



**Universidade Federal de Itajubá**  
**Instituto de Ciências Puras e Aplicadas**

**Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos**  
**PROFÁGUA**

**Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes**

**Restauração ecológica de zonas de recarga hídrica e de proteção  
especial por meio de sistemas agroflorestais - SAFs**



**Universidade Federal de Itajubá**  
**Instituto de Ciências Puras e Aplicadas**

**Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos**  
**PROFÁGUA**

**Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes**

**Restauração ecológica de zonas de recarga hídrica e de proteção  
especial por meio de sistemas agroflorestais - safes**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), na Universidade Federal de Itajubá. Área de concentração: Regulação e governança de recursos hídricos. Linha de Pesquisa: segurança hídrica e usos múltiplos da água.

**Área de Concentração:** Regulação e Governança de Recursos Hídricos

**Linha de Pesquisa:** Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Eliane Maria Vieira

**Co-orientador:** Prof. Dr. Gláucio Marcelino Marques



Fernandes, Gustavo L. G. de Faria

Restauração Ecológica de Zonas de Recarga Hídrica e de Proteção Especial por meio de Sistemas Agroflorestais - SAFs/Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes. Itabira/MG, 2020.

ii, 145 folhas.

Trabalho dissertativo - Universidade Federal de Itajubá / Campus Itabira - Minas Gerais.

PRPPG de Pós Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua.

Orientadora: Prof. Dra. Eliane Maria Vieira

Co-orientador: Prof. Dr. Gláucio Marcelino Marques

I. Introdução, Questões centrais do projeto, objetivos, justificativas e relevâncias para a linha de pesquisa; II. Referencial teórico e Literatura relevante; III. Metodologias de pesquisa e desenvolvimento empregados; IV. Resultados alcançados; V. Análise dos resultados e conclusão; VI. Sugestões para continuidade da pesquisa e trabalhos futuros. Anexo: I - Lista de Espécies do Inventário. II - Cartilha.



**Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes**

**Restauração ecológica das zonas de recarga hídrica e de proteção especial por meio de sistemas agroflorestais - SAFs**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), na Universidade Federal de Itajubá. Área de concentração: Regulação e governança de recursos hídricos. Linha de Pesquisa: segurança hídrica e usos múltiplos da água.

Aprovado em 20/7/2020. Itabira/MG, 20 de julho de 2020.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dra. Eliane Maria Vieira  
Instituto de Ciências Puras e Aplicadas  
Universidade Federal de Itajubá/UNIFEI  
(Orientadora)

---

Prof. Dr. Gláucio Marcelino Marques  
Universidade Federal de Itajubá/UNIFEI  
(Co-orientador)

---

Prof. Dr. James Lacerda Maia  
Instituto de Ciências Puras e Aplicadas  
Universidade Federal de Itajubá/UNIFEI  
(Examinador)

---

Prof. Dr. Roberto César de A. Monte-Mor  
Instituto de Ciências Puras e Aplicadas  
Universidade Federal de Itajubá/UNIFEI  
(Examinador)

---

Prof. Dra. Marília Carvalho de Melo  
Coordenadora do Mestrado Profissional Sustentabilidade  
em Recursos Hídricos da UninCor  
Diretora Geral do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM  
(Examinadora externa convidada)



## **DEDICATÓRIA**

**Dedicado a**

**Vera, Pedro e Gabriela**

**com admiração, carinho e muito amor.**



## AGRADECIMENTOS

De início meu muito obrigado a todos os responsáveis da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e da Agência Nacional de Águas - ANA pela oportunidade única de fazer parte da família técnico-científica do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015.

Ao final de uma trajetória de muito esforço, dedicação, aprendizagem e amizades, as quais vou levar por toda minha vida, paro por um minuto, olho para trás e vejo que tudo passou num rápido piscar de olhos. Foram momentos únicos, dos muitos que já tive e dos vários que com certeza virão. Mas aqui se encerra um ciclo dando espaço para outro, mais difícil e cheio de responsabilidades.

Assim, é com imensa satisfação que entrego meu trabalho dissertativo para a obtenção do título de mestre e, de coração, agradeço a todos aqueles que contribuíram para sua realização. À minha família, sempre presente nas horas em que nós mais precisamos, aos amigos, porque sem eles a vida é muito mais difícil, a todos os colegas companheiros do Sistema Estadual de Meio Ambiente SISEMA, em particular Zuleika Torquetti, Marília Melo, Gabriela Brito e Thiago Gelape, e principalmente aos professores da UNIFEI que, com toda sua paciência, experiência e conhecimento nos ensinaram a viver e defender os recursos hídricos e em especial à professora Eliane Vieira e o professor Gláucio Marques não só pela orientação desse trabalho, mas também pelo carinho, compreensão e companheirismo nessa trajetória

Garanto a todos, que caminharam junto comigo e fizeram com que esse momento acontecesse e um novo profissional surgisse que vocês contribuíram para um mundo melhor!

***A todos vocês o meu MUITO OBRIGADO!!!***

***Itabira - Minas Gerais - Brasil  
Julho de 2020***

***Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes  
Mestrando ProfÁgua - UNIFEI - Turma 2018***



*“Flui a vida como água,  
como água se renova.  
Se a vida me foge, afago-a  
em cada esperança nova.  
Água é um projeto de viver”*

**(Carlos Drummond de Andrade)**



## RESUMO

O objetivo geral deste trabalho foi buscar alternativas de conservação dos recursos hídricos por meio de técnicas de manejo do uso da terra, em particular os sistemas agroflorestais, para a restauração ecológica das áreas de preservação permanente - APPs às margens de cursos d'água e encostas declivosas, associadas à produção sustentável, fundamentada em experiências existentes na bacia hidrográfica do rio Manhuaçu, região leste do estado de Minas Gerais, para confecção de orientação técnicas em formato de cartilha. Foram incluídas ainda neste estudo demandas referentes à legislação inerente ao assunto bem como a realização de um diagnóstico das APPs hídricas da região. Para alcançar o objetivo proposto foi realizado um diagnóstico com base nos dados do Cadastro Ambiental Rural – CAR da situação atual de uso da terra em apps na bacia do Manhuaçu, tratamento dos dados e plotagem de mapas das áreas. Nesta fase, constatou-se que grande parte das áreas encontra-se degradadas ou com usos não florestais, em geral pastagens. As áreas mais degradadas são aquelas situadas às margens de cursos d'água e no entorno de nascentes, fato este que tem sido apontado como uma das causas da diminuição de vazão dos recursos hídricos na região, sendo a sua recomposição um interesse já manifestado no Plano de Bacia pelas populações que ocupam o território. Entretanto, mesmo sendo a recuperação dessas áreas compulsória muitos dos seus detentores não a realizam em função dos seus dispendiosos custos e por serem as APPs, em geral, as áreas mais produtivas dos seus imóveis rurais. Ante a esse óbice o novo código florestal brasileiro traz como inovação a possibilidade de recomposição das APPs por meio da implantação de sistemas agroflorestais o que até então era vedado pelas legislações anteriores, análise essa também objeto dessa pesquisa. Adiante, a partir da coleta e análise de dados quantitativos e qualitativos das experiências de SAF foram identificadas as técnicas e demais aspectos positivos que levaram ao seu sucesso e/ou também as dificultadas na sua adoção e manejo, cujos resultados apontaram para a eficiência dos SAFs na conservação e preservação dos recursos hídricos associados a produtividades, praticidade, baixo custo e funcionalidade da sua execução, podendo assim ser utilizado então como ferramenta auxiliar na tomada de decisão pelo poder público, agricultores e demais atores que compõem esse cenário. Para isto, são apresentados princípios de manejo e exemplos de sistemas específicos para alguns ambientes representativos da região, que são importantes e devem ser recuperados e conservados. Os estudos apontaram também para a necessidade de aperfeiçoamento da legislação existente inerente ao tema, bem como a necessidade de pesquisas científicas mais profundas e detalhadas. Por meio de sistematização e análise de todas as informações obtidas nas fases anteriores, foram estabelecidas propostas de sistemas agroflorestais mais adaptados a condições ecológicas e socioeconômicas da área estudada, se concretizando numa cartilha em linguagem lúdica de forma a convidar os atores que ocupam aquele território a por em prática suas ações.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos, bacia hidrográfica, restauração, preservação, manejo, agroflorestal.





## ABSTRACT

The general objective of this paper was to seek alternatives for the conservation of water resources through land use management techniques, in particular the agroforestry systems, for the ecological restoration of permanent preservation areas (ppas) on the banks of water courses and slopes steep, associated with sustainable production, fundamented on existing experiences in the water catchment area of the Manhuaçu River, in the eastern region of the state of Minas Gerais, for the preparation of technical guidelines in a booklet format. It was also included in this study demands related to the legislation inherent to the subject as well as the diagnosis of hydric ppas in the region. In order to achieve the proposed goal, a diagnosis was made based on data from the 'Cadastro Ambiental Rural – CAR' (Rural Environmental Registration) of the current situation of land use in ppas in the Manhuaçu river basin, data treatment and plotting of maps of the areas. At this stage, it was observed that most ppas are degraded or with non-forestry uses, generally being used for pastures. The most degraded areas are those located on the banks of water courses and around springs, a fact that has been pointed out as one of the causes of the decrease in the flow of water resources in the region, with its restoration being an interest already manifested in the Basin Plan by the populations that occupy this territory. However, even though the recovery of these areas is compulsory, many of its holders do not perform it due to its expensive costs and because the ppas are, in general, the most productive areas of their rural properties. In view of this obstacle, the new Brazilian forestry code brings as innovation the possibility of recomposing ppas through the implementation of agroforestry systems, which until recently it was prohibited by previous legislation, an analysis that is also the object of this research. More ahead in this paper, from the collection and analysis of quantitative and qualitative data from the agroforestry experiences, the techniques and other positive aspects that led to their success were identified and / or also hindered in their adoption and management, whose results pointed to the efficiency of the agroforetries in the conservation and preservation of water resources associated with productivity, practicality, low cost and functionality of its execution, making it possible to be used then as an auxiliary tool in the decision making by the public authorities, farmers and other actors that are part of this scenario. For this, management principles and examples of specific systems for some representative environments of the region are presented, which are important and must be recovered and preserved. The studies also pointed to the need to improve the existing legislation related to the subject, as well as the need for a deeper and detailed scientific research. Through systematization and analysis of all the information obtained in the previous phases, proposals for agroforestry systems that were more adapted to the ecological and socioeconomic conditions of the studied area were established, materializing in a ludic booklet in order to invite the actors who occupy that territory to put its actions into practice.

**Keywords:** Water resources, catchment basin, restoration, preservation, management, agroforestry.



## SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO .....	16
I.1 - Questões centrais do projeto .....	16
I.2 - Justificativas .....	21
I.3 - Objetivos .....	23
I.4 - Relevâncias para a linha de pesquisa .....	24
CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO .....	25
II.1 - Arcabouço legal .....	25
II.1.2 - Histórico .....	25
II.1.3 - Novo Código Florestal Brasileiro .....	28
II.1.3.1 - Áreas de Preservação Permanente - APPs .....	28
II.1.3.2 - Recomposição das APPs .....	30
II.4 - Restauração Ecológica .....	31
II.4.1 - Conceito .....	31
II.4.2 – Restauração Ecológica .....	33
II.5 - Sistemas Agroflorestais - SAFS .....	35
II.5.1 - Histórico .....	35
II.5.3 - Classificação dos sistemas agroflorestais .....	38
II.5.3.1 - Sistema Alley Cropping .....	38
II.5.3.2 - Sistema Taungya .....	39
II.5.3.3 - Sistema multiestrato .....	40
II.5.3.4 - Sistema Quebra-Vento .....	41
II.5.3.5 - Capoeira Melhorada .....	42
II.6 - SAF's na Restauração de Áreas Degradadas .....	43
CAPÍTULO III - METODOLOGIAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EMPREGADOS .....	45
III.1 - Seleção da área, paisagem regional e seus problemas .....	45
III.2 - Metodologia da pesquisa .....	46
III.3 - Desenvolvimento .....	47
III.3.1 - Levantamento de dados secundários .....	47
III.3.1.1 - Identificação e contato com instituições .....	48
III.3.1.2 - Prospecção, compilação, análise e seleção dos projetos .....	48
III.3.2 - Levantamento de dados primários .....	49
III.3.2.1 - Acesso e Mapeamento .....	51
a) Caracterização da iniciativa .....	51
b) Coleta de dados Qualitativos .....	52
b1) Proteção .....	52
b2) Fatores de Degradação: .....	52
b3) Aspectos de Solo e Relevo: .....	53
b4) Condições Edáficas: .....	53
b5) Fauna (polinizadores / dispersores): .....	53



c) Coleta de dados Qualitativos.....	54
c1) Instalação da Amostra.....	54
c1.1) Levantamento de espécies herbáceas.....	55
c1.2) Cobertura de copa.....	55
c1.3) Indivíduos arbóreos.....	56
c2) Espécie.....	56
c3) Contagem e classificação dos Indivíduos.....	56
c4) Circunferência à Altura do Peito (CAP).....	56
c5) Altura Total (Ht).....	57
c6) Contabilização de Espécies Exóticas Invasoras.....	57
c7) Pragas e Doenças.....	57
III.4 - Levantamento de Dados Socioeconômicos.....	58
III.5 - Análise e sistematização dos dados.....	59
<b>CAPÍTULO IV - RESULTADOS.....</b>	<b>60</b>
IV.1 - Resultados analíticos.....	60
IV.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS EXPERIÊNCIAS.....	65
a) Declividade.....	66
b) Tipologia da vegetação.....	67
c) Fatores de degradação.....	67
d) Conservação da área.....	68
e) Apoio Técnico.....	68
f) Monitoramento.....	70
g) Atividades Desenvolvidas.....	71
h) Espécies.....	71
IV.1.2 - ANÁLISE QUANTITATIVA.....	72
a) Componente Herbáceo.....	73
a1) Resultado de Frequência, Cobertura e Altura Média.....	73
a2) Cobertura da Copa.....	74
a3) Infestação por Herbáceas e Cobertura de Copa por Modalidade.....	75
b) Componente Arbóreo.....	75
b1) Lista de Espécies do Inventário.....	75
b2) Estrutura Vertical.....	76
b3) Estrutura Vertical por Classe de Altura.....	76
b4) Pragas e Doenças.....	77
b5) Mortalidade por Estrato.....	77
IV.1.3 - ANÁLISE QUALITATIVA.....	78
a) Proteção.....	78
b) Fatores de degradação.....	79
c) Conservação do solo.....	81
d) Condições edáficas.....	83

e) Fauna .....	84
IV.1.4 - LEVANTAMENTO SOCIOECONÔMICO .....	85
a) Áreas Degradadas e em Recuperação .....	86
b) Aproveitamento econômico das áreas .....	87
IV.1.5 – QUALIDADE AMBIENTAL DOS RECURSOS HÍDRICOS E FLORESTAL .....	88
a) Qualidade da água .....	88
Figura IV.18 – Qualidade da água após implantação do SAF. ....	88
b) Qualidade florestal.....	89
IV.1.6 – DESENHO.....	89
IV.1.6.1 - SAFs em áreas de APPs ripárias ou encostas.....	90
IV.1.6.2 - SAFs em áreas produtivas.....	93
CAPÍTULO V - ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO .....	96
V.1 - ÊXITO E EFETIVIDADE DAS EXPERIÊNCIAS DE SAF MONITORADAS E MELHORIAS .....	96
V.2 - CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE SAF PARA A REGIÃO .....	98
V.3 – VISÃO GERAL .....	98
A) FASE INICIAL – USO AGRÍCOLA INTENSIVO .....	99
V.4 – MONITORAMENTO DOS SISTEMAS E INDICADORES .....	104
V.5 – ANÁLISE GERAL DA PESQUISA .....	106
CAPÍTULO VI - CONCLUSÃO .....	111
CAPÍTULO VI - SUGESTÃO PARA PESQUISAS E TRABALHOS FUTUROS .....	115
CAPÍTULO VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	116
ANEXO I - LISTA DE ESPÉCIES DO INVENTÁRIO .....	118
ANEXO II – CARTILHA MODELOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DESSAS ÁREAS POR MEIO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS – SAFS.....	124

