊNDICE J – DADOS DOS TESTES DE INFILTRAÇÃO

Local

Propriedade Dolíria/Lucas
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 754387 **Y** 7245125

Data

Dia 17/dez
Hora (início) 18:52
Hora (fim) 21:14
Duração 02:22

Ensaio

Tratamento AF5
Nº do ensaio 1

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	lt (m/s)
32	78	71	3,85E-04
56	83	208	3,61E-04
30	81	320	3,70E-04
25	89	430	3,37E-04
34	93	555	3,23E-04
30	94	678	3,19E-04
44	102	820	2,94E-04
43	102	965	2,94E-04
30	104	1098	2,88E-04
49	102	1250	2,94E-04
57	105	1411	2,86E-04
45	105	1561	2,86E-04
64	113	1734	2,65E-04
27	112	1873	2,68E-04
45	115	2032	2,61E-04
74	119	2223	2,52E-04
73	128	2419	2,34E-04
47	131	2596	2,29E-04
31	128	2756	2,34E-04
41	130	2926	2,31E-04
28	127	3083	2,36E-04
44	128	3254	2,34E-04
40	127	3422	2,36E-04
49	133	3601	2,26E-04
31	131	3764	2,29E-04
27	133	3923	2,26E-04
37	141	4097	2,13E-04
41	132	4274	2,27E-04
36	134	4443	2,24E-04
26	138	4605	2,17E-04
61	138	4804	2,17E-04
49	147	4996	2,04E-04
36	127	5169	2,36E-04
144	134	5443	2,24E-04
37	150	5622	2,00E-04
63	133	5827	2,26E-04
95	140	6058	2,14E-04
165	143	6365	2,10E-04
75	137	6580	2,19E-04

58	146	6779	2,05E-04
56	150	6983	2,00E-04
130	139	7258	2,16E-04
38	151	7441	1,99E-04
75	150	7666	2,00E-04
34	148	7849	2,03E-04
25	153	8025	1,96E-04
35	158	8215	1,90E-04
20	140	8384	2,14E-04

Local

Propriedade Dolíria/Lucas
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 754387 **Y** 7245125

Data

Dia 18/dez
Hora (início) 10:32
Hora (fim) 14:53
Duração 04:20

Ensaio

Tratamento AF5
Nº do ensaio 2

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	lt (m/s)
16	53	43	5,70E-04
33	66	135	4,55E-04
41	67	243	4,48E-04
52	72	364	4,17E-04
37	74	474	4,05E-04
21	86	575	3,49E-04
50	81	709	3,70E-04
51	84	843	3,57E-04
61	95	993	3,16E-04
39	92	1125	3,26E-04
46	92	1263	3,26E-04
49	88	1402	3,41E-04
49	99	1544	3,03E-04
55	97	1697	3,09E-04
40	97	1834	3,09E-04
44	101	1977	2,97E-04
44	100	2121	3,00E-04
45	102	2267	2,94E-04
59	106	2430	2,83E-04
59	106	2595	2,83E-04
34	111	2738	2,70E-04
38	109	2886	2,75E-04
66	109	3061	2,75E-04
41	114	3213	2,63E-04
54	106	3377	2,83E-04
37	116	3525	2,59E-04
108	117	3750	2,56E-04
27	113	3892	2,65E-04
72	112	4076	2,68E-04
46	116	4236	2,59E-04
70	130	4429	2,31E-04
291	125	4848	2,40E-04
74	126	5047	2,38E-04
61	120	5231	2,50E-04
31	128	5386	2,34E-04
44	132	5560	2,27E-04
35	136	5729	2,21E-04
87	141	5955	2,13E-04
70	139	6165	2,16E-04