## LISTA DE FIGURAS

Figura I.1 - Área de imóveis rurais inseridas no sistema de inscrição do Cadastro Ambiental Rural - CAR no Estado de Minas Gerais. ....	18
Fonte: SEMAD/IEF, 2019. ....	18
Figura II.4 - Área de Preservação Permanente - APPs de declividade - Cartilha sobre a nova lei florestal de Minas Gerais. Fonte: ALMG, 2014. ....	30
Figura III.5 Modelo do sistema Alley cropping - Fonte: DAVIDE, 2016. ....	38
Figura II.6 Sistema Taungya - Fonte: DAVIDE, 2016. ....	40
Figura II.7 - Sistema multiestrato - Fonte: DAVIDE, 2016. ....	41
Figura II.8 - Sistema Quebra-Vento - Fonte: DAVIDE, 2016. ....	42
Figura II.9 - Sistema Capoeira Melhorada - Fonte: DAVIDE, 2016. ....	42
Figura II.1 - Etapas do Levantamento de Informações Primárias ....	50
Figura III.2 - Alocação das parcelas - Fonte: SEMAD/IEF 2019. ....	51
Figura III.3 - Layout parcela de 100m <sup>2</sup> - Fonte: SEMAD/IEF 2019. ....	54
Figura III.4 - Esquema de Determinação de Cobertura de Copa. Fonte: SEMAD/IEF 2019. ....	55
Figura III.5 - Procedimentos para Medição de CAP ....	56
Figura III.6 - Critério para Inclusão de Árvores na Parcela. Fonte: SEMAD/IEF 2019. ....	57
Figura III.7 - Etapas da Sistematização. ....	59
Figura IV.1 - Localização das experiências Monitoradas de SAF (2019). ....	62
Figura IV.2 Imóveis cadastrados no CAR nos municípios de interesse da pesquisa (2010). ....	64
Figura IV.3 - Imóveis cadastrados no CAR na bacia do rio Doce (2020). ....	64
Figura IV.4 - Declividade. ....	66
Figura IV.5 -Tipologia da Vegetação. ....	67
Figura IV.6 - Fatores de Degradação. ....	67
Figura IV.7 - Conservação da área. ....	68
Figura IV.8 - Tipo de Apoio Fornecido pelas Instituições Envolvidas. ....	69
Figura IV.9 - Origem das Mudas. ....	69
Figura IV.10 - Introdução de Elementos para a Fauna. ....	69
Figura IV.11 - Execução de monitoramento. ....	70
Figura IV.12 - Estrutura Vertical por Classe de Altura. ....	76
Figura IV.13 - Resultados para Presença de Formigueiros e Ataque de Formigas. ....	77
Figura IV.14 - Resultados para Presença de Formigueiros e Ataque de Formigas. ....	80
Figura IV.15 - Caracterização das Áreas Degradadas em Recuperação. ....	86
Figura IV.16 – Exploração econômica da área recuperada. ....	87
Figura IV.17 – Tipo de Produto Produzido nas Propriedades ....	87
Figura IV.18 – Qualidade da água após implantação do SAF. ....	88
Figura IV.19 – Aparecimento de Novas Espécies após Implantação do SAF. ....	89
Figura IV.20 - SAFs em áreas ripárias ou de encostas. ....	90
Figura IV.21 - SAFs em áreas produtivas. ....	93
Figura V.1 – Proposta de SAF sistema sistema Alley Cropping. ....	102
Figura V.2 - Proposta de SAF sistema multiestrato. ....	102

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela I.1 - Estratificação das informações inseridas no Sistema de inscrição do Cadastro Ambiental Rural - CAR no Estado de Minas Gerais. Fonte: SEMAD/IEF, 2019.....	19
Tabela II.1 - Diferentes tipos de SAFs - Fonte: DAVIDE, 2016.....	37
Tabela II.2 - formas de degradação comumente observadas e os sistemas agroflorestais recomendados para cada situação - Fonte: DIAS, 2011. ....	44
Tabela III.1 - Critérios de Inclusão por Sub-parcela. Fonte: SEMAD/IEF 2019. ....	55
Tabela III.2 - Classificação das Formas de Vida. ....	57
Tabela IV.1 - Experiências Monitoradas de SAF. ....	60
Tabela IV.2 - Número de Amostras Realizadas e Área Monitorada. ....	61
Tabela IV.2 - Estratificação dos dados do CAR em MG para bacia dos rios DOCE e Manhuaçu. Fonte: SEMAD/IEF, 2020. ....	63
Tabela IV.4 - Modalidades de Recuperação e Declividade. ....	66
Tabela IV.5 - Descrição do Monitoramento Executado.....	70
Tabela IV.6 - Atividades Desenvolvidas para Implantação e Manutenção. ....	71
Tabela IV.7 - Espécies Associadas Plantadas nos SAFs. ....	72
Tabela IV.8 - Cobertura do Solo por Herbáceas e Altura Média.....	73
Tabela IV.9 - Resultado de Frequência, Cobertura e Altura Média. ....	74
Tabela IV.10 - Resultado de Cobertura de Copa por Estrato e Modalidade.....	74
Tabela IV.11 - Infestação por Herbáceas e Cobertura de Copa por Modalidade. ....	75
Tabela IV.12 - Resultados de Estrutura Vertical por Estrato (%). ....	76
Tabela IV.13 - Resultados Médios de Presença de Formigueiros, Infestação por Formigas e Infestação por Lagartas, por Modalidade.....	77
Tabela IV.14 - Mortalidade por Estrato (%). ....	78
Tabela IV.15 - Resultados Médios para Estágio de Proteção das Áreas por Modalidade. ....	78
Tabela IV.16 - Presença de Formigueiro e Danos por Formigas Cortadeiras por Modalidade de Experiência nas Áreas Amostradas. ....	79
Tabela IV.17 - Cobertura de Solo por Gramíneas e Herbáceas (%). ....	81
Tabela IV.18 - Declividade (%). ....	81
Tabela IV.19 - Declividade (%). ....	82
Tabela IV.20 - Práticas Conservacionistas (%). ....	83
Tabela V.21 - Presença de Área Úmida na Área Amostrada (%). ....	84
Tabela IV.22 - Presença de Fauna nas Áreas Amostradas (%). ....	84
Tabela IV.23 - Tipo de Fauna nas Áreas Amostradas (%). ....	85
Tabela V.1 - Variedade dos produtos a serem combinados e gerados. ....	100
Tabela V.2 - proposta de monitoramento e indicadores. ....	105



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

APP - área de preservação permanente

CAP - Circunferência à Altura do Peito

CAR - Cadastro ambiental rural

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

MMA - Ministério do Meio Ambiente

GPFLR - Parceria Global para a Restauração de Florestas e Paisagens

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da biodiversidade

IEF - Instituto Estadual de Florestas

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MF - Módulo fiscal

MG - Minas Gerais

PARH Manhuaçu - Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Manhuaçu

PIRH - Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce

RL - Reserva legal

SAF - sistema agroflorestal

SEMAD - Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais

TNC - The Nature Conservancy



## CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

### I.1 - Questões centrais do projeto

O território do aludido projeto é a sub-bacia hidrográfica do Rio Manhuaçu (DO6) compreendendo uma área de 8.977 km<sup>2</sup> dentro da bacia do rio Doce que por sua vez alcança uma área de aproximadamente 83.400 km<sup>2</sup>. Nesse território encontram-se diversas sedes urbanas municipais, pequenas comunidades e principalmente, muitos imóveis rurais, atores esses altamente dependentes dos seus recursos naturais e cuja bacia hidrográfica do rio Doce foi profundamente impactadas pelo rompimento da barragem de rejeitos da mineração de Fundão, de propriedade da empresa SAMARCO Mineração S.A., em 5 de novembro de 2015. A escolha do referido local foi feita uma vez que, após essa tragédia os olhos da sociedade se voltaram para a região evidenciando um drama ainda maior, a total degradação ambiental e escassez dos seus recursos hídricos.

Não obstante a mesma não tenha sido atingida na sua totalidade pelos rejeitos de minério, tal cenário causou enorme comoção, valendo-se assim da atenção do poder público, em especial os agentes que compõem os sistemas brasileiros de Gerenciamento de Recursos Hídricos nacional e estaduais, sendo em Minas o Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais - SISEMA, composto pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável – SEMAD e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, mais a participação ainda do Instituto Estadual de Florestas - IEF, Fundação Estadual do Meio Ambiental - FEAM e Prefeituras conveniadas, responsáveis pelo estabelecimento das políticas públicas de fomento à governança dos recursos hídricos necessárias à recuperação e ao equilíbrio ambiental e socioeconômico daquela região.

A ocupação antrópica na bacia é presente nas grandes extensões de pastagens, em diversos níveis de degradação, cultivo de cana-de-açúcar e usinas de processamento, a silvicultura, suinocultura e a bovinocultura são também identificadas e de grande relevância na região. Em suma, as atividades ligadas à agropecuária e à prestação de serviços são os principais responsáveis pela economia local e a sua continuidade está diretamente associada ao uso do solo e utilização dos recursos hídricos da bacia.

Diante dessa realidade, as significativas porções de território antropizados por essas atividades têm impacto negativo, significativo e direto na qualidade e quantidade de

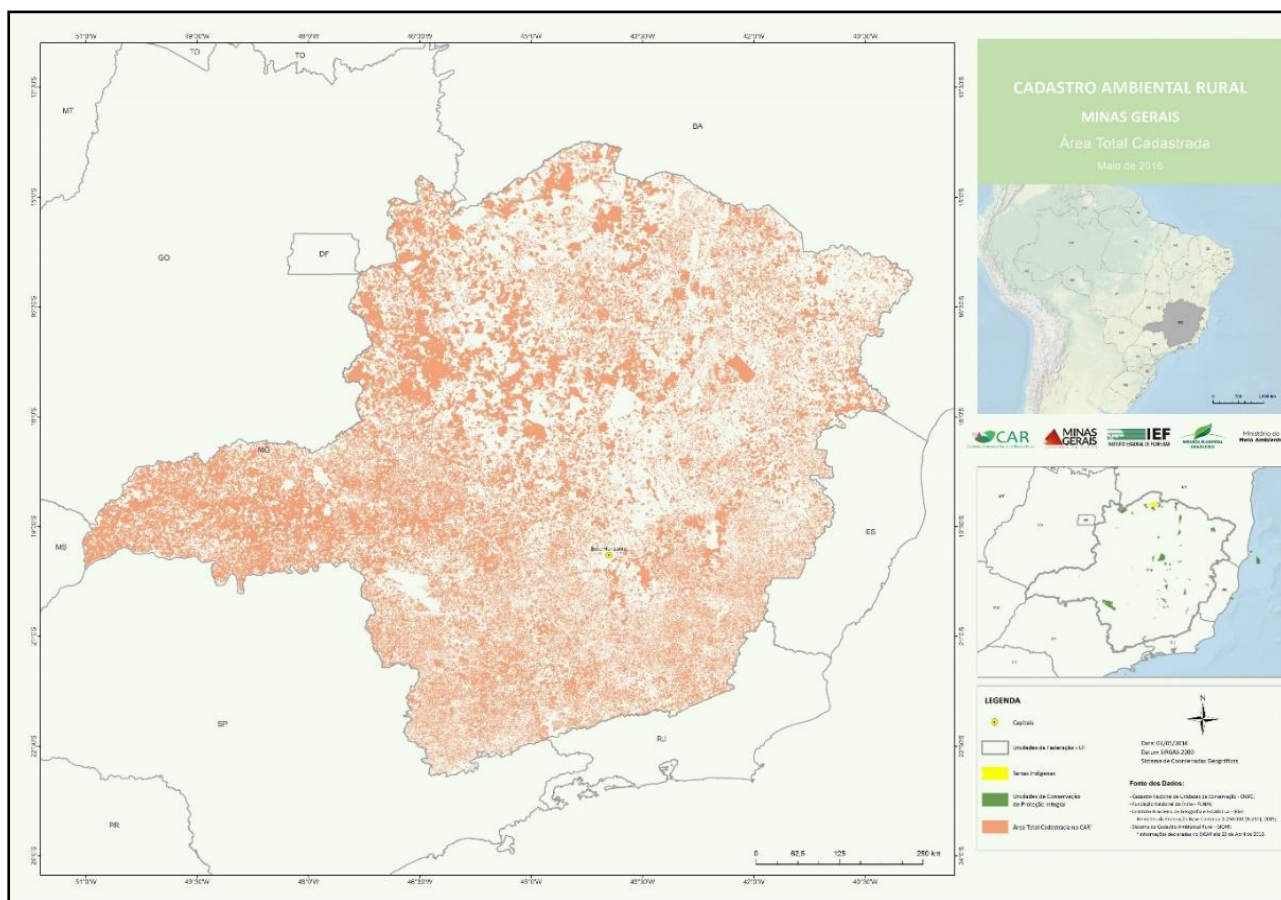


água disponível, potencializadas pelo alto grau de degradação na região das áreas de proteção ambiental, principalmente as de cuidado especial como as *Áreas de Preservação Permanente - APPs*, que contribuem positivamente na recarga hídrica e na disponibilidade qualiquantitativa da água.

A maior parte das áreas antropizadas na bacia do rio Doce encontra-se localizadas em imóveis rurais, pertencentes a posseiros ou proprietário particulares e a sua regularização ambiental/florestal é obrigatória a todos eles, por meio de processo previsto no Novo Código Florestal Brasileiro, Lei n.º 12.651/2012, corroborado pela Lei Florestal de Proteção à Biodiversidade do Estado de Minas Gerais, Lei n.º 20.922/2013. É importante salientar que essa regularização deverá ser atendida não apenas em cumprimento aos dispositivos legais, mas, principalmente, porque são ações necessárias para se alcançar a sustentabilidade proposta pelo espírito dessas leis e assim alcançar um meio ambiente equilibrado.

Nesse sentido, o instrumento oficial para a regularização supracitada é o CAR (Cadastro Ambiental Rural). O processo do CAR teve início no ano de 2014 com prazo final em 2019. De maneira breve, ele é acessível a qualquer cidadão (posseiro, proprietário, representante, consultor, ou até mesmo o poder público) que realiza o *download* do programa para seu computador, preenche o módulo de inscrição com todas as informações ambientais do imóvel rural e gera o arquivo de extensão “.CAR”. O arquivo é transmitido pela página do CAR gerando um Recibo, documento de comprovação da inscrição. Em Minas Gerais, o portal oficial do CAR era até então o [www.car.mg.gov.br](http://www.car.mg.gov.br), migrado em 2018 para [www.car.gov.br](http://www.car.gov.br) e nele estão o sistema para inscrição e todas as informações e novidades sobre o assunto.

O cadastramento teve início em maio de 2014 e hoje já possibilita um diagnóstico muito rico da situação ambiental do estado. Passado quase todo o período de inscrição Minas Gerais conta hoje com mais de 660 mil imóveis rurais cadastrados, totalizando uma área de aproximadamente 40 (quarenta) milhões de hectares sendo praticamente toda sua extensão (Figura I.1).



**Figura I.1 - Área de imóveis rurais inseridas no sistema de inscrição do Cadastro Ambiental Rural - CAR no Estado de Minas Gerais.**  
**Fonte: SEMAD/IEF, 2019.**

De acordo com dados da SEMAD/IEF (2019), cerca de 600 mil desses imóveis são menores do que quatro módulos fiscais, em geral pequenos agricultores (Tabela I.1). Esse cenário faz com que esses importantes atores demandem uma atenção especial e políticas específicas por parte do poder público, uma vez que eles possuem, mesmo que individualmente, grandes extensões de áreas a serem recuperadas, principalmente aquelas destinadas à conservação e preservação da água como as APPs hídricas e de proteção especial, encostas destinadas a recarga de aquíferos.

FEIÇÃO	TOTAL DE IMÓVEIS DECLARANTES	TOTAL DA ÁREA (ha)	% DA ÁREA DO ESTADO
Imóveis	728.119	44.115.111,84	75,218
> 4 módulos fiscais	57.730	26.735.873,21	45,584
< 4 módulos fiscais	670.552	17.397.050,92	29,656
<b><u>Área de Preservação Permanente em área antropizada não consolidada</u></b>	<b><u>224.246</u></b>	<b><u>279.021,80</u></b>	<b><u>0,473</u></b>
APP com Vegetação Nativa	210.157	655.503,09	1,122
<b><u>APP de “escadinha” segundo art. 61-A da Lei 12.651 de 2012</u></b>	<b><u>130.750</u></b>	<b><u>120.319,14</u></b>	<b><u>0,198</u></b>
APP Total	565.154	1.054.844,03	1,793
RL Averbada	90.152	2.525.762,34	4,301
RL Aprovada e não provada	22.625	210.660,37	0,352
<u>RL Proposta</u>	668.576	5.041.162,90	8,591
RL total	781.352	7.777.585,61	13,266
Vegetação nativa	754.993	11.293.493,16	19,25
<b><u>Área consolidada</u></b>	<b><u>636.448</u></b>	<b><u>21.940.083,06</u></b>	<b><u>37,4</u></b>

Tabela I.1 - Estratificação das informações inseridas no Sistema de inscrição do Cadastro Ambiental Rural - CAR no Estado de Minas Gerais. Fonte: SEMAD/IEF, 2019.

E foram exatamente os dados acima, extraídos do CAR, que fundamentaram a realização da presente pesquisa, sendo essas as Áreas de Preservação Permanente APPs “Vazias” e de “Escadinha”, conforme art. 61-A da Lei 12.651 de 2012 e as *Áreas Consolidadas*.

As APPs “Vazias” são Áreas de Preservação Permanente - APPs definidas por força de lei e que foram declaradas pelo Posseiro/proprietário rural como sem a presença de vegetação nativa ou degradada e que por consequência deverão ser recuperadas. Já as APPs de “Escadinha” e as *Áreas consolidadas* são dispositivos novos trazidos pela Lei Florestal que permitem ao detentor do imóvel a continuidade da utilização de APPs, desde que essa ocupação e a supressão de vegetação tenha se iniciado antes do ano de 2008, dentre outras condições.