27	141	6332	2,13E-04
88	142	6561	2,11E-04
56	139	6758	2,16E-04
52	143	6951	2,10E-04
44	138	7135	2,17E-04
110	147	7388	2,04E-04
73	148	7608	2,03E-04
89	147	7845	2,04E-04
60	140	8048	2,14E-04
41	146	8232	2,05E-04
56	152	8437	1,97E-04
45	147	8632	2,04E-04
46	158	8830	1,90E-04
77	158	9065	1,90E-04
45	150	9264	2,00E-04
49	149	9463	2,01E-04
85	167	9706	1,80E-04
57	174	9933	1,72E-04
50	162	10151	1,85E-04
180	158	10491	1,90E-04
99	163	10751	1,84E-04
32	161	10945	1,86E-04
37	162	11143	1,85E-04
19	158	11322	1,90E-04
44	168	11529	1,79E-04
26	164	11721	1,83E-04
31	173	11921	1,73E-04
39	172	12132	1,74E-04
30	169	12333	1,78E-04
26	171	12529	1,75E-04
40	175	12742	1,71E-04
36	165	12948	1,82E-04
46	163	13158	1,84E-04
38	162	13358	1,85E-04
78	170	13602	1,76E-04
37	175	13812	1,71E-04
35	166	14017	1,81E-04
19	168	14203	1,79E-04
63	170	14435	1,76E-04
60	170	14665	1,76E-04
54	170	14889	1,76E-04

Local

Propriedade Dolíria/Lucas
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 754387 **Y** 7245125

Data

Dia 18/dez
Hora (início) 18:02
Hora (fim) 19:55
Duração 01:53

Ensaio

Tratamento AF5
Nº do ensaio 3

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	lt (m/s)
25	25	38	1,20E-03
23	28	87	1,07E-03
12	31	129	9,68E-04
16	33	177	9,09E-04
14	32	223	9,38E-04
13	34	269	8,82E-04
67	34	370	8,82E-04
23	37	429	8,11E-04
16	36	481	8,33E-04
22	40	541	7,50E-04
24	39	605	7,69E-04
18	39	662	7,69E-04
27	39	728	7,69E-04
20	41	788	7,32E-04
20	40	848	7,50E-04
24	43	914	6,98E-04
15	41	971	7,32E-04
12	43	1025	6,98E-04
19	41	1086	7,32E-04
16	42	1143	7,14E-04
18	44	1204	6,82E-04
15	46	1264	6,52E-04
19	46	1329	6,52E-04
18	45	1393	6,67E-04
16	46	1454	6,52E-04
24	47	1525	6,38E-04
31	50	1604	6,00E-04
18	49	1672	6,12E-04
28	48	1748	6,25E-04
24	53	1823	5,66E-04
22	54	1898	5,56E-04
13	52	1964	5,77E-04
27	49	2042	6,12E-04
23	55	2117	5,45E-04
19	56	2191	5,36E-04
16	56	2263	5,36E-04
24	55	2343	5,45E-04
28	56	2426	5,36E-04
13	57	2496	5,26E-04

25	58	2578	5,17E-04
32	57	2668	5,26E-04
23	59	2749	5,08E-04
25	59	2833	5,08E-04
11	60	2903	5,00E-04
24	59	2987	5,08E-04
14	58	3059	5,17E-04
19	62	3138	4,84E-04
17	63	3218	4,76E-04
8	62	3288	4,84E-04
21	63	3372	4,76E-04
13	60	3446	5,00E-04
24	60	3530	5,00E-04
13	62	3604	4,84E-04
22	63	3689	4,76E-04
16	67	3770	4,48E-04
10	64	3845	4,69E-04
15	65	3925	4,62E-04
15	62	4003	4,84E-04
15	64	4081	4,69E-04
18	66	4164	4,55E-04
21	64	4250	4,69E-04
11	63	4325	4,76E-04
61	67	4451	4,48E-04
21	61	4536	4,92E-04
15	66	4614	4,55E-04
17	67	4698	4,48E-04
14	66	4778	4,55E-04
23	65	4867	4,62E-04
19	61	4949	4,92E-04
15	62	5025	4,84E-04
17	69	5108	4,35E-04
28	65	5203	4,62E-04
10	66	5278	4,55E-04
20	60	5361	5,00E-04
35	66	5459	4,55E-04
13	67	5539	4,48E-04
15	66	5620	4,55E-04

Local

Propriedade Reinaldo
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 75508 **Y** 7243335

Data

Dia 20/dez
Hora (início) 10:56
Hora (fim) 14:36
Duração 03:40

Ensaio

Tratamento AF10
Nº do ensaio 1

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	lt (m/s)
	0	60	30 5,00E-04
	20	72	132 4,17E-04
	36	77	239 3,90E-04
	32	93	348 3,23E-04
	24	73	457 4,11E-04
	26	90	564 3,33E-04
	26	94	717 3,19E-04
	61	101	851 2,97E-04
	36	107	1000 2,80E-04
	45	112	1139 2,68E-04
	30	109	1279 2,75E-04
	29	116	1426 2,59E-04
	35	120	1576 2,50E-04
	32	126	1732 2,38E-04
	33	123	1887 2,44E-04
	30	124	2036 2,42E-04
	26	132	2186 2,27E-04
	22	137	2344 2,19E-04
	23	139	2504 2,16E-04
	22	139	2701 2,16E-04
	58	153	2873 1,96E-04
	26	150	3053 2,00E-04
	29	156	3228 1,92E-04
	22	163	3404 1,84E-04
	16	160	3584 1,88E-04
	19	163	3774 1,84E-04
	28	177	3970 1,69E-04
	26	178	4169 1,69E-04
	22	188	4391 1,60E-04
	39	190	4602 1,58E-04
	22	184	4819 1,63E-04
	30	192	5045 1,56E-04
	38	192	5282 1,56E-04
	45	190	5507 1,58E-04
	34	197	5741 1,52E-04
	40	208	5992 1,44E-04
	49	210	6249 1,43E-04
	48	218	6488 1,38E-04
	25	209	6738 1,44E-04

36	224	6986	1,34E-04
32	223	7261	1,35E-04
51	225	7522	1,33E-04
37	236	7796	1,27E-04
44	244	8066	1,23E-04
30	252	8349	1,19E-04
35	238	8642	1,26E-04
48	238	8945	1,26E-04
65	256	9296	1,17E-04
104	254	9586	1,18E-04
35	258	9880	1,16E-04
38	261	10171	1,15E-04
31	279	10492	1,08E-04
51	275	10850	1,09E-04
81	276	11194	1,09E-04
69	285	11497	1,05E-04
22	284	11833	1,06E-04
52	284	12164	1,06E-04
47	275	12471	1,09E-04
27	283	12750	1,06E-04

Local

Propriedade Reinaldo
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 75508 **Y** 7243335

Data

Dia 20/dez
Hora (início) 16:13
Hora (fim) 18:08
Duração 01:55

Ensaio

Tratamento AF10
Nº do ensaio 2

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	lt (m/s)
	0	52	26 5,77E-04
	19	58	101 5,17E-04
	20	65	273 4,62E-04
	110	72	429 4,17E-04
	88	78	522 3,85E-04
	18	80	610 3,75E-04
	9	77	708 3,90E-04
	19	80	811 3,75E-04
	25	83	912 3,61E-04
	19	86	1029 3,49E-04
	33	87	1157 3,45E-04
	41	85	1300 3,53E-04
	57	89	1426 3,37E-04
	39	88	1560 3,41E-04
	46	96	1689 3,13E-04
	37	93	1823 3,23E-04
	39	95	1959 3,16E-04
	42	100	2082 3,00E-04
	26	100	2251 3,00E-04
	69	102	2401 2,94E-04
	49	104	2540 2,88E-04
	36	109	2686 2,75E-04
	39	107	2823 2,80E-04
	29	111	2952 2,70E-04
	20	108	3087 2,78E-04
	26	110	3226 2,73E-04
	30	111	3369 2,70E-04
	32	113	3515 2,65E-04
	34	117	3680 2,56E-04
	50	116	3826 2,59E-04
	30	118	3972 2,54E-04
	29	123	4122 2,44E-04
	29	123	4275 2,44E-04
	30	121	4426 2,48E-04
	29	121	4584 2,48E-04
	37	125	4781 2,40E-04
	74	126	4949 2,38E-04
	43	122	5106 2,46E-04
	33	125	5340 2,40E-04