As APPs de escadinha referem-se às faixas de recomposição dessas áreas, que será diferenciada em função do tamanho do imóvel, medido em módulos fiscais - MF, unidade de medida agrária, expressa em hectare e variável por município. Para aqueles imóveis que ocupavam as faixas de APP antes de 22 de julho de 2008, data da lei anterior, ele poderá continuar com determinadas atividades (agrossilvipastoris, turismo rural, dentre outros) e a recuperar faixas diferenciadas em função do tipo de corpo hídrico (Rio, nascente, vereda, lagos, etc.) e do tamanho do seu imóvel. Ex. Para cursos d’água com até 10 metros de largura APP é de 30 m em cada margem, entretanto, se ele ocupava essa área até de 2008 De 5 metros, para imóveis rurais com área de até 1 M, 8 metros para imóveis rurais de área superior a 1 MF e de até 2 MF, 15 metros para imóveis rurais com área superior a 2 MFs e de até 4 MF e 30 metros para imóveis rurais com área superior a 4 MF. Esse mesmo regramento, com faixas diferentes, se aplica a nascentes, veredas, lagos naturais e artificiais.

Entretanto, para que essas áreas sejam reconhecidas elas devem ser fiscalizadas e validadas pelos órgãos ambientais competentes (SEMAD/IEF) e é fato que em muitas delas a ocupação se deu em data posterior a 2008 e por força de lei também deverão ser recuperadas.

Dados do estudo *Economia da Restauração Florestal* (2015) elaborado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a The Nature Conservancy (TNC), que contou com apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a participação

do Governo de Minas Gerais apontam que no bioma da Mata Atlântica os custos de recuperação no Estado podem variar de R\$ 10 mil a R\$ 40 mil por ha, considerando a variação das diversas técnicas a serem empregadas, em condições ambientais favoráveis a desfavoráveis.

Esse valor, multiplicado pelo dado levantado pelo CAR, pelo menos 270 mil hectares, mas que ainda pode aumentar significativamente nos dá a ideia dos altos valores para se recuperar as APPs no Estado. Mais de 200 mil imóveis declararam que têm APP a recuperar, sendo grande parte deles pequenos e médios agricultores e que terão grande dificuldade, principalmente financeira, mas também técnica em promover essa recuperação.

Há que se considerar ainda que a quantidade de APP a recuperar pode e deve aumentar consideravelmente quando da validação desses dados, processo que ainda em 2020 não se iniciou no Estado de MG.

## **I.2 - Justificativas**

Segundo Dias (2015) conhecer as relações existentes entre os processos hidrológicos e os ecossistemas florestais é fundamental para a conservação das bacias hidrográficas e dos recursos hídricos. E um dos principais instrumentos legais a viabilizar essa proteção dos recursos hídricos, se não o mais importante, são as áreas de preservação permanente.

Partindo dessa concepção a primeira e mais importante justificativa vem oportunamente do Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Manhuaçu - PARH Manhuaçu, componente do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce e dos Planos de Ações de Recursos Hídricos para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito Da Bacia Do Rio Doce – PIRH. Em suma, além de um rico diagnóstico técnico e administrativo da bacia, com diretrizes legais a serem cumpridas, o PARH Manhuaçu traz os objetivos, metas e ações físicas, quantificadas e com prazos estipulados para a sua execução.

E uma dessas intervenções é exatamente o objeto dessa pesquisa manifestado a partir da expressão dos atores presentes na bacia como sendo a recuperação e

conservação das áreas de preservação permanente e de recuperação de áreas já degradadas ou em processo de erosão (PARH Manhuaçu - A bacia que queremos/ A bacia que podemos).

Tal recomendação deu origem ao Programa P 52/52a – Projeto de Recomposição de APP's e nascentes da bacia, diretamente associado ao P 24 - Programa Produtor de Água. Ambos reforçam a correlação recursos hídricos/manejo florestal supracitada, no sentido de aumento da disponibilidade qualiquantitativa de água, redução do carreamento e transporte de sedimentos para o leito dos rios, aumento da cobertura vegetal, dentre outros. O programa ainda não foi implementado e grande parte dessas ações não se iniciaram, fazendo do presente projeto de pesquisa um instrumento de auxílio a essas iniciativas.

Nesse sentido, por lei, considera-se APP a área, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos (...). E é exatamente nesse contexto que se insere a justificativa de realização da presente pesquisa, uma vez que ela propõe o aumento qualiquantitativo da disponibilidade hídrica na sub-bacia por meio da restauração ecológica das áreas de APPs hídricas e de proteção especial com a utilização de Sistemas Agroflorestais - SAFs, uma alternativa ambientalmente adequada e economicamente viável e que viabiliza a sua implantação e manutenção.

O novo Código (Lei 12.651/2012 e 20.922/2013) traz uma das maiores inovações na política florestal brasileira contemporânea e que serviu de fundamento ao presente projeto de pesquisa. Ele passa a permitir que a recuperação das APPs possa ser realizada por meio da implantação de sistemas agroflorestais que mantenham a finalidade ambiental da área, em até 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recomposta o que até então era vedado pelas legislações anteriores.

Os Sistemas Agroflorestais são práticas sustentáveis de uso da terra que combinam, simultâneo ou em sequência, a produção de cultivos agrícolas com plantações de árvores frutíferas ou florestais e/ou animais, utilizando a mesma unidade de terra e aplicando técnicas de manejo compatíveis com as práticas culturais da população local.

Isto posto, a utilização dos SAFs pode ser uma alternativa viável financeiramente à recuperação das APPs degradadas na bacia do rio Manhuaçu, uma vez que agora o produtor rural pode ter algum aproveitamento econômico ao mesmo tempo que promove



a recuperação dessas áreas, agregando a esse processo também um dos pilares do desenvolvimento sustentável, o equilíbrio.

Entretanto, por ser uma técnica nova, uma vez que a legislação brasileira jamais havia permitido até então recuperação de APPs por meio de SAFs, não existindo até o presente estudos mais aprofundados alusivos ao assunto e muitas lacunas bibliográficas, é onde se insere a presente pesquisa. SAFs são muito utilizados até hoje para recuperação de áreas produtivas, mas diversos autores dão conta que é possível sim e recuperação de áreas de proteção especial (APPS e outras) por meio da sua aplicação.

### **I.3 - Objetivos**

Frente então aos óbices inerentes à recuperação dessas áreas de APP e de proteção especial, umas das grandes dificuldades encontradas também quando da implementação de projetos como os SAFs é exatamente o envolvimento dos atores necessários, nesse caso os detentores dos imóveis onde estão localizadas essas áreas. Isso acontece uma vez que várias das ações a serem tomadas passam por restrições e limitações à utilização de áreas economicamente importantes o que pode levar ao seu insucesso.

Sendo assim, o projeto de pesquisa tem como objetivo maior e principal o aumento qualiquantitativo da disponibilidade hídrica na sub-bacia por meio da restauração ecológica das áreas de APPs hídricas e de proteção especial mediante as seguintes ações e etapas:

- a) Construção de uma sistematização de experiências exitosas de restauração por meio de SAFs resultando num diagnóstico e um banco de dados da bacia hidrográfica;
- b) Elaboração de uma cartilha em linguagem didática apropriada ao público alvo, pequenos detentores de imóveis rurais da bacia do rio Manhuaçu com áreas de APP a recuperar, apresentando sugestões de Modelos de Restauração Ecológica dessas áreas por meio de Sistemas Agroflorestais – SAFs.

#### I.4 - Relevâncias para a linha de pesquisa

Espera-se que as informações e o conhecimento gerado assente aos resultados obtidos por meio deste trabalho se traduzam no aumento qualiquantitativo da disponibilidade hídrica na bacia e para que as populações que ocupam aquele território possam desenvolver suas atividades econômicas e de sustento concomitante à preservação do meio ambiente e a conservação dos recursos hídricos. Tais técnicas são vitais para que os atores inseridos naquele espaço possam no futuro obter os recursos financeiros necessários à manutenção dessas áreas combinadas à sua proteção, sendo esse um dos princípios da sustentabilidade, o equilíbrio. E indo de encontro tanto da área de *Regulação e Governança de Recursos Hídricos* como da sua linha de pesquisa em *Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água*.

Nesse sentido, para auxiliar a conservação e um melhor aproveitamento da água, a bacia hidrográfica se apresenta como uma importante unidade de gerenciamento de recursos naturais, especificamente, o recurso hídrico. A adoção de um manejo eficiente contribui não só para um uso sustentável dos recursos hídricos, mas também para a melhoria da produção de água de forma geral. A cobertura vegetal dos vários ecossistemas presentes em uma bacia exerce funções hidrológicas, ecológicas e são vitais não só para o desenvolvimento das populações humanas, como também da biodiversidade como um todo (NOLASCO, 2015).



## CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico a seguir consiste na revisão dos trabalhos já existentes sobre o tema aqui abordado e seu *Estado da Arte*, por meio de fontes diversas sendo essas livros, artigos, teses, dentre outros, sob o aspecto teórico e de outros estudos e pesquisas já realizados (LAKATOS; MARCONI, 2003), dividido em tópicos por relevância, são eles:

- Arcabouço legal;
- Restauração Ecológica;
- Sistemas Agroflorestais - SAFs
- SAFs na restauração de áreas degradadas.

### II.1 - Arcabouço legal

Sob o enfoque dos aspectos legais os diplomas que remetem à pesquisa são o Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651/2012, recebido pela Lei Florestal de Proteção à Biodiversidade do Estado de Minas Gerais, Lei n.º 20.922/2013 nos dispositivos alusivos às Áreas de Preservação Permanente - APPs que, em artigos diferentes, mas com redações análogas, item II do Art 3º e Art 8º respectivamente, trazem o seu conceito:

*“(...) Considera-se APP a área, coberta ou não por vegetação nativa, **com a função ambiental de preservar os recursos hídricos**, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.”*

#### II.1.2 - Histórico

Para se fazer uma análise mais profunda do espírito e reais objetivos desses diplomas é preciso estudar a situação anterior aos mesmos. Fundamentalmente, o Código Florestal Brasileiro foi criado pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. As APPs, assim definidas, foram transformadas em Reservas Ecológicas nos termos do Artigo 18 da Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981 e do Decreto n.º 89.336, de 31 de janeiro de 1984, bem como pela Resolução CONAMA n.º 004, de 18 de setembro de 1985, nos termos do Artigo 3º.

A partir da Constituição Federal de 1988, toda a legislação na área ambiental tornou-se, por princípio institucional, de competência da União e dos Estados. A União estabelece os princípios gerais e o Estado legisla concorrentemente esses princípios, não podendo nessa esfera contrariar os princípios gerais.

De acordo com Gonçalves (1992) o arcabouço legal até então, em muitos casos quase redundante, faziam do país um pródigo em leis ambientais. O código anterior já era a lei maior no tocante à preservação de sítios e florestas, mas pecava por inverter o sentido da preservação, tratando a floresta como o objeto, quando em muitos casos ela era, na realidade, o instrumento de proteção e cabendo assim uma revisão. Tecnicamente, Gonçalves (1991) relacionou uma progressão nos conceitos ecológicos, partindo de uma ideia inicial de preservacionismo, passando pelo protecionismo e conservacionismo, para culminar com a ideia do tecnicismo. O preservacionismo é o conceito no qual o meio ambiente e as florestas devem ser tratados como um objeto intocável e sem direito a uso, desconhecendo a interação social, ou seja, a participação do ser humano. Já o conservacionismo, apoiado no protecionismo, permite a participação interativa do homem e reconhece o ambiente como resultado de um processo em que as mudanças e alterações são às vezes necessárias para a acomodação do bem-estar social.

Dessa forma, a legislação brasileira até então, em relação ao meio ambiente, já apresentava um caráter preservacionista, havendo a necessidade de evolução dos conceitos técnicos, pois, pela situação em que se encontrava o meio ambiente, a lei ainda não contribuía de forma efetiva para a preservação ambiental e em alguns casos ela não estimulava à recuperação daquilo que já tinha sido degradado.

Ainda segundo Gonçalves (1992), o cultivo de espécies exóticas no Brasil, já tinha levado a uma divisão das florestas em “florestas produtivas” e “florestas nativas”, entendendo-se como produtivas aquelas destinadas ao corte e nativas aquelas à preservação. Entretanto, a legislação à época restringia a produção conferida pelas espécies nativas, pela proibição no corte, somado à demora na colheita que desestimulava o produtor rural. Logo, se uma mata ciliar, hoje APPs, se destinava à conservação e preservação das margens e, em última análise, da água, ela era, claramente, um simples instrumento de preservação, já que o objeto de preservação é a água.

Entretanto, por aquelas regras a vegetação não poderia ser uma floresta produtiva, onde o agricultor plantaria e colheria espécies nativas ou exóticas, mesmo obedecendo um plano de manejo bem definido que não deixe sem proteção o objeto de preservação. O que se percebia era que a legislação vigente havia sido elaborada muito mais para proteger as florestas do que para estimular o redesenho do panorama florestal, fazendo com que ele seja muito mais restritivo do que propositivo. Soares (1996) aponta ainda que o agricultor poderia ter uma lavoura à beira do rio, a partir do momento que ele a faz associada com elementos arbóreos, o que seria ecologicamente benéfico para conservar as margens, mas isso era até então vedado pela legislação.

Já para Ab' Saber (1996) acreditava-se que a formulação de estratégias eficientes de conservação e preservação ambiental pressupunha a definição de políticas diferenciadas, pois nesse caso não se está trabalhando com uma realidade homogênea, mas sim com realidades distintas, com problemas e soluções próprias. Na prática, qualquer lei que negue a diversidade de condições naturais, econômicas e sociais será descumprida.

Diante de tais fatos, atribuiu-se então o descumprimento ou a não efetividade da lei em relação às APP's ao caráter predominantemente preservacionista da legislação ambiental, com leis que apresentavam conformação mais política do que técnica, dificultando a possibilidade de usos que poderiam recuperar as APP's em vez de degradá-las, uma vez que já se encontram quase que totalmente alteradas, potencializados por:

- Falta de fiscalização por parte dos órgãos estaduais e federais;
- Conceitos técnicos diferentes para situações semelhantes;
- A dificuldade em tratar as diferentes regiões e situações de forma diferenciada, aplicando a mesma restrição para locais com realidades ambiental, econômica e social totalmente distintas.
- Da forma como tem sido tratada, a lei não estimula as pessoas a preservar, pelo contrário, estimula a degradar, porque se alguém procura preservar, no futuro será penalizado, com restrições de uso em sua propriedade.

- Os programas de reflorestamento dos órgãos do governo, muitas vezes de caráter impositivo/restritivo, não conseguem sucesso, pois a maioria dos agricultores acaba não querendo plantar árvores na mata ciliar ou nos topos de morro, porque depois não podem nem explorar a madeira e nem utilizar nada que produzir ali.

### **II.1.3 - Novo Código Florestal Brasileiro**

Diante desses desafios no ano de 2012 foi editado o novo Código Florestal Brasileiro através da Lei n.º 12.651/2012. Entre as principais inovações destacam-se em sua essência o espírito da obrigatoriedade de proteger e usar, de forma sustentável, as florestas, consagrando o compromisso do País com a compatibilização e harmonização entre o uso produtivo da terra e a preservação da água, do solo e da vegetação. Da mesma forma, incentiva a pesquisa científica e tecnológica na busca da inovação para o uso sustentável do solo e da água, propondo a recuperação e a preservação das florestas e demais formas de vegetação e reconhece essas florestas como instrumento de preservação de cursos d'água, lagoas, nascentes, topos de morro, entre outros que seriam os objetos de preservação por meio das áreas de preservação permanentes APPs, aqui detalhadas.

#### **II.1.3.1 - Áreas de Preservação Permanente - APPs**

Considera-se APP a área, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Nessas áreas, se a vegetação foi cortada ou estiver morta, o produtor é obrigado a recompô-la, mesmo que isso tenha acontecido antes de ele ter comprado a terra (Lei n.º 12.651/2012 - Federal e 20.922/2013 - MG).

##### **a) Margens de rios, ribeirões e riachos naturais, mesmo que esses cursos d'água existam só na época das chuvas**

As faixas marginais de cursos d'água naturais perenes e intermitentes, excluídos os efêmeros, medidas a partir da borda da calha do leito regular, em largura mínima conforme medidas a seguir:

- 30 m (trinta metros), para os cursos d'água de menos de 10 m (dez metros) de largura;
- 50 m (cinquenta metros), para os cursos d'água de 10 m (dez metros) a 50 m (cinquenta metros) de largura;
- 100 m (cem metros), para os cursos d'água de 50 m (cinquenta metros) a 200 m (duzentos metros) de largura;
- 200 m (duzentos metros), para os cursos d'água de 200 m (duzentos metros) a 600 m (seiscentos metros) de largura;

500 m (quinhentos metros), para os cursos d'água de mais de 600 m (seiscentos metros);

#### **b) Entorno dos lagos e lagoas, em faixa, (exceto para reservatórios de geração de energia ou de abastecimento público)**

As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa de proteção, com largura mínima conforme medidas a seguir:

- 30 m (trinta metros), em zonas urbanas;
- 50 m (cinquenta metros), em zonas rurais cujo corpo d'água seja inferior a 20 ha (vinte hectares) de superfície;
- 100 m (cem metros), em zonas rurais cujo corpo d'água seja superior a 20 ha (vinte hectares) de superfície.