110	126	5501	2,38E-04
36	126	5669	2,38E-04
42	129	5838	2,33E-04
41	125	6024	2,40E-04
59	129	6184	2,33E-04
33	130	6352	2,31E-04
39	129	6482	2,33E-04

Local

Propriedade Reinaldo
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 75508 **Y** 7243335

Data

Dia 20/dez
Hora (início) 16:13
Hora (fim) 18:08
Duração 01:55

Ensaio

Tratamento AF10
Nº do ensaio 2

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	lt (m/s)
	0	26	5,77E-04
	19	101	5,17E-04
	20	273	4,62E-04
	110	429	4,17E-04
	88	522	3,85E-04
	18	610	3,75E-04
	9	708	3,90E-04
	19	811	3,75E-04
	25	912	3,61E-04
	19	1029	3,49E-04
	33	1157	3,45E-04
	41	1300	3,53E-04
	57	1426	3,37E-04
	39	1560	3,41E-04
	46	1689	3,13E-04
	37	1823	3,23E-04
	39	1959	3,16E-04
	42	2082	3,00E-04
	26	2251	3,00E-04
	69	2401	2,94E-04
	49	2540	2,88E-04
	36	2686	2,75E-04
	39	2823	2,80E-04
	29	2952	2,70E-04
	20	3087	2,78E-04
	26	3226	2,73E-04
	30	3369	2,70E-04
	32	3515	2,65E-04
	34	3680	2,56E-04
	50	3826	2,59E-04
	30	3972	2,54E-04
	29	4122	2,44E-04
	29	4275	2,44E-04
	30	4426	2,48E-04
	29	4584	2,48E-04
	37	4781	2,40E-04
	74	4949	2,38E-04
	43	5106	2,46E-04
	33	5340	2,40E-04

110	126	5501	2,38E-04
36	126	5669	2,38E-04
42	129	5838	2,33E-04
41	125	6024	2,40E-04
59	129	6184	2,33E-04
33	130	6352	2,31E-04
39	129	6482	2,33E-04

Local

Propriedade Sezefredo
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 753870 **Y** 7248384

Data

Dia 19/dez
Hora (início) 14:02
Hora (fim) 15:42
Duração 01:40

Ensaio

Tratamento AF15
Nº do ensaio 1

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	It (m/s)
	0	38	19 7,89E-04
	24	46	85 6,52E-04
	24	52	157 5,77E-04
	23	53	232 5,66E-04
	22	59	321 5,08E-04
	33	59	405 5,08E-04
	25	62	492 4,84E-04
	27	66	574 4,55E-04
	18	69	660 4,35E-04
	18	71	749 4,23E-04
	19	77	836 3,90E-04
	13	77	947 3,90E-04
	34	75	1045 4,00E-04
	22	77	1140 3,90E-04
	19	77	1241 3,90E-04
	24	80	1367 3,75E-04
	48	86	1470 3,49E-04
	20	87	1584 3,45E-04
	27	85	1707 3,53E-04
	37	88	1817 3,41E-04
	24	91	1937 3,30E-04
	30	89	2051 3,37E-04
	24	91	2165 3,30E-04
	24	91	2284 3,30E-04
	28	97	2432 3,09E-04
	54	93	2566 3,23E-04
	39	94	2704 3,19E-04
	45	101	2816 2,97E-04
	14	102	2949 2,94E-04
	32	99	3104 3,03E-04
	54	101	3241 2,97E-04
	37	100	3368 3,00E-04
	27	108	3515 2,78E-04
	43	102	3638 2,94E-04
	18	104	3767 2,88E-04
	26	109	3929 2,75E-04
	55	109	4061 2,75E-04
	23	102	4194 2,94E-04
	28	105	4318 2,86E-04

20	112	4456	2,68E-04
30	114	4655	2,63E-04
86	112	4810	2,68E-04
42	111	4964	2,70E-04
42	112	5103	2,68E-04
28	114	5283	2,63E-04
67	114	5442	2,63E-04
45	111	5590	2,70E-04
35	114	5729	2,63E-04
27	114	5843	2,63E-04

Local

Propriedade Sezefredo
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 753870 **Y** 7248384

Data

Dia 21/dez
Hora (início) 10:11
Hora (fim) 12:32
Duração 02:21

Ensaio

Tratamento AF15
Nº do ensaio 2

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	lt (m/s)
0	49	25	6,12E-04
21	73	113	4,11E-04
27	87	218	3,45E-04
25	85	341	3,53E-04
37	99	453	3,03E-04
20	101	611	2,97E-04
58	104	743	2,88E-04
30	110	865	2,73E-04
15	116	1004	2,59E-04
26	118	1167	2,54E-04
46	125	1347	2,40E-04
58	133	1510	2,26E-04
34	130	1689	2,31E-04
48	135	1870	2,22E-04
48	138	2039	2,17E-04
33	142	2208	2,11E-04
29	147	2376	2,04E-04
23	151	2553	1,99E-04
28	153	2801	1,96E-04
96	162	2992	1,85E-04
34	159	3195	1,89E-04
42	163	3492	1,84E-04
136	172	3697	1,74E-04
38	171	3902	1,75E-04
33	170	4100	1,76E-04
28	171	4316	1,75E-04
45	175	4510	1,71E-04
21	169	4770	1,78E-04
88	179	4976	1,68E-04
32	178	5178	1,69E-04
24	177	5421	1,69E-04
65	178	5635	1,69E-04
37	175	5848	1,71E-04
36	181	6063	1,66E-04
37	178	6262	1,69E-04
20	182	6471	1,65E-04
29	191	6705	1,57E-04
47	180	6927	1,67E-04
37	180	7143	1,67E-04

36	181	7357	1,66E-04
33	179	7585	1,68E-04
48	179	7764	1,68E-04

Local
Propriedade Sezefredo
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 753870 **Y** 7248384

Data
Dia 21/dez
Hora (início) 11:05
Hora (fim) 13:05
Duração 02:00

Ensaio
Tratamento AF15
Nº do ensaio 3

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	It (m/s)
	0	24	12 1,25E-03
	14	30	54 1,00E-03
	15	30	105 1,00E-03
	21	32	154 9,38E-04
	18	31	204 9,68E-04
	18	33	252 9,09E-04
	16	32	305 9,38E-04
	21	35	436 8,57E-04
	97	38	497 7,89E-04
	25	40	572 7,50E-04
	36	41	639 7,32E-04
	26	39	704 7,69E-04
	25	48	779 6,25E-04
	32	49	862 6,12E-04
	34	52	946 5,77E-04
	34	57	1038 5,26E-04
	37	53	1130 5,66E-04
	37	57	1232 5,26E-04
	47	52	1310 5,77E-04
	24	58	1383 5,17E-04
	18	59	1466 5,08E-04
	24	59	1564 5,08E-04
	39	62	1659 4,84E-04
	35	61	1762 4,92E-04
	41	69	1866 4,35E-04
	39	68	1975 4,41E-04
	41	74	2087 4,05E-04
	41	70	2205 4,29E-04
	46	73	2332 4,11E-04
	55	74	2454 4,05E-04
	49	69	2566 4,35E-04
	40	71	2674 4,23E-04
	38	78	2790 3,85E-04
	42	78	2921 3,85E-04
	53	84	3044 3,57E-04
	42	71	3166 4,23E-04
	44	88	3295 3,41E-04
	50	83	3553 3,61E-04
	172	91	3696 3,30E-04