#### **c) Entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes**

As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, no raio mínimo de 50m - cinquenta metros.

#### **d) APPs de Declividade**

São consideradas APPs de declividade as encostas ou partes destas com declividade superior a 45° (quarenta e cinco graus), equivalente a 100% (cem por cento), na linha de maior declive; as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa não inferior a 100 m (cem metros) em projeções horizontais; no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 m (cem metros) e inclinação média maior que 25° (vinte e cinco graus), as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação em

relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação as áreas em altitude superior a 1.800 m - mil e oitocentos metros, conforme Figura II.4:

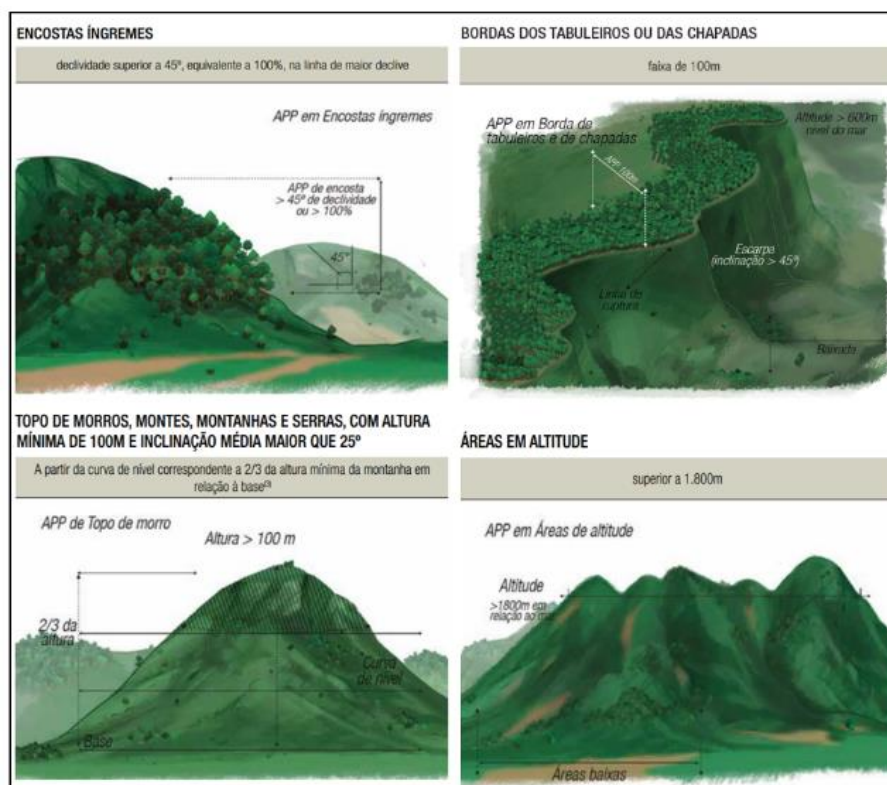


Figura II.4 - Área de Preservação Permanente - APPs de declividade - Cartilha sobre a nova lei florestal de Minas Gerais. Fonte: ALMG, 2014.

### II.1.3.2 - Recomposição das APPs

Ainda sobre as APPs é na sua recomposição que o novo Código Florestal traz uma das maiores inovações na política florestal contemporânea e que é a base do presente projeto de pesquisa. A nova lei passa a permitir que essa recomposição possa ser feita, isolada ou conjuntamente, pelos seguintes métodos listados a seguir o que até então era vedado.

- Condução da regeneração natural de espécies nativas;
- Plantio de espécies nativas;
- Plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas;



- Plantio de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, utilizando nativas de ocorrência regional intercaladas com exóticas, podendo estas ocupar até 50% (cinquenta por cento) do total da área a ser recomposta, no caso de pequena propriedade ou posse rural familiar;
- Implantação de sistemas agroflorestais que mantenham a finalidade ambiental da área, em até 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recomposta, na forma de regulamento.

E é exatamente nesse último dispositivo que está alicerçado o presente projeto de pesquisa que passa a permitir a restauração de áreas de preservação permanente por meio de Sistemas Agroflorestais.

## II.4 - Restauração Ecológica

### II.4.1 - Conceito

O conceito de Restauração Ecológica até o momento é muito discutido por pesquisadores e ainda hoje encontra acepções diferentes. Entretanto, a definição mais conhecida e aceita nos meios técnicos vêm da Instrução Normativa ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) n.º 11/2014, que estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, que em seu Art.2º versa a Restauração Ecológica como:

***“(...) a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original.”***

Outra definição amplamente reconhecida de restauração ecológica é a da Sociedade de Restauração Ecológica (SER), que define essa prática como:

***“O processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído”.***

No entanto, esses conceitos vêm evoluindo e, mais recentemente a Restauração Ecológica foi descrita como:

***“a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais. [...] buscasse garantir que a área não retornará à condição de degradada, se devidamente protegida e/ou manejada”*** (BRANCALION, et al., 2009).

A mesma Instrução do ICMBio traz outros conceitos importantes para essa pesquisa, são eles:

- **Recuperação:** restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;
- **Área perturbada:** aquela que após o impacto ainda mantém capacidade de regeneração natural e pode ser restaurada;
- **Área degradada:** aquela impossibilitada de retornar por uma trajetória natural a um ecossistema que se assemelhe ao estado inicial, dificilmente sendo restaurada, apenas recuperada;
- **Espécie exótica:** qualquer espécie fora de sua área natural de distribuição geográfica, como resultado de dispersão acidental ou intencional por atividades humanas; VII - **espécie problema:** aquela que, sendo considerada nativa herbácea ou arbustiva, exceda o tamanho populacional desejável, interferindo negativamente no processo de recuperação do ecossistema, especialmente por produzir grande quantidade de biomassa, cobrindo o solo e não permitindo a entrada de luz para que outras espécies germinem e se desenvolvam;
- **Espécie invasora:** aquela que, uma vez introduzida a partir de outros ambientes, se adapta e passa a reproduzir-se a ponto de ocupar o espaço de espécies nativas e produzir alterações nos processos ecológicos naturais, tendendo a tornar-se dominante após um período de tempo mais ou menos longo requerido para sua adaptação e cuja introdução ou dispersão ameaça ecossistema, habitat ou espécies e cause impactos negativos ambientais, econômicos, sociais ou culturais;
- **Espécie nativa:** espécie que apresenta suas populações naturais dentro dos limites de sua distribuição geográfica, participando de ecossistemas onde apresenta seus níveis de interação e controles demográficos;



- **Espécie ameaçada de extinção:** aquela constante de listas oficiais de espécies em perigo de extinção, sendo sua sobrevivência incerta, caso os fatores que causam essa ameaça continuem atuando;
- **Resiliência:** capacidade de um sistema suportar perturbações ambientais e retornar a sua tendência sucessional, mantendo sua estrutura e padrão geral de comportamento, enquanto sua condição de equilíbrio é modificada, sendo avaliada pelo tempo necessário para o sistema passar de uma fase para outra do processo sucessional, sendo quanto maior esse tempo, menor a resiliência;
- **Sucessão secundária:** retorno espontâneo da vegetação nativa após supressão total ou parcial da cobertura vegetal do solo;

#### II.4.2 – Restauração Ecológica

Para a aplicação dos conceitos apresentados anteriormente, quase análogos, o ecossistema restaurado contém um conjunto de espécies que ocorrem no ecossistema de referência. Os grupos funcionais (compostos por espécies que desempenham diferentes funções ecológicas) estão presentes ou em processo de colonização da área e as ameaças potenciais à saúde e integridade do ecossistema foram eliminadas ou reduzidas. Ademais, o ecossistema restaurado é suficientemente resiliente para suportar os eventos normais de estresse, é autossustentável e possui o potencial para persistir indefinidamente sob as condições ambientais existentes (RODRIGUES, 2009).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a restauração ecológica tem relação direta com a recuperação de áreas degradadas e a sua aplicação se baseia, principalmente na definição do ICMBio.

Outras visões da restauração ecológica desenvolvidas por instituições reconhecidas internacionalmente têm preconizado a importância do bem estar humano como resultado dos processos de restauração. Por exemplo, a Parceria Global para a Restauração de Florestas e Paisagens - GPFLR considera que “*Restauração ecológica é o processo que tem como objetivo recuperar a integridade ecológica e incrementar o bem estar humano em paisagens com florestas degradadas ou desmatadas*” (Vaz, 2000).

Da mesma forma, a definição da Aliança de Restauração Ecológica dos Jardins Botânicos, uma coalizão global, ressalta que “*a restauração ecológica pode e deve ser um componente fundamental dos programas de conservação e de desenvolvimento*

*sustentável no mundo inteiro em função da sua capacidade inerente de prover as pessoas com oportunidades de não somente reparar os danos ecológicos, mas também melhorar a condição humana”.*

Diante de tantos conceitos é fundamental entender que não há uma fórmula pré-estabelecida para a restauração, pois cada ambiente degradado possui sua história, estando sujeito a um conjunto de características que merecem estratégias específicas. Isso reforça que qualquer estratégia que vise ao restabelecimento de processos ecológicos deve ser categorizada como ações de restauração. A restauração, assim, requer um arcabouço conceitual bem definido, tanto em aspectos relacionados ao estado de degradação quanto à dinâmica das florestas.

Na distinção entre os termos mais utilizados para conceituar as ações, o horizonte espacial, temporal e a participação da espécie humana para a obtenção dos resultados deve prevalecer. Além disso, os indicadores para avaliar a sustentabilidade de áreas restauradas devem focar, além de aspectos ecológicos, aspectos econômicos e sociais, implicando na construção de indicadores para áreas onde há múltiplos usos da terra (MORAES, 2010).

Assim, mesmo que a participação humana não seja necessária na restauração de áreas para preservação, ela é fundamental na conservação de ambientes, principalmente quando utilizada a estratégia de Sistemas Agroflorestais como na presente pesquisa. Diante de tantos entendimentos, é fato que o modelo de restauração ecológica varia de acordo com o contexto e com os objetivos que se quer alcançar.

Em unidades de conservação de uso restrito, por exemplo, onde o objetivo é restaurar ao máximo a composição e a estrutura da comunidade vegetal originalmente presente (ainda que esta referência seja difícil de ser definida), é essencial o estabelecimento de espécies da flora que ocorram no lugar, independentemente de sua importância socioeconômica. Nesse caso, o uso de espécies exóticas não é recomendado pois destoaria dos objetivos previstos para tais áreas.

Já no contexto agropecuário, é fundamental uma abordagem de restauração ecológica que inclua o agricultor ou proprietário rural, tanto no seu planejamento, como na sua implantação e manejo. Neste contexto, sistemas agroflorestais podem viabilizar a restauração, ao restabelecerem processos ecológicos, estrutura e função do ecossistema

a um nível desejado, ao mesmo tempo permitindo um retorno econômico, manutenção dos meios de vida, bem como do conhecimento e da cultura locais (VAZ, 2000). Neste caso, as pessoas são vistas como parte integrante da natureza e protagonistas nos processos de restauração. Visão essa utilizada para o desenvolvimento dos argumentos e sugestões dessa pesquisa na prática para restauração com SAFs.

## **II.5 - Sistemas Agroflorestais - SAFS**

### **II.5.1 - Histórico**

Ao longo do século XX e início de XXI a comunidade científica vem constatando um aumento gradual do interesse dos agricultores em relação ao uso da terra, apesar deles estarem vivendo da agricultura há milênios. A dominância das práticas, das normas e dos argumentos da prática científica ocidental, o conhecimento epistemológico, tem orientado a sabedoria dos agricultores como forma de contribuir para a prática científica. O reconhecimento de que os dois diferentes sistemas de conhecimento (científico e popular) podem contribuir de forma igual e complementar tem crescido (VAZ, 2000), e com isto amplia-se a possibilidade de construir pontes entre esses modos fundamentalmente diferentes de entendimento, percepção e apreensão da realidade. Conseqüentemente, amplia-se o interesse por abordagens participativas que facilitam a maior interação entre os cientistas e os agricultores, em relação aos sistemas de uso e manejo da terra, inclusive os sistemas agroflorestais (MACEDO, 2000).

A participação dos que manejam os recursos naturais é essencial no caso de sistemas agroflorestais, bem como a relevância e a aceitabilidade das mudanças de uso de terra são, frequentemente, específicas para cada situação. Porém, a participação no desenho de sistemas agroflorestais não é uma questão simples de discussões entre os técnicos, ou seja, fora de onde emerge um plano coletivamente acordado para ser implementado. Ao contrário, foi observado que este é um processo de aprendizagem coletiva, que requer adaptações contínuas e até mesmo reversões em princípios até então consolidados.

Os agricultores e cientistas atribuem valores semelhantes aos sistemas agroflorestais, em relação a duas propriedades principais: regeneração de terra e prevenção de degradação. Neste sentido, a regeneração é o resultado da cobertura do solo pela vegetação restaurada, que tem sido estudada como forma de melhorar a

fertilidade do solo (ALTIERI, 1995), embora a taxa com que isto acontece varia muito e depende de espécie e condições biofísicas para crescimento. Portanto, as árvores são incorporadas em muitas iniciativas que apontam para a recuperação de áreas degradadas. No entanto, ainda mais fundamental é o potencial dos sistemas agroflorestais para evitar a degradação do solo e contribuir para o uso sustentável dos recursos naturais. Os princípios básicos de um agroecossistema sustentável, conforme afirma Altieri (1995), são a conservação de recursos renováveis, aqui em especial a água, garantindo-se assim o equilíbrio ambiental tão desejado. O planejamento desses agroecossistemas requer algumas premissas fundamentais:

- 1) Garantir níveis quali-quantitativos satisfatório de água dos diversos corpos hídricos que compõem o ecossistema;
- 2) Assegurar a sua conservação, renovação e disponibilidade continuada;
- 3) Preservar e fomentar a biodiversidade de microorganismos, plantas e animais;
- 4) Promover a ciclagem biológica de nutrientes no solo.

Os sistemas agroflorestais têm sido estudados como uma forma de contribuir com o aumento dessas funções nos sistemas de produção convencionais (ALTIERI, 1989).

O mesmo Altieri (1989) afirma que os sistemas agroflorestais são de grande potencial, particularmente para regiões densamente povoadas e regiões montanhosas dos trópicos úmidos e subúmidos. Os solos nessas regiões foram degradados principalmente por processos erosivos. Em geral, a cobertura florestal foi removida extensivamente para obtenção de madeira e carvão e para ceder lugar a atividades agropecuárias. Além disto, os remanescentes são degradados de forma seletiva, devido à pressão por outros usos (material de construção, lenha etc.). Onde a floresta foi substituída por pastagens, esses campos degradam depressa e a forragem se torna escassa, por causa da baixa capacidade de suporte desses sítios, aliada ao sobrepastejo.

O desmatamento e a erosão reduzem ainda o fluxo de base de rios, devido à diminuição da taxa de infiltração da água das chuvas no solo e ao assoreamento. Estes sintomas contribuem fortemente para a redução da disponibilidade hídrica nesses ambientes, bem como a redução da sua qualidade. Eles também levam ao abandono das terras pelos detentores desses imóveis o que dificulta mais ainda a sua restauração. Em tais ambientes, os sistemas agroflorestais podem ajudar no controle e diminuição do

escoamento superficial e da erosão (LAL, 1991; SANCHEZ, 1995), contribuindo assim para uma melhora significativa e global nas bacias hidrográficas.

O tipos e diferentes manejos de SAFs são resultantes de pesquisas aliadas à práticas, mas possui também um componente abstrato ou discursivo onde processos de sucessão ecológica, conceitos de sustentabilidade e agroecologia são discutidos. Assim, a partir desses fundamentos existem diversos modelos de SAF's aplicados para diversas finalidades, como descrito a seguir e nessa compreensão, segundo Miller (1998) são traçados duas linhas de SAF's: Convencional e Agroecológica assim descritos na tabela II.1:

CONVENCIONAL	AGROECOLÓGICA
Plantio adensado das arvores	Plantio no espaçamento final
Maior estabilidade ecológica e econômica, maior acúmulo de matéria orgânica	Menor acúmulo de matéria orgânica (Biomassa)
Maior flexibilidade para efetuar mudanças no sistema, conforme demandas de mercado e disponibilidade de mão-de-obra	O produto fica preso a um sistema rígido, com a trajetória pré-determinada e poucas possibilidade de execução

Tabela II.1 - Diferentes tipos de SAFs - Fonte: DAVIDE, 2016.

Em ambos os modelos diversidade é essencial para a estabilidade biológica e econômica. À medida que a diversidade aumenta, maior será a flexibilidade e a possibilidade de alterar o manejo em resposta à evolução do SAF e de mudanças de objetivos da restauração.

Dentre os principais benefícios ambientais dos SAF's destacam-se a conservação do solo e decorrente garantia de níveis quali-quantitativos satisfatório de água dos diversos corpos hídricos que compõem um ecossistema, assegurando a sua conservação, renovação e disponibilidade continuada. Eles proporcionam ainda um melhor controle de temperatura e umidade relativa do ar e do solo, elementos climáticos esses que alteram-se bastante em condições de áreas abertas, sem árvores. Nos SAF's, a presença do componente arbóreo contribui para regular a temperatura do ar, reduzindo sua variação ao longo do dia e, conseqüentemente, tornando o ambiente mais estável, o que traz benefícios ambientais dos mais diversos possíveis.



## II.5.3 - Classificação dos sistemas agroflorestais

Os SAFs podem ser classificados conforme sua estrutura no espaço, desenho ao longo do tempo e a função dos seus diferentes componentes e objetivos de implantação (DAVIDE, 2016):

### II.5.3.1 - Sistema Alley Cropping

O sistema Alley Cropping surgiu na Ásia e é uma prática empregada em regiões tropicais da Ásia e África. Neste sistema as espécies agrícolas são consorciadas entre as linhas plantadas com espécies florestais. Estas espécies introduzidas nas linhas normalmente são leguminosas fixadoras de nitrogênio ou espécies capazes de produzir grande quantidade de biomassa. Essas espécies são podadas periodicamente com o objetivo de fornecer biomassa e matéria orgânica para o cultivo. O espaçamento utilizado é variado, porém não se recomenda espaçamentos inferiores a 3 metros entre as linhas de árvores.

As linhas de árvores impedem a erosão superficial, aumentam a infiltração e retenção de água no solo, enquanto as herbáceas leguminosas fixam nitrogênio do ar e contribuem com a estrutura química do solo, além de reduzir a evaporação na superfície do solo, controlar plantas invasoras e aumentar a matéria orgânica no solo (Figura II.5).



Figura III.5 Modelo do sistema Alley cropping - Fonte: DAVIDE, 2016.

### II.5.3.2 - Sistema Taungya

Ainda segundo Davide et al. (2016) este sistema foi desenvolvido inicialmente na Europa e adaptado para outras regiões. Constitui na substituição florestal constituído por dois componentes: um arbóreo (permanente) e outro agrícola (temporário). O componente florestal normalmente possui finalidade comercial (madeira, fibra, carvão), já o componente agrícola é composto por culturas de subsistência, como feijão e milho, mandioca e arroz, que são cultivados durante os dois a três primeiros anos do reflorestamento. Define-se como um sistema que abrange práticas de uso múltiplo do solo, envolvendo as produções conjuntas de culturas florestais e agrícolas. A finalidade inicial deste sistema é diminuir o custo de implantação da floresta comercial, através da produção agrícola, além do plantio florestal se beneficiar de capinas e adubações dos cultivos agrícolas.

Este sistema consiste no cultivo em terras de encostas, sendo permitida também a sua utilização como método de recuperação de áreas degradadas com declividades mais suavizadas. Os cultivos agrícolas usados são de ciclo curto existindo também o plantio uniforme de espécies florestais comerciais e nativas frutíferas. Os principais tratamentos culturais são as podas periódicas (de formação e de limpeza), cortes seletivos (das espécies madeireiras) e disposição desses no terreno para enriquecimento da área.

A vantagem deste sistema é a visível redução dos custos iniciais de implantação e manejo. Possibilita também a recuperação de áreas exploradas com baixo custo. As culturas intercalares além de não prejudicarem o crescimento das espécies florestais, em muitos casos têm gerado benefícios às mesmas, contribuindo com a obtenção de melhores estandes de desenvolvimento inicial. (Figura II.6).

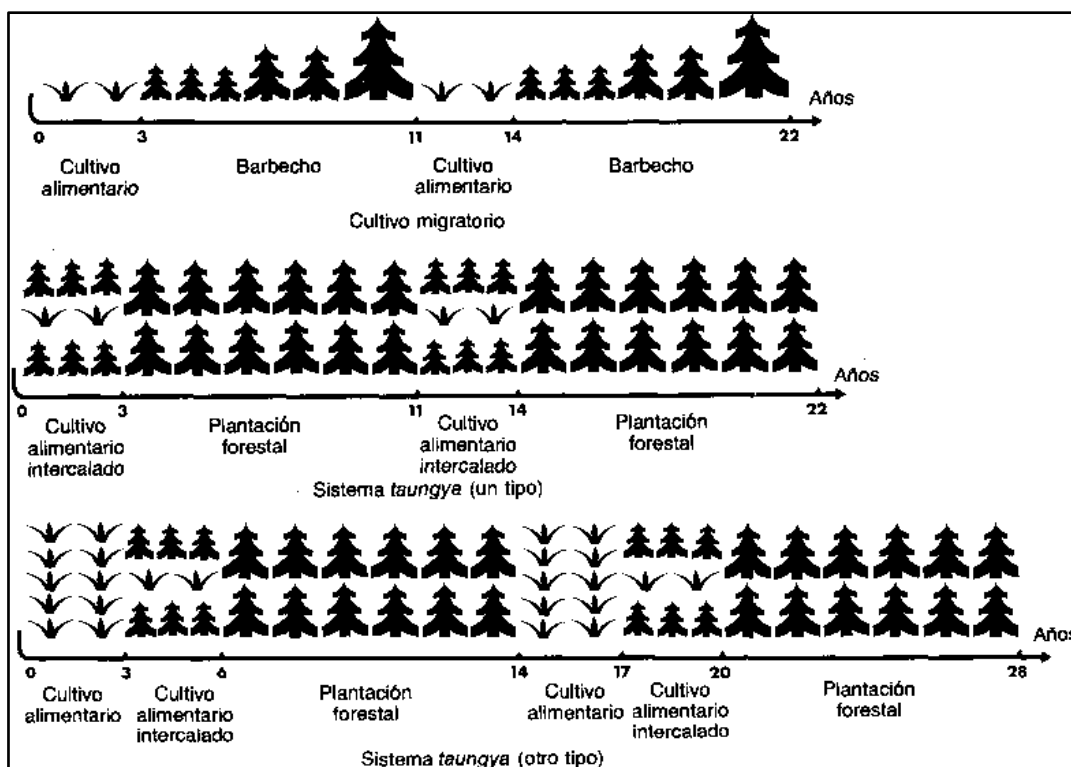


Figura II.6 Sistema Taungya - Fonte: DAVIDE, 2016.

### II.5.3.3 - Sistema multiestrato

Classificações multiestrato (NOLASCO, 2015) são definidos como policultivos multiestratificados ou simplesmente agrofloresta. É uma mistura de um número limitado de espécies perenes associado a outras espécies vegetais, formando diversos estratos verticais. É um dos modelos mais utilizados nos estados do Acre, Amazônia e Rondônia. As espécies arbóreas não são destinadas somente a comercialização de madeira, mas permanecem no sistema por um longo tempo para produção de frutos e sementes que são comercializados.

Este sistema busca regenerar um consórcio de espécies que estabeleça uma dinâmica de formas, ciclagem de nutrientes e equilíbrio dinâmico análogos à vegetação original do ecossistema em que será implantado. Para isso, baseia-se em grande parte na própria sucessão de espécies nativas.

Devido aos diversos usos comerciais ao qual este sistema pode estar associado, a produção será de um ciclo de médio a longo prazo quando se introduz espécies



madeiras e frutíferas, com culturas semiperenes e perenes. As espécies arbóreas desenvolvem também um papel de planta sombreadora dos cultivos.

Em função da diversificação proposta por este sistema, a agrofloresta torna-se mais parecido com o ambiente natural, advindo daí um maior equilíbrio biológico, reduzindo os problemas fitossanitários ocasionados em monocultivos, devido às barreiras entre plantas, mudanças de microclimas e aumento de inimigos naturais de patógenos e pragas, favorecendo seu controle natural. Os vários estratos da vegetação proporcionam uma utilização mais eficiente da radiação solar e da área disponível. Certas espécies agrícolas necessitam de certo grau de sombreamento e, ou proteção contra o vento, frio ou calor excessivo, o que pode ser provido pelas espécies arbóreas. Vários tipos de sistemas radiculares explorando diferentes profundidades determinam um bom uso do solo, e as culturas consorciadas se beneficiam com o enriquecimento da camada superficial do solo, resultante da reciclagem mineral gerada pelas culturas arbóreas (Figura III.7).



Figura II.7 - Sistema multiestrato - Fonte: DAVIDE, 2016.

#### II.5.3.4 - Sistema Quebra-Vento

Os Sistemas *Quebra-Vento* (NOLASCO, 2015) são fileiras de árvores plantadas no sentido de cortar a direção dos ventos dominantes, para diminuir sua velocidade ou modificar a sua direção. Também podem proporcionar um microclima favorável para outras culturas agrícolas, podendo haver um aumento na produção e redução no custo da cultura, além benefícios ambientais, como diminuir o ressecamento do solo, abrigo para

animais, auxílio no controle de erosão, auxílio na conservação de lençol freático, benefício na apicultura, alimento para fauna silvestre e contribuição para a ciclagem de nutriente no solo (Figura III.8).

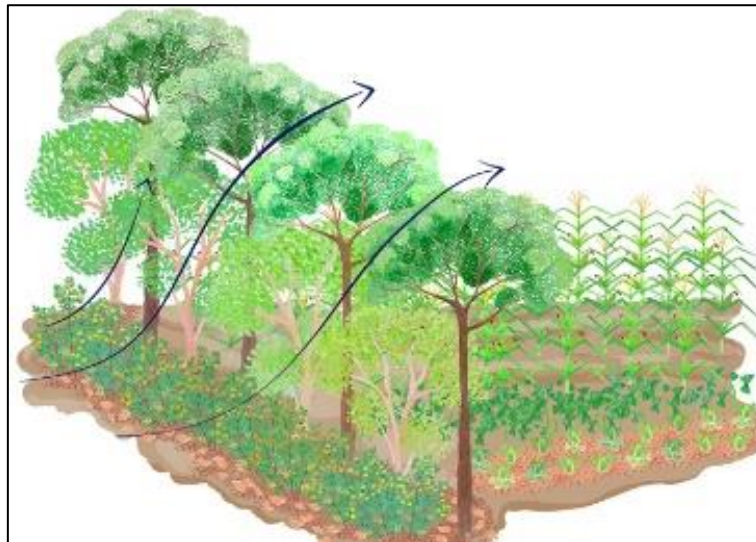


Figura II.8 - Sistema Quebra-Vento - Fonte: DAVIDE, 2016.

### II.5.3.5 - Capoeira Melhorada

A *Capoeira Melhorada* (NOLASCO, 2015) consiste no enriquecimento da capoeira por meio da introdução de espécies secundárias e intervenções como desbastes e cortes de cipós, favorecendo a regeneração (Figura III.9).

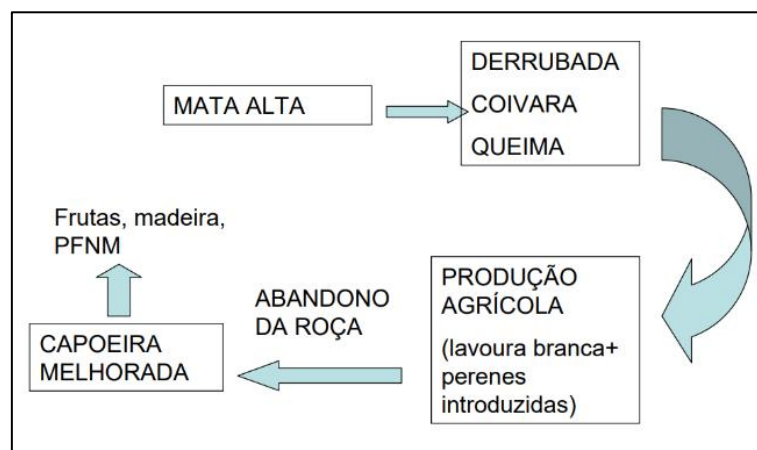


Figura II.9 - Sistema Capoeira Melhorada - Fonte: DAVIDE, 2016.

## II.6 - SAF's na Restauração de Áreas Degradadas

O tema restauração de áreas degradadas tem sido objeto de numerosos estudos uma vez que alcança desde áreas de proteção ambiental em pequenos imóveis até grandes extensões produtíveis dos setores agrícola e industrial, mesmo quando essas fazem o uso de tecnologia moderna (DIAS, 2011).

Pesquisas sobre o tema inicialmente davam ênfase a trabalhos de revegetação apoiados na intervenção no ambiente (substrato, vegetação, fauna, etc.), corrigindo ou acrescentando o cenário anterior à degradação. Em geral, tinham por objetivo somente o estabelecimento de um "tapete verde" (efeito paisagismo), muitas vezes com espécies agressivas e de rápido crescimento, como a braquiária ou a pupunha (*Bactris gasipaes*) por exemplo, que possuem um sistema radicular mais extenso e podem prejudicar o desenvolvimento das demais plantas componentes do conjunto.

Hoje, as atuais estratégias de restauração são baseadas no princípio da sucessão ecológica, que consiste na implantação de espécies pioneiras, iniciais e tardias até chegar ao clímax; é a mudança temporal da composição em espécies e da estrutura de comunidades em uma área. É o processo que ocorre mediante a substituição de espécies em relação as suas adaptações ao substrato, à irradiação luminosa e à competitividade, culminando em sistemas mais estruturados, diversos e complexos que os iniciais.

Para os SAF's, quando utilizados em processos de restauração eles atuam diretamente na melhoria da estrutura e fertilidade dos solos, pois a diversificação do componente arbóreo, arbustivo e herbáceo exerce influência positiva sobre a base do sistema: os solos. A matéria orgânica do solo advinda dos sistemas agroflorestais é de fundamental importância para a recuperação de áreas degradadas, propiciando boas condições físicas ao solo, incluindo a capacidade de retenção de água, suprimento de nutrientes, protegendo-os contra a lixiviação até serem liberados pela mineralização.

Assim, as práticas agroflorestais podem ser aplicadas de diversas formas na recuperação de solos degradados. Para isso é fundamental a correta escolha das espécies arbóreas e dos demais componentes do sistema. A tabela II.2 apresenta-se algumas formas de degradação comumente observadas e os sistemas agroflorestais recomendados para cada situação.

SITUAÇÃO DA ÁREA	SISTEMA ADOTADO
<p>Áreas desmatadas e degradadas pela derrubada e queima de árvores, com emissão de CO<sub>2</sub>, exposição do solo diretamente à chuva, provocando erosão e assoreamento dos rios, desequilíbrios da flora e fauna, com consequente empobrecimento do solo</p>	<p>Tais situações podem ser recuperadas com o Sistema Taungya, cultivos sequenciais, enriquecimento de capoeira, sistema multiestrato.</p>
<p>Áreas erodidas pela água de chuvas, acarretando perda de solo, reduzindo sua capacidade de armazenar nutrientes e água, provocando altos índices de compactação do solo</p>	<p>Pode-se recuperar tais áreas através de barreiras vivas e multiestratos.</p>
<p>Áreas de baixa fertilidade e mal drenadas, com perdas de matéria orgânica e de nutrientes, com impedimentos físicos ao desenvolvimento de raízes, com crescimento reduzido de árvores.</p>	<p>Pode-se adotar o sistema multiestrato, juntamente com sistema Alley cropping.</p>
<p>Áreas áridas, solos com camadas duras, com dificuldade de armazenamento de água e nutrientes</p>	<p>Uso de quebras ventos, cercas-vivas, Alley cropping.</p>
<p>Capoeiras com baixa diversidade e, ou áreas marginais</p>	<p>Enriquecimento de capoeira, Sistema multiestrato.</p>
<p>Áreas de encosta, alto índice de erosão</p>	<p>Uso de fileiras de árvores em terraços (cerca-viva)</p>
<p>Pastagens degradadas, com cobertura vegetal deficiente</p>	<p>Arborização de pastagens (sistema multiestrato: sucessão e os consórcios devem reproduzir a vegetação nativa do local)</p>

**Tabela II.2 - Formas de degradação comumente observadas e os sistemas agroflorestais recomendados para cada situação - Fonte: DIAS, 2011.**

## **CAPÍTULO III - METODOLOGIAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EMPREGADOS**

A metodologia do aludido projeto de pesquisa teve como proposta o seu desenvolvimento dividido em trabalhos de coleta de dados já existentes, sendo esses levantamentos de campo realizados no passado recente e farta pesquisa bibliográfica. Esse conjunto de dados permitiu alcançar os objetivos propostos e a elaboração da análise dos resultados encontrados.