56	93	3836	3,23E-04
48	79	3955	3,80E-04
33	87	4064	3,45E-04
26	85	4234	3,53E-04
84	87	4363	3,45E-04
43	82	4491	3,66E-04
44	83	4614	3,61E-04
40	78	4751	3,85E-04
57	87	4875	3,45E-04
41	86	5015	3,49E-04
54	86	5146	3,49E-04
45	88	5262	3,41E-04
29	89	5379	3,37E-04
28	78	5490	3,85E-04
28	89	5650	3,37E-04
76	78	5788	3,85E-04
55	86	5919	3,49E-04
49	81	6032	3,70E-04
29	95	6177	3,16E-04
57	97	6315	3,09E-04
42	100	6445	3,00E-04
32	95	6594	3,16E-04
51	94	6783	3,19E-04
95	84	6927	3,57E-04
55	82	7010	3,66E-04

Local

Propriedade Dolíria/Lucas
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 754576 **Y** 7245146

Data

Dia 17/dez
Hora (início) 10:22
Hora (fim) 12:44
Duração 02:22

Ensaio

Tratamento CAP10
Nº do ensaio 1

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	It (m/s)
38	350	213	8,57E-05
75	382	654	7,85E-05
107	426	1165	7,04E-05
110	519	1748	5,78E-05
110	496	2365	6,05E-05
163	649	3101	4,62E-05
120	734	3912	4,09E-05
108	705	4740	4,26E-05
109	748	5575	4,01E-05
138	760	6467	3,95E-05
134	738	7350	4,07E-05
130	702	8200	4,27E-05

Local

Propriedade Dolíria/Lucas
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 754576 **Y** 7245146

Data

Dia 17/dez
Hora (início) 15:08
Hora (fim) 15:55
Duração 00:47

Ensaio

Tratamento CAP10
Nº do ensaio 2

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	lt (m/s)
	57		
18	60	47	5,26E-04
22	55	127	5,00E-04
24	58	209	5,45E-04
27	61	292	5,17E-04
30	68	382	4,92E-04
24	65	470	4,41E-04
22	65	559	4,62E-04
28	68	652	4,62E-04
28	70	746	4,41E-04
28	73	843	4,29E-04
22	74	937	4,11E-04
22	72	1032	4,05E-04
27	75	1132	4,17E-04
20	80	1226	4,00E-04
32	80	1335	3,75E-04
31	84	1446	3,75E-04
33	80	1561	3,57E-04
34	82	1677	3,75E-04
32	84	1790	3,66E-04
0	81	1873	3,57E-04
34	84	1990	3,70E-04
38	83	2110	3,57E-04
149	85	2343	3,61E-04
32	84	2459	3,53E-04
37	91	2580	3,57E-04
35	90	2703	3,30E-04

Local

Propriedade Sezefredo
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 753736 **Y** 7248372

Data

Dia 19/dez
Hora (início) 11:52
Hora (fim) 12:45
Duração 00:53

Ensaio

Tratamento CAP70
Nº do ensaio 1

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	ti	vi (m/s)
0	26	13	1,15E-03
11	26	50	1,15E-03
11	29	95	1,03E-03
17	31	140	9,68E-04
15	32	197	9,38E-04
26	35	250	8,57E-04
19	36	300	8,33E-04
15	39	381	7,69E-04
43	41	437	7,32E-04
16	42	504	7,14E-04
26	44	561	6,82E-04
14	47	621	6,38E-04
14	51	691	5,88E-04
21	51	760	5,88E-04
18	53	831	5,66E-04
19	53	905	5,66E-04
21	55	978	5,45E-04
19	56	1060	5,36E-04
27	57	1147	5,26E-04
30	58	1226	5,17E-04
22	58	1308	5,17E-04
24	61	1387	4,92E-04
19	61	1464	4,92E-04
16	70	1582	4,29E-04
53	66	1669	4,55E-04
19	71	1756	4,23E-04
18	72	1848	4,17E-04
21	69	1934	4,35E-04
15	75	2027	4,00E-04
21	75	2117	4,00E-04
15	73	2209	4,11E-04
18	70	2303	4,29E-04
23	75	2398	4,00E-04
22	82	2495	3,66E-04
19	76	2595	3,95E-04
21	78	2692	3,85E-04
20	80	2790	3,75E-04
19	80	2943	3,75E-04
73	80	3023	3,75E-04