### **III.1 - Seleção da área, paisagem regional e seus problemas**

A sub-bacia do rio Manhuaçu, onde estão localizados os projetos de SAFs aqui estudados compõem o mosaico da bacia hidrográfica do rio Doce situada na região Leste de Minas Gerais, inserida no domínio da Floresta Atlântica, clima tropical de altitude com temperaturas médias na casa de 18° C, precipitação média de 1.500 mm e com 2-4 meses secos por ano. Com paisagens montanhosa/angular, quase acidentada, as declividades variam de, em média de 20 a 45% e as altitudes comuns de 200 m a 1.800 m (GOLFARI, 1975).

A região já foi praticamente toda coberta por florestas semidecíduais, mas hoje resta pouco mais de 7% da vegetação original (DEAN, 1996). Os tipos de solos predominantes são Latossolos profundos e bem drenados, porém ácidos e pobres em nutrientes disponíveis.

Cerca de 45% da população vive em áreas rurais (IBGE 2010), dedicadas à atividades de agricultura e pecuária, caracterizadas por ocupações antigas, pequena produção e práticas tradicionais (GOMES, 1986).

A cobertura vegetal da região atravessou um ciclo que se iniciou com a Floresta Atlântica, sendo substituída pelas plantações e rebanhos diversos, o que quebrou a eficiente ciclagem de nutrientes do ecossistema florestal e reduziu drasticamente a fertilidade do solo em poucas décadas, principalmente devido à erosão e exportação de nutrientes pelas colheitas. Este processo contribuiu ainda mais para o desmatamento, em virtude da procura de solos mais férteis.



### III.2 - Metodologia da pesquisa

A primeira parte da pesquisa foi dividida em 02 (duas) etapas distintas, porém executadas simultaneamente, são elas:

- a) Seleção da área para a realização de um diagnóstico florestal de uso e ocupação do solo com o levantamento dos dados obtidos a partir da Base do Cadastro Ambiental Rural - CAR;
- b) Levantamento entre os pesquisadores e agricultores para identificar os Sistemas Agroflorestais já existentes ou de práticas de associação de culturas agrícolas com árvores na região;

A partir dessas informações foi realizado um levantamento das experiências existentes de SAF na bacia do rio Manhuaçu e suas proximidades, identificando posteriormente nesses projetos as técnicas e demais aspectos positivos que levaram ao seu sucesso e/ou também as dificuldades na adoção e manejo, com informações e características concernentes a:

a) SAFs situados em áreas declivosas e margens de cursos d' água, incluindo APP's;

b) Métodos utilizados para a obtenção de procedimentos de intervenção em processos erosivos;

c) Métodos de regeneração da vegetação necessária à restauração das áreas, se regeneração natural e/ou regeneração artificial, plantio de mudas e/ou semeadura direta;

d) Condições básica da regeneração natural: fonte de sementes e dispersores; ambiente favorável para a germinação; ambiente adequado para estabelecimento e desenvolvimento da vegetação. Regeneração artificial: Plantio em área total; plantio de enriquecimento; plantio de mudas e/ou semeadura direta;

e) Modelos de plantio: tipo de vegetação, composição e arranjo de campo. Sendo o tipo de vegetação arbórea, arbórea + herbácea e/ou herbácea + lianas. O arranjo: distribuição de grupos ecológicos e forma de distribuir as plantas no campo: Aleatória, sistemática (regular e/ou quincôncio).

f) Forma de distribuir as espécies: por grupo ecológico e/ou arquitetura das plantas; Composição: grupos ecológicos; número de espécies: quantas espécies, quantas

espécies de cada grupo ecológico, proporção de plantas de cada grupo ecológico e/ou quais espécies (adaptações específicas): pioneiras + não pioneiras.

Os desafios e as recomendações de como foram superados ou que levaram ao seu fracasso também foram investigados para assim sistematizar essas experimentações e desenvolver um cartilha em linguagem apropriada destinada aos pequenos detentores de imóveis rurais na bacia, apresentando sugestões de modelos de restauração ecológica de APPs hídricas e outras área de proteção especial por meio de SAFs.

A cartilha supracitada contém instruções de como se planejar, desenhar e implantar um SAF para restauração, compondo-se de:

- O que considerar para obter sucesso na implementação;
- Critérios para escolha das espécies;
- Ferramentas necessárias;
- Técnicas de manutenção e adubação;
- Organização das espécies em função da área e objetivo;
- Desenho do SAF.

### **III.3 - Desenvolvimento**

O desenvolvimento do projeto é composto pelas etapas descritas a seguir, já realizadas conforme descrito mais adiante nesse trabalho:

- Identificação de experiências de restauração florestal (dados secundários);
- Verificação das experiências de restauração (dados primários);
- Análise dos dados adquiridos;
- Consolidação dos resultados.

#### **III.3.1 - Levantamento de dados secundários**

Consiste no levantamento de informações já existentes das experiências de restauração florestal por meio de sistemas agroflorestais na bacia do rio Manhuaçu para elaboração de um banco de dados dessas iniciativas.



Nessas instituições foram procurados projetos ou ações que incluíssem em seu escopo a efetiva atuação em práticas de recuperação, sendo estas:

- Práticas de restauração;
- Fomento à restauração.

### **III.3.1.1 - Identificação e contato com instituições**

A busca das instituições atuantes na bacia do rio Manhuaçu foi realizada a partir de informações publicadas, eventos, vistorias, dentre outras de domínio dos órgãos que compõem o Sistema Estadual de Meio Ambiente - SISEMA, sendo a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de MG - SEMAD e o Instituto Estadual de Florestas - IEF. Após sua identificação, as instituições foram caracterizadas conforme sua natureza jurídica, atuação na cadeia de restauração florestal e abrangência física de sua atuação. Foram considerados como características desejáveis ou indispensáveis:

- Atuação na bacia do rio Doce, mas especificamente na sub-bacia do rio Manhuaçu;
- Atuação em ações de restauração;
- Fomento à restauração;
- Plantios para neutralização de carbono;
- Regularização ambiental.

A partir de uma lista prévia de organizações foram articulados contatos e as instituições que manifestaram interesse em participar do levantamento e que seus projetos atendiam ao escopo foi encaminhada solicitação formal de compartilhamento de dados e informações dos projetos aos quais estavam relacionadas.

### **III.3.1.2 - Prospecção, compilação, análise e seleção dos projetos**

De modo similar à identificação de instituições, a prospecção de projetos foi realizado a partir de informações secundárias e de banco de dados e conhecimento do SISEMA. Os projetos e iniciativas identificados foram caracterizados, buscando subsidiar a posterior escolha das experiências a serem monitoradas, em especial:

- Localização na bacia;
- Métodos de recuperação por SAFs;

- Local na paisagem: floresta ripária, encosta, nascentes, área produtiva e reserva legal;
- Status das iniciativas de plantio: se a atividade está em execução, concluída, ou ainda não iniciada;
- Objetivo da iniciativa: se os projetos foram implantados de forma voluntária ou oriundos de obrigação legal.

As instituições com projetos selecionados foram novamente contatados para solicitação de dados adicionais, em especial, dados precisos de localização e maior detalhamento da iniciativa. Os dados coletados foram compilados em planilhas eletrônicas para realização das análises e posterior elaboração de mapas de localização. A definição das iniciativas a serem monitoradas foi feita a partir do banco de dados detalhado de propriedades disponibilizado pelas instituições, seguindo os critérios:

- Localização na bacia e adjacências;
- Método de recuperação;
- Local na paisagem;
- Amplitude institucional.

Fundamentado nestes critérios foram identificadas 9 (nove) experiências de SAFs, conforme descrito a seguir nesse estudo. Por questões de privacidade e regras quanto à dissertação, embora os detentores dos imóveis onde se encontram os projetos tenham concordado com a divulgação dos dados, seus nomes serão mantidos em sigilo, divulgando somente o município onde eles se localizam.

### **III.3.2 - Levantamento de dados primários**

Entende-se como informações primárias aquelas obtidas a partir do levantamento em campo ao contrário daquelas obtidas de outras fontes, como bancos de dados já existentes. Nessas experiências selecionadas e adotou-se a estratégia de executar o trabalho de campo em 3 (três) etapas distintas: autorização de acesso, mapeamento e

coleta de dados em campo e por meio do preenchimento de questionários por parte dos responsáveis pelas experiências. (Figura III.1).

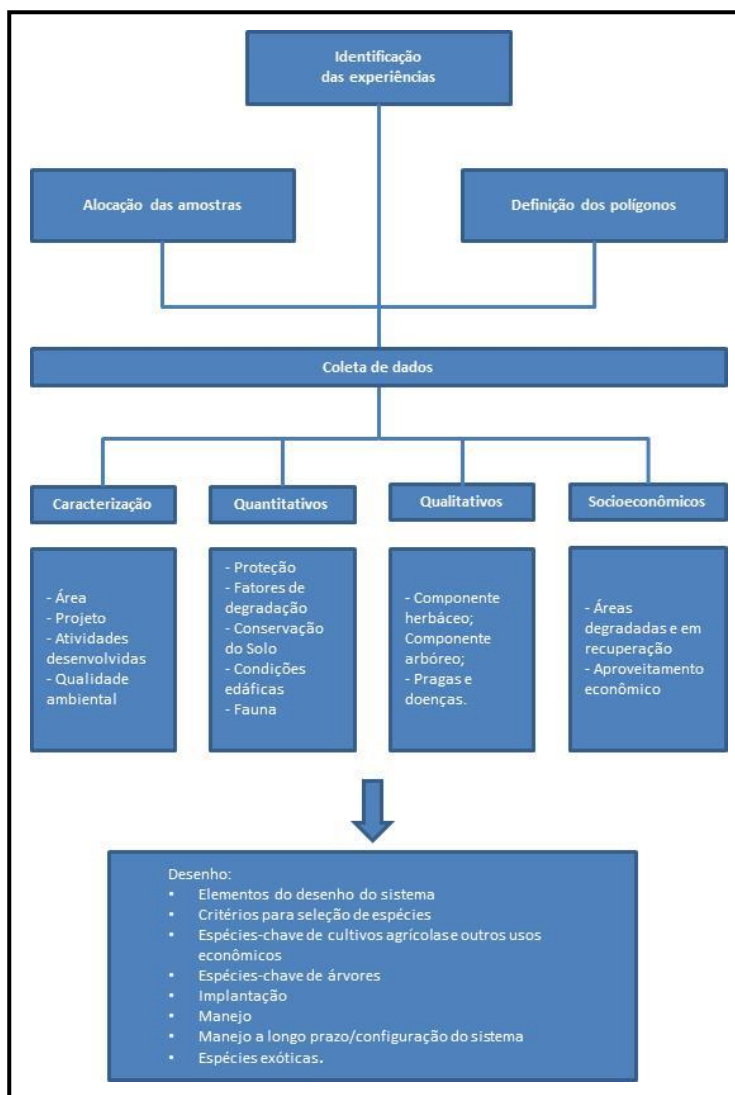


Figura II.1 - Etapas do Levantamento de Informações Primárias

- **Fase 1 - Acesso e Mapeamento:** Executada com os dados obtidos das instituições nos anos de 2017/2018.
- **Fase 2 - Coleta de dados:** Executada com dados coletados no ano de 2018.

### III.3.2.1 - Acesso e Mapeamento

Depois de identificado o proprietário da área foram delimitados os seus polígonos a serem monitoradas alocados da seguinte forma:

- As amostras foram alocadas sobre um Grid de 40 m x 50 m. Nas áreas onde este grid não permitia a alocação de, ao menos, cinco amostras, o mesmo fora definido com dimensões diferenciadas. Aquelas que não estavam incluídas em sua integridade dentro do polígono foram excluídas;

- O cálculo do número de amostras a medir fora determinado a partir da métrica:

- Áreas até 1 hectare: 5 amostras;
- Áreas com mais de 1 hectare: 5 amostras + 1 por hectare.

O critério de seleção das amostras a medir foi sistemático, conforme intensidade amostral requerida (Figura III.2).

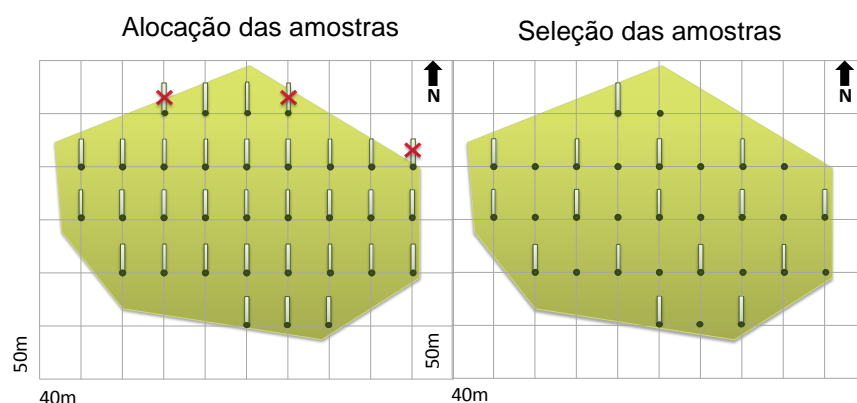


Figura III.2 - Alocação das parcelas - Fonte: SEMAD/IEF 2019.

Acessado os imóveis foi iniciada a coleta de dados, considerando os seguintes aspectos:

#### a) Caracterização da iniciativa

Contemplou o detalhamento das informações acerca da área e da metodologia de restauração/recuperação empregada. A caracterização foi realizada de modo visual e com

contribuição do proprietário ou responsável pela área, etapa na qual foram levantados os dados:

- Dados da Propriedade: proprietário, área e localização;
- Caracterização da Área: características gerais da área e da paisagem onde o projeto está instalado:
  - ✓ Local na paisagem e classificação da área (APP, RL, área produtiva etc.);
  - ✓ Tipologia da vegetação: atual e anterior à recuperação;
  - ✓ Vegetação e uso do solo nos arredores;
  - ✓ Presença de espécies exóticas;
  - ✓ Histórico de queimadas ou erosão;
  - ✓ Estágio sucessional e estado de conservação;
  - ✓ Distância de fragmentos vegetais.
- Caracterização do Projeto de Recuperação: dados do projeto de recuperação, tais como: ano de implantação, área, modalidade, atividades, custos e fonte de recursos utilizados, e metodologia de monitoramento.

## b) Coleta de dados Qualitativos

A coleta de dados qualitativos foi realizada percorrendo-se a área, seguindo a métrica adotada para a instalação e medição de amostras, onde foram levantadas informações qualitativas da área (amostra e entorno) de modo a cobrir toda a extensão da propriedade monitorada. As informações foram compiladas apresentando uma informação global da área, sendo:

**b1) Proteção:** Neste item foi observado o status de proteção da área: nível de isolamento: presença/ausência de cercamento e aceiros.

### b2) Fatores de Degradação:

- Presença de formigueiros: foi avaliada qualitativamente apontando a existência ou não de formigueiros e, em caso positivo, classificando-os em ativos ou inativos;
- Presença de formigas: foi avaliada qualitativamente, verificando os indivíduos plantados e/ou os regenerantes que apresentaram sinais de

ataque por formigas, além do monitoramento no entorno do plantio, localizando os ninhos;

- Presença de Gado: foi avaliada qualitativamente por meio da presença ou de indícios de danos causados pela ação de gado;
- Ocorrência visível de fogo: a ocorrência de fogo foi registrada em casos onde existem vestígios e foi possível sua constatação;
- Cobertura de Solo por Gramíneas e Herbáceas Agressivas: avaliada visualmente, considerando três categorias: área limpa (quando a cobertura do solo estiver entre 0-25%), área de média infestação (entre 25-50% de cobertura do solo) e área de alta infestação (superior a 50% de cobertura do solo).

### **b3) Aspectos de Solo e Relevo:**

- Declividade: classificada em 4 classes: amostra localizada em grota, relevo fortemente inclinado, levemente inclinado ou plano;
- Erosão: a presença de erosão foi observada e classificada como: ausente, laminar, sulco ou voçoroca;
- Práticas Conservacionistas: neste item foram consideradas práticas e técnicas de conservação do solo adotadas na área em recuperação.

### **b4) Condições Edáficas:**

- Áreas úmidas: ocorrência de áreas úmidas ou alagadas e classificação em total ou parcial;
- Afloramento Rochoso: ocorrência de afloramentos rochosos na área e se de forma parcial ou total na área;
- Cascalho: ocorrência de cascalho na área e se de forma parcial ou total na área.

**b5) Fauna (polinizadores / dispersores):** Identificação de vestígios de polinizadores e dispersores de sementes.

### c) Coleta de dados qualitativos

A coleta de dados quantitativos foi realizada a partir da instalação de amostras com dimensão de 100 m<sup>2</sup> cujas coordenadas geográficas haviam sido definidas na etapa de mapeamento e alocação de amostras.

#### c1) Instalação da Amostra

A partir das coordenadas definidas, iniciou-se a instalação da amostra em sentido sul-norte com a colocação de uma estaca, que marca seu início, e definição da linha central de 25 metros com auxílio de trena e bússola.

Da linha central foi lançada a trena, com comprimento de 2 metros para cada um dos lados, perfazendo desta forma, a amostra de dimensões: 25 m x 4 m. (Figura 3.4)

Com o intuito de incluir indivíduos de pequeno porte ao levantamento, foram demarcadas 2 sub-amostras, uma com 1 m<sup>2</sup> e a segunda com 16 m<sup>2</sup>, ambas determinadas com a mesma metodologia adotada para a instalação da amostra principal e marcadas com estacas e fita zebraada (Figura III.3).

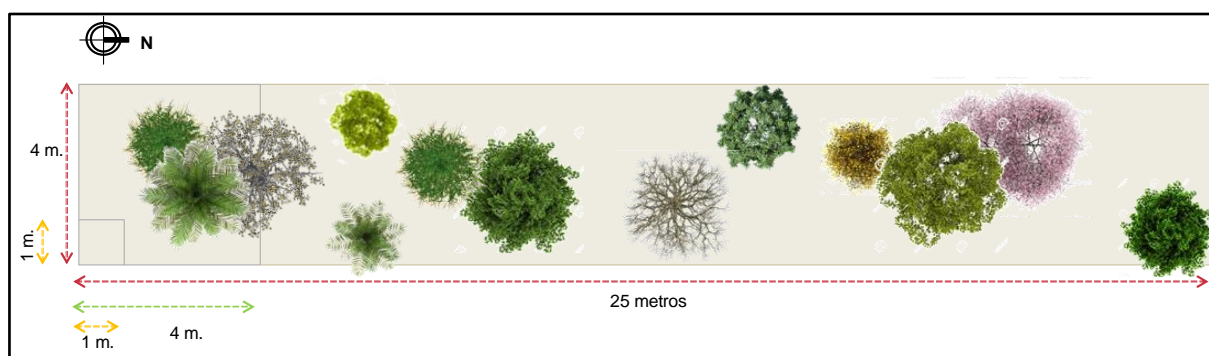


Figura III.3 - Layout parcela de 100m<sup>2</sup> - Fonte: SEMAD/IEF 2019.

Como mencionado anteriormente, para medição dos indivíduos de menor porte, a parcela foi dividida em sub-amostras conforme tabela III.1 a seguir:



TAMANHO DA SUB-PARCELA	CRITÉRIO DE INCLUSÃO	DADOS COLETADOS
1 x 1 m (1 m <sup>2</sup> )	$0,5 \text{ m} \leq \text{HT} < 1,5 \text{ m}$	Herbáceas: cobertura do solo, altura média e espécie Regenerantes: N° de indivíduos e espécie
4 x 4 m (16 m <sup>2</sup> )	CAP < 15 cm e HT > 1,5 m	CAP Espécie N° de indivíduos
4 x 25 m (100 m <sup>2</sup> )	CAP ≥ 15 cm	CAP Altura Espécie Cobertura copa N° de indivíduos

Tabela III.1 - Critérios de Inclusão por Sub-parcela. Fonte: SEMAD/IEF 2019.

### c1.1) Levantamento de espécies herbáceas

Realizada em amostra de 1 m<sup>2</sup>, na qual foram identificadas as espécies existentes, assim como sua altura média (em centímetros) e seu percentual de cobertura do solo.

### c1.2) Cobertura de copa

Para a determinação da cobertura de copa foi feita a medição da projeção da copa do indivíduo sobre transecto de 25 m que coincide com a linha central da amostra. A cobertura de copa é dada pela relação entre a soma das projeções de copa identificadas e o comprimento total do transecto (Figura III.4).

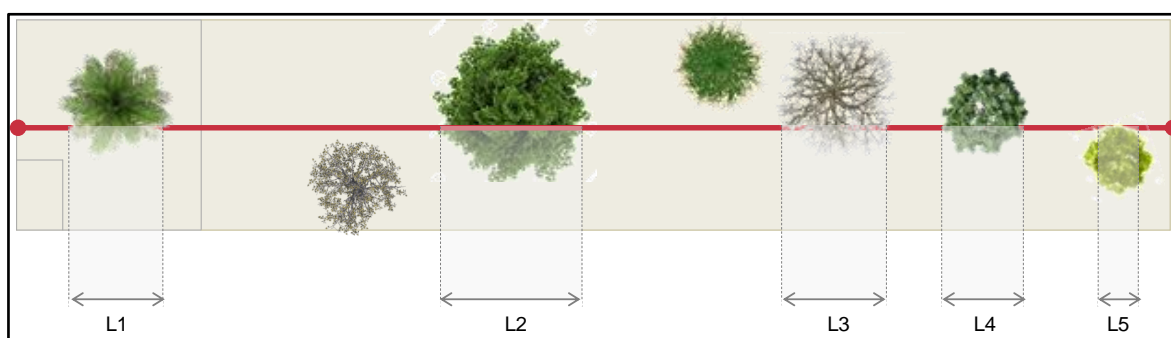


Figura III.4 - Esquema de Determinação de Cobertura de Copa. Fonte: SEMAD/IEF 2019.

### c1.3) Indivíduos arbóreos

A medição de indivíduos arbóreos foi realizada nos níveis 1 (100 m<sup>2</sup>) e 2 (16 m<sup>2</sup>) da amostra. As principais variáveis coletadas, além do número de árvores, foram: espécie, circunferência à altura do peito (CAP), altura total e classificação do indivíduo.

### c2) Espécie

A identificação das espécies foi realizada por Engenheiros Florestais com experiência em identificação botânica, os quais forneceram o nome regional das espécies assim como seu respectivo nome científico.

### c3) Contagem e classificação dos Indivíduos

A fim de determinar a densidade e avaliar as formas de vida presentes nas florestas, as árvores foram contadas e classificadas segundo sua forma de vida (Tabela III.2) tipo (natural, plantado ou regenerante), assim como anotadas informações sobre a presença de epífitas e coleta de material botânico.

### c4) Circunferência à Altura do Peito (CAP)

A mensuração foi realizada no fuste a 1,30 m do solo, em local livre de defeitos e protuberâncias. Havendo tais anormalidades, a medida foi tomada acima das mesmas, sendo a anotação realizada em centímetros (Figura III.5).

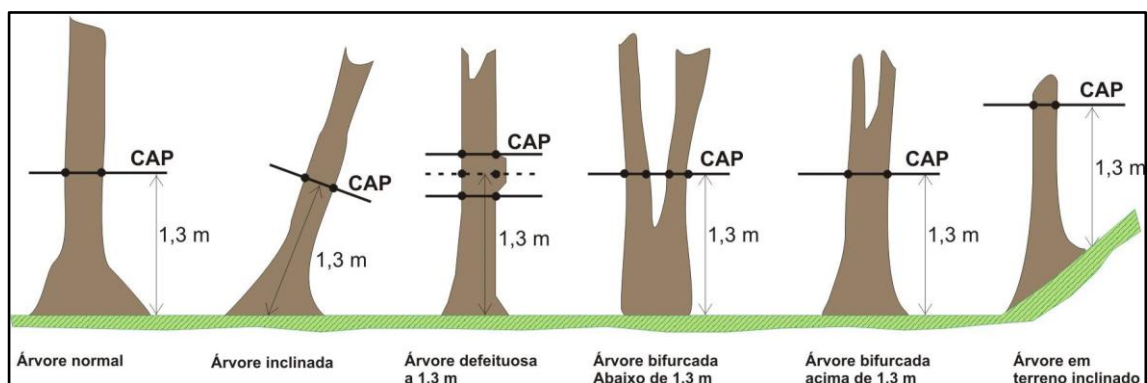


Figura III.5 - Procedimentos para Medição de CAP. Fonte: SEMAD/IEF 2019.

<b>CLASSIFICAÇÃO DAS FORMAS DE VIDA</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>FORMA DE VIDA</b>
1	Arbórea
2	Arbustiva
3	Palmeira
4	Epífita
5	Cipó
6	Outros

Tabela III.2 - Classificação das Formas de Vida.

Para os casos de dúvida na inclusão de determinada árvore na amostra, a verificação de inclusão ou exclusão foi realizada com o auxílio de trena de acordo com os critérios expostos na figura III.6 abaixo.

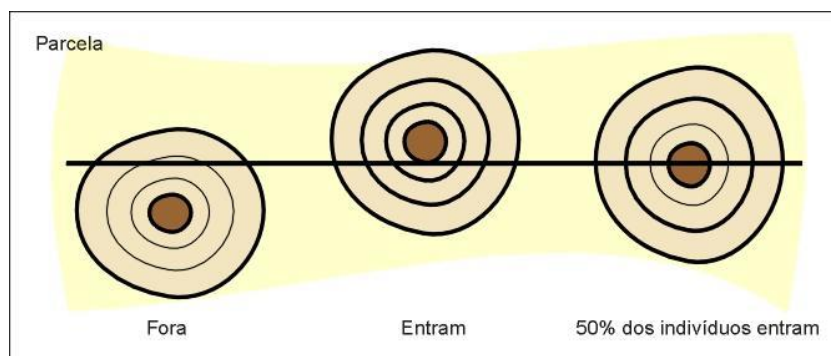


Figura III.6 - Critério para Inclusão de Árvores na Parcela. Fonte: SEMAD/IEF 2019.

### **c5) Altura Total (Ht)**

A medição da Altura Total (Ht) foi realizada por meio de estimativa visual dos indivíduos.

### **c6) Contabilização de Espécies Exóticas Invasoras**

Para as espécies exóticas invasoras adotou-se o registro em ficha de campo na coluna "EX".

### **c7) Pragas e Doenças**

Quando observada a presença de pragas e/ou doenças, estas foram identificadas, e classificadas conforme o nível de ataque:

- Sinal de ataque: são encontradas algumas evidências de ocorrência de doença/praga/deficiência;
- Ataque visível: o ataque por doença/praga/deficiência é evidente;
- Ataque severo: o ataque por doença/praga/deficiência compromete o desenvolvimento do indivíduo.

Caso identificado à mortalidade de indivíduos especificou-se a causa, seja ela:

- Deficiência nutricional;
- Ataque por insetos;
- Déficit hídrico;
- Fogo;
- Outros.

#### **III.4 - Levantamento de Dados Socioeconômicos**

O levantamento socioeconômico abordou questões que caracterizam o perfil de empreendimentos, propriedades e projetos de recuperação, assim como os aspectos de geração de emprego e renda a partir deles e sua relação com a sociedade, sendo:

- Caracterização do entrevistado;
- Renda nas propriedades;
- Estabelecimentos rurais;
- Áreas degradadas e em recuperação;
- Aproveitamento econômico das áreas de restauração;
- Envolvimento nos programas de restauração;
- Áreas de recuperação em sistemas agroflorestais;
- Renda e aproveitamento econômico.

Este levantamento foi realizado a partir de aplicação de questionário ao proprietário ou responsável pelo projeto.

### III.5 - Análise e sistematização dos dados

A partir da coleta dos dados primários foi feita a estruturação do banco de dados, assim como a consistência e processamento das informações, conforme a figura III.7 abaixo.



Figura III.7 - Etapas da Sistematização.

## CAPÍTULO IV - RESULTADOS

Foram empregados os dados primários e secundários coletados durante os anos de 2017/2018 e nesta subdivisão do trabalho dissertativo são apresentados todos os resultados obtidos de acordo com a metodologia de pesquisa e desenvolvimento apresentados no item III.

### IV.1 - Resultados analíticos

Conforme metodologia estabelecida no Capítulo III deste trabalho foram selecionados os 9 (nove) projetos apresentados na tabela IV.1 adiante e conforme apontado previamente, por princípios inerentes à privacidade e as regras para elaboração dessa dissertação serão divulgados somente município onde se localizam.

MUNICÍPIO	LOCAL NA PAISAGEM
Simonésia	Encosta
Manhuaçu	Encosta
Matipó	Área produtiva
Caratinga	Área produtiva
Imbé de Minas	Encosta
Caratinga	Área produtiva
Imbé de Minas	Área produtiva
Imbé de Minas	Área produtiva
Caratinga	Área produtiva

Tabela IV.1 - Experiências Monitoradas de SAF.

Uma vez definidos os projetos de SAF foram selecionadas e medidas 52 amostras totalizando uma área de 10,24 hectares levantados nos imóveis supracitados conforme tabela IV.2.

IDADE	MUNICÍPIO	LOCAL NA PAISAGEM	N° AMOSTRAS	ÁREA (HA)
13 - 36 MESES	Caratinga	Área produtiva	5	0,55
	Imbé de Minas	Área produtiva	5	0,22
	Imbé de Minas	Área produtiva	5	0,75
<b>Subtotal</b>			15	1,52
> 36 MESES	Simonésia	Encosta	7	1,53
	Manhuaçu	Encosta	5	0,59
	Matipó	Área produtiva	6	0,51
	Caratinga	Área produtiva	6	1,92
	Imbé de Minas	Encosta	8	3,27
	Caratinga	Área produtiva	5	0,9
<b>Subtotal</b>			37	8,72
<b>Total</b>			52	10,24

Tabela IV.2 - Número de Amostras Realizadas e Área Monitorada.

Sobre os projetos de SAFs acima selecionados é fundamental e imperativo ressaltar que para os municípios de Caratinga, Imbé de Minas e Matipó, embora sua sede administrativa pertença e estejam localizadas em outra subdivisão administrativa que não a sub-bacia do rio Manhuaçu, os projetos de SAFs aqui estudados encontram-se dentro da área estudada, com as mesmas características socioeconômicas e principalmente físicas, sob os aspectos edafoclimáticos, florestal, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, botânicos, dentre outros, de acordo com a mapa de localização na figura IV.1 a seguir:



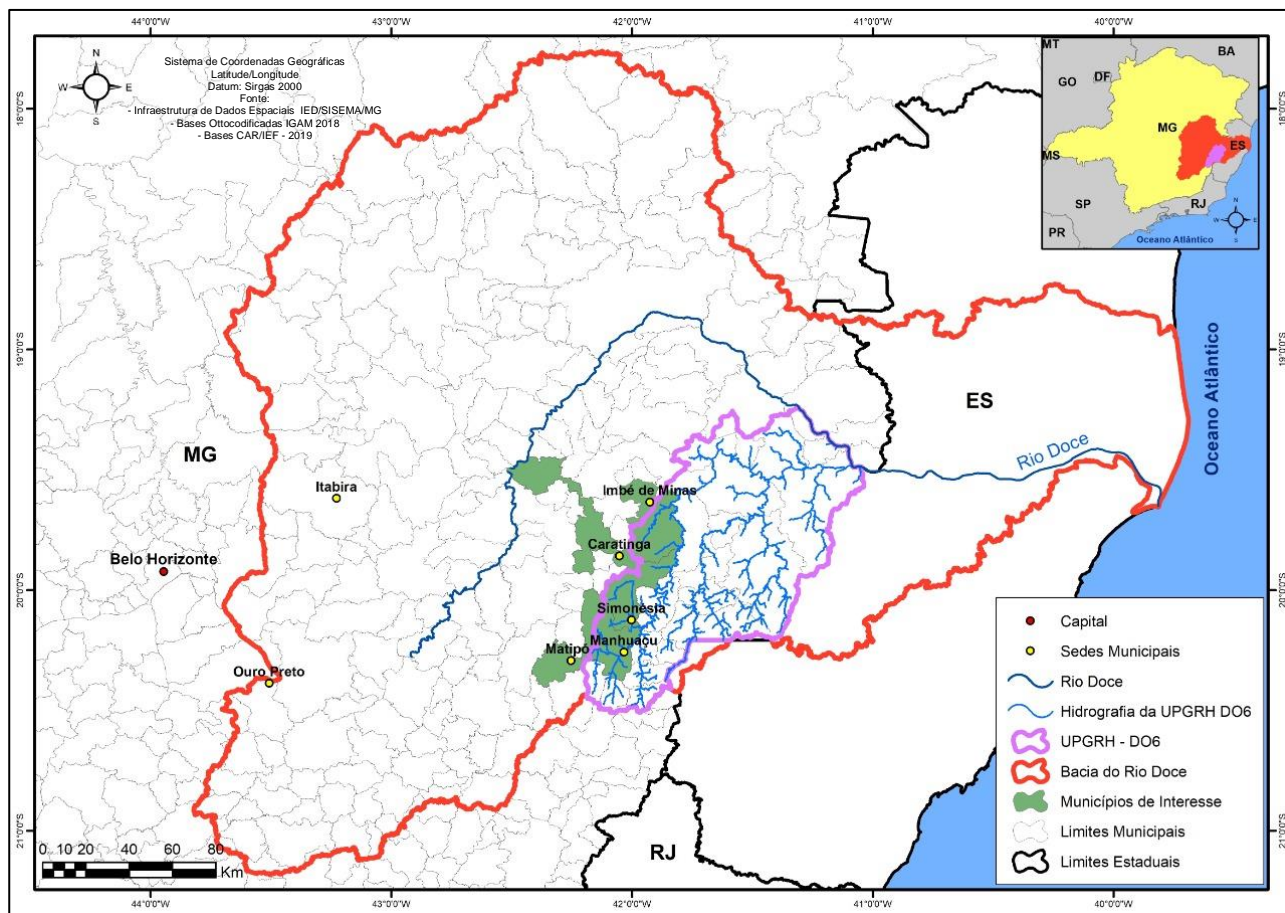


Figura IV.1 - Localização das experiências Monitoradas de SAF (2019).