Local

Propriedade Sezefredo
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 753736 **Y** 7248372

Data

Dia 19/dez
Hora (início) 16:41
Hora (fim) 19:56
Duração 03:15

Ensaio

Tratamento CAP70
Nº do ensaio 2

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	It (m/s)
0	151	76	1,99E-04
39	186	298	1,61E-04
54	197	534	1,52E-04
44	229	813	1,31E-04
66	271	1109	1,11E-04
46	291	1462	1,03E-04
72	323	1877	9,29E-05
108	311	2277	9,65E-05
83	351	2700	8,55E-05
92	372	3171	8,06E-05
110	382	3616	7,85E-05
68	387	4101	7,75E-05
100	418	4603	7,18E-05
100	414	5103	7,25E-05
84	457	5607	6,56E-05
68	412	6078	7,28E-05
37	450	6546	6,67E-05
37	484	7081	6,20E-05
68	495	7604	6,06E-05
33	481	8129	6,24E-05
37	470	8667	6,38E-05
63	483	9226	6,21E-05
82	510	9801	5,88E-05
79	502	10353	5,98E-05
46	507	10918	5,92E-05
60	505	11424	5,94E-05

Local

Propriedade Sezefredo
Coordenadas UTM WGS84 (m)
X 753736 **Y** 7248372

Data

Dia 21/dez
Hora (início) 15:50
Hora (fim) 18:10
Duração 02:20

Ensaio

Tratamento CAP70
Nº do ensaio 3

Δt1 passagem de 16 para 15
Δt2 passagem de 15 para 12

Δt1 (s)	Δt2 (s)	t (s)	lt (m/s)
	0	20	10 1,50E-03
	18	23	50 1,30E-03
	18	23	91 1,30E-03
	18	25	131 1,20E-03
	16	27	179 1,11E-03
	22	28	233 1,07E-03
	27	30	291 1,00E-03
	29	33	352 9,09E-04
	29	35	420 8,57E-04
	34	34	509 8,82E-04
	55	39	563 7,69E-04
	17	42	631 7,14E-04
	28	44	699 6,82E-04
	25	46	785 6,52E-04
	41	49	859 6,12E-04
	26	50	943 6,00E-04
	35	54	1031 5,56E-04
	36	57	1119 5,26E-04
	32	61	1215 4,92E-04
	37	75	1330 4,00E-04
	47	82	1473 3,66E-04
	65	87	1613 3,45E-04
	55	91	1759 3,30E-04
	57	102	1954 2,94E-04
	99	117	2119 2,56E-04
	55	148	2316 2,03E-04
	65	149	2532 2,01E-04
	67	140	2767 2,14E-04
	91	140	3050 2,14E-04
	143	147	3298 2,04E-04
	104	156	3526 1,92E-04
	77	159	3762 1,89E-04
	78	174	4029 1,72E-04
	101	181	4274 1,66E-04
	67	198	4507 1,52E-04
	44	205	4872 1,46E-04
	163	204	5125 1,47E-04
	49	216	5392 1,39E-04
	57	213	5708 1,41E-04

101	207	5999	1,45E-04
81	205	6322	1,46E-04
117	205	6579	1,46E-04
52	198	6864	1,52E-04
84	211	7183	1,42E-04
114	209	7500	1,44E-04
107	221	7798	1,36E-04
83	219	8076	1,37E-04
58	214	8361	1,40E-04
69	218	8661	1,38E-04
84	218	8879	1,38E-04