Conjuntamente à seleção dos projetos foi realizado ainda a interpolação dos dados do CAR com os recorte da bacia do rio Doce e do rio Manhuaçu (DO6) e assim se extrair as informações necessárias à pesquisa, particularmente as áreas de proteção permanente APPs e proteção especial a recuperar.

Conquanto elas serão discutidas adiante é possível observar extensas áreas a serem recuperadas, conforme informações a seguir dos imóveis rurais na bacia do rio Doce e da sub-bacia do rio Manhuaçu, bem como suas demais informações ambientais apresentadas tabelas IV.3 e mapas das figuras IV.2 e IV.3 a seguir:

BACIA DO RIO MANHUAÇU (DO6)			
FEIÇÕES	TOTAL DE IMÓVEIS DECLARANTES	TOTAL DA ÁREA (HA)	% DA ÁREA DO ESTADO
Imóveis	11.060	443.382,52	1,23%
>4 módulos	754	228.180,27	0,63%
<4 módulos	10.309	215.464,73	0,60%
<u>APP em área antropizada não consolidada</u>	<b><u>3.369</u></b>	<b><u>4.110,43</u></b>	<b><u>0,01%</u></b>
APP com Vegetação Nativa	2.172	3.633,89	0,01%
<u>APP de escadinha segundo art. 61-A da Lei 12.651 de 2012</u>	<b><u>2.696</u></b>	<b><u>2.953,67</u></b>	<b><u>0,00%</u></b>
APP Total	8.237	10.697,99	0,03%
RL Averbada	648	18.154,81	0,05%
RL Aprovada e não Averbada	275	2.313,44	0,01%
RL Proposta	9.639	61.375,06	0,17%
RL total	10.562	81.843,30	0,23%
Vegetação Nativa	10.116	98.022,21	0,27%
<u>Área Consolidada</u>	<b><u>9.817</u></b>	<b><u>207.436,34</u></b>	<b><u>0,58%</u></b>
BACIA DO RIO DOCE			
FEIÇÕES	TOTAL DE IMÓVEIS DECLARANTES	TOTAL DA ÁREA (HA)	% DA ÁREA DO ESTADO
Imóveis	98.314	3.941.178	10,96%
>4 módulos	6.700	2.028.269	5,64%
<4 módulos	91.636	1.915.242	5,33%
<u>APP em área antropizada não consolidada</u>	<b><u>29.943</u></b>	<b><u>36.537</u></b>	<b><u>0,10%</u></b>
APP com Vegetação Nativa	19.305	32.301	0,09%
<u>APP de escadinha segundo art. 61-A da Lei 12.651 de 2012</u>	<b><u>23.967</u></b>	<b><u>26.255</u></b>	<b><u>0,01%</u></b>
APP Total	73.215	95.093	0,26%
RL Averbada	5.760	161.376	0,45%
RL Aprovada e não Averbada	2.447	20.564	0,06%
RL Proposta	85.679	545.556	1,52%
RL total	93.886	727.496	2,02%
Vegetação Nativa	89.919	871.309	2,42%
<u>Área Consolidada</u>	<b><u>87.265</u></b>	<b><u>1.843.879</u></b>	<b><u>5,13%</u></b>

Tabela IV.2 - Estratificação dos dados do CAR em MG para bacia dos rios DOCE e Manhuaçu. Fonte: SEMAD/IEF, 2020.

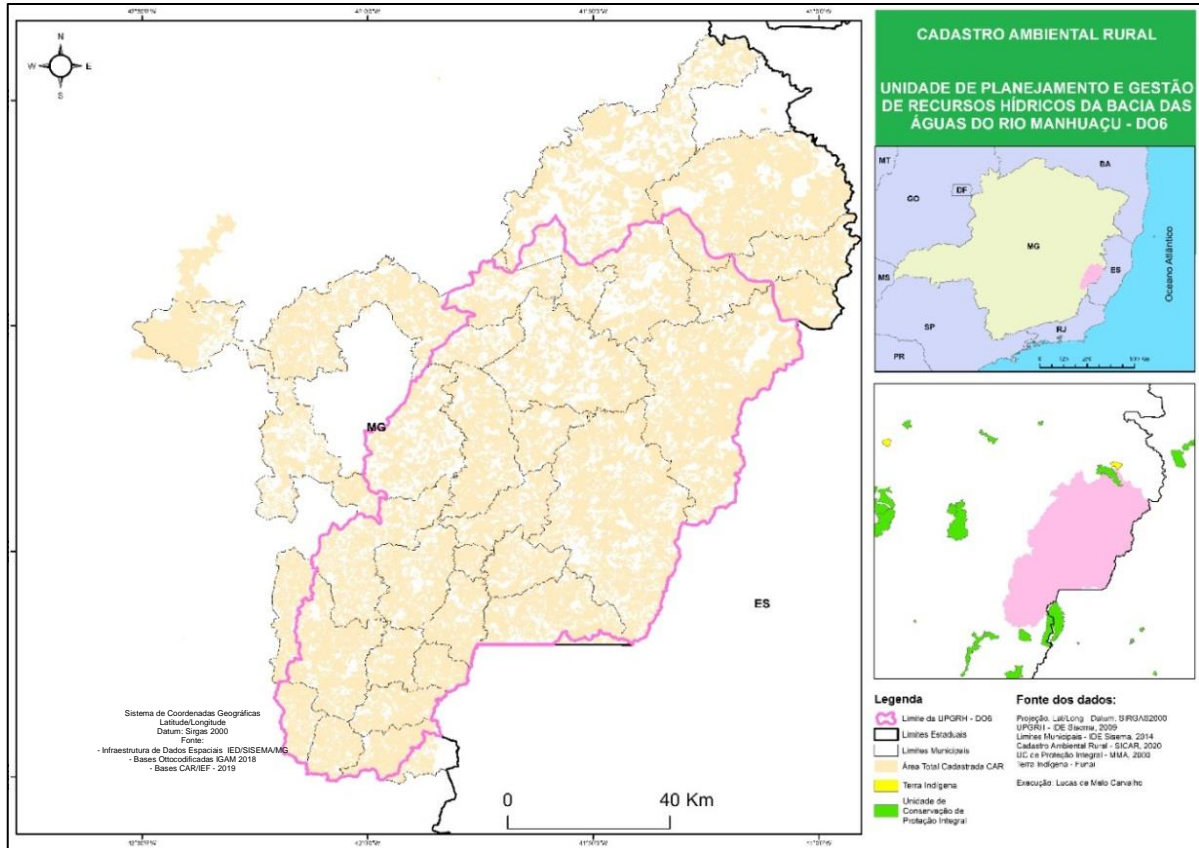


Figura IV.2 Imóveis cadastrados no CAR nos municípios de interesse da pesquisa (2010).

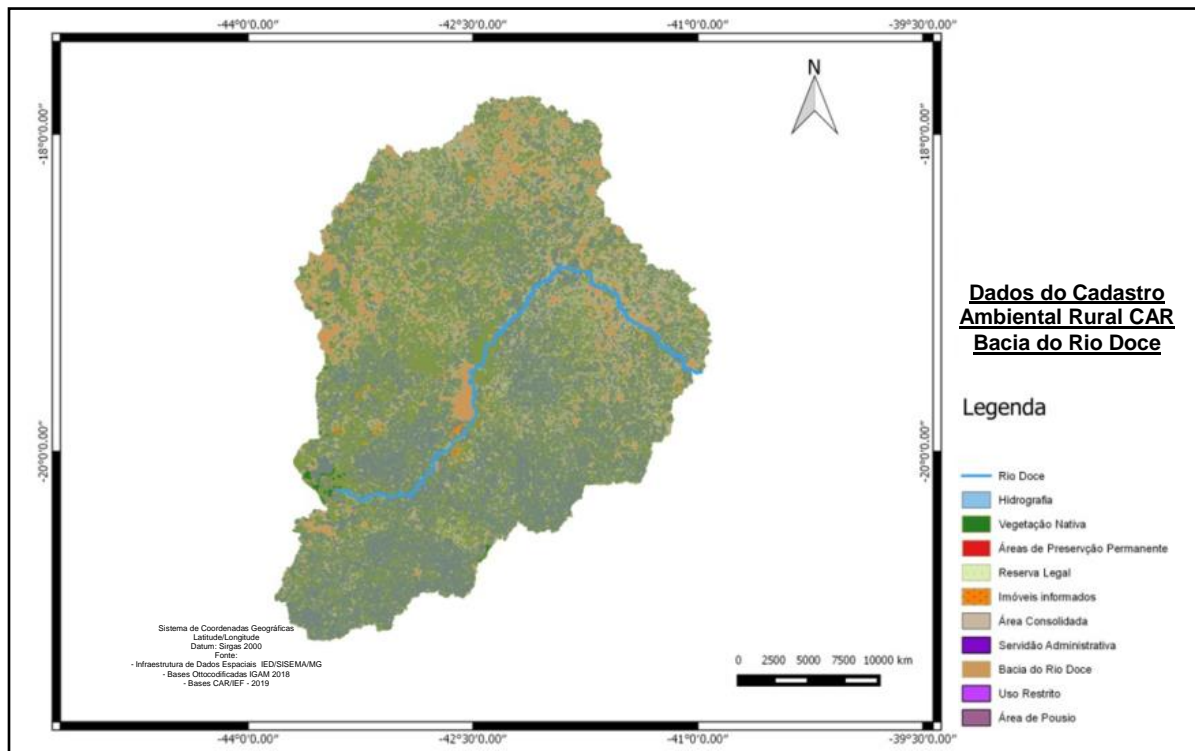


Figura IV.3 - Imóveis cadastrados no CAR na bacia do rio Doce (2020).

Uma vez definidos os projetos de SAFs a serem trabalhados, os dados obtidos (informações primárias e secundárias) foram trabalhados e consolidados da seguinte forma:

- Caracterização das Experiências;
- Análise Quantitativa;
- Análise Qualitativa;
- Levantamento Socioeconômico;
- Desenho.

#### **IV.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS EXPERIÊNCIAS**

A caracterização das experiências de SAFs foi dividida em quatro análises distintas, sendo elas:

- Caracterização da Área;
- Caracterização do Projeto;
- Atividades Desenvolvidas;
- Qualidade ambiental.

A caracterização da área buscou apresentar as características gerais dos locais onde estão inseridos os projetos SAF, incluindo análises acerca do local na paisagem, da declividade, tipologia vegetal, fatores de degradação e da conservação da área.

Nos diversos projetos identificados na bacia do rio Manhuaçu, em diferentes municípios, o local na paisagem onde as experiências estavam instaladas por vezes variava em uma mesma iniciativa, ou seja, projetos que foram estabelecidos em áreas que iam desde baixios até encostas. Os SAFS, em sua maioria estão alocados em áreas produtivas, demonstrando o uso desta modalidade como opção de subsistência e produção de renda, mas também foram encontrados áreas declivosas e de proteção.

### a) Declividade

O grau de declividade foi subdividido em 3 classes: até 10°, de 10° a 20° e acima de 20°. A classe de declividade até 10° foi a que mais se observou nos projetos, ocorrendo em 63% dos locais, e a declividade de menor ocorrência foi a acima de 20°, ocorrendo em 22% da área das experiências (Figura IV.4).

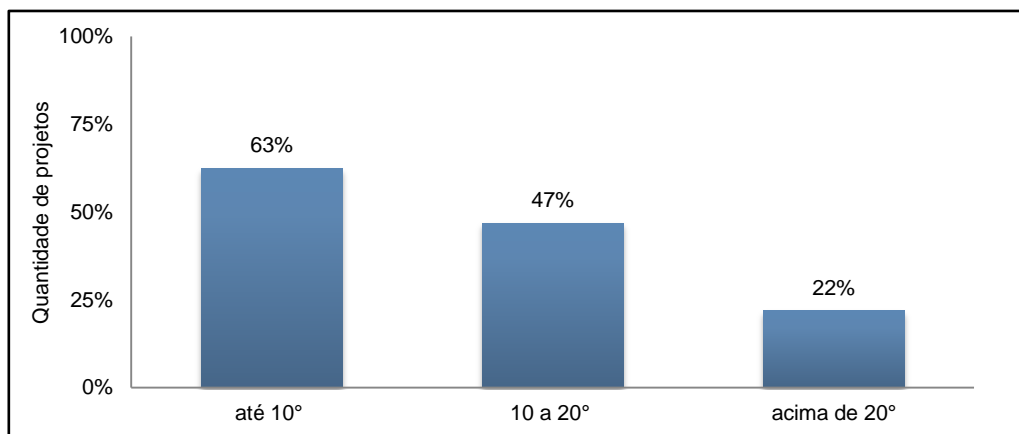


Figura IV.4 - Declividade.

No que se refere à análise da aplicação dos SAFS em relação ao perfil de declividade das áreas percebe-se que, modalidades que contemplam componente econômico à recuperação ficam restritas a áreas com declividade de até 20° (Tabela IV.4).

DECLIVIDADE	TOTAL
até 10°	6
10° a 20°	2
Acima de 20°	1

Tabela IV.4 - Modalidades de Recuperação e Declividade.

## b) Tipologia da vegetação

A tipologia da vegetação foi analisada considerando dois momentos: o interior dos projetos e seus arredores (Figura IV.5).

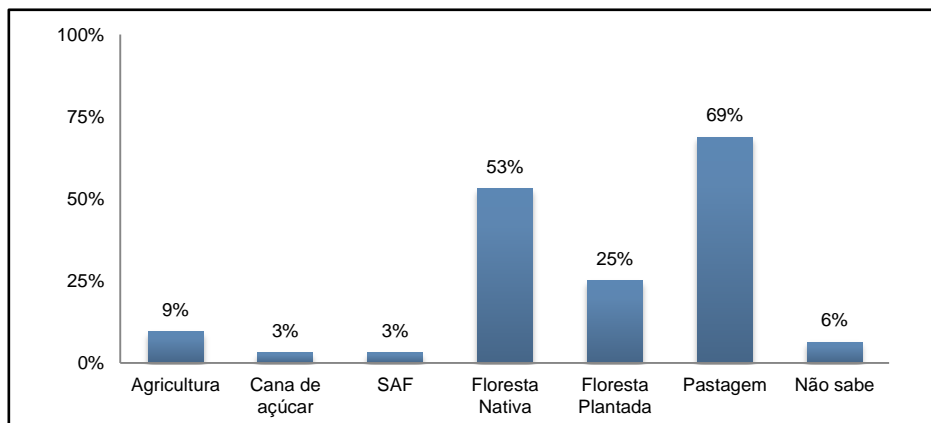


Figura IV.5 -Tipologia da Vegetação.

## c) Fatores de degradação

Os fatores de degradação analisados foram: queimadas e ocorrência de erosão. Em 31% das iniciativas, foram detectados históricos de queimadas, muito embora este número seja expressivo, em apenas duas delas o fogo aconteceu nos últimos nove anos. Em 3% das iniciativas monitoradas o proprietário/responsável pela área não sabia precisar sobre o histórico de erosão na área, anterior à restauração (Figura IV.6).

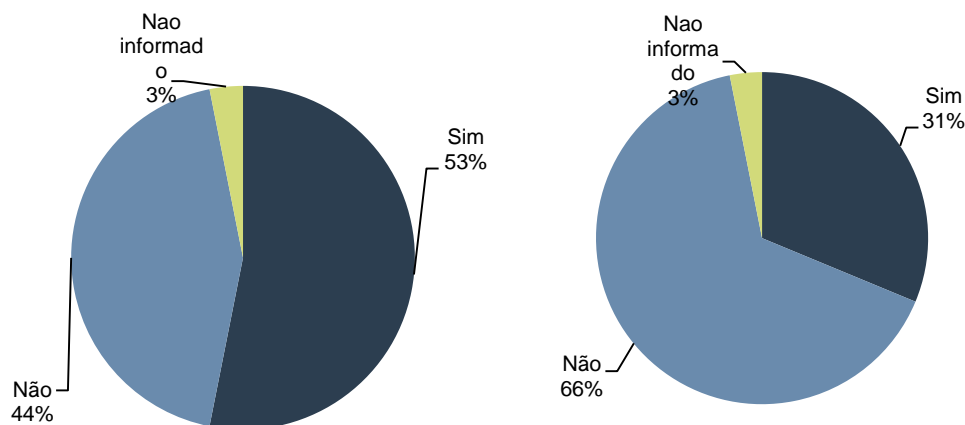


Figura IV.6 - Fatores de Degradação.



#### d) Conservação da área

A Conservação da Área foi dividida em quatro análises: Ocorrência de Regeneração Natural, Diversidade de Espécies, Estágio Sucessional da Vegetação e Estado de Conservação (Figura IV.7).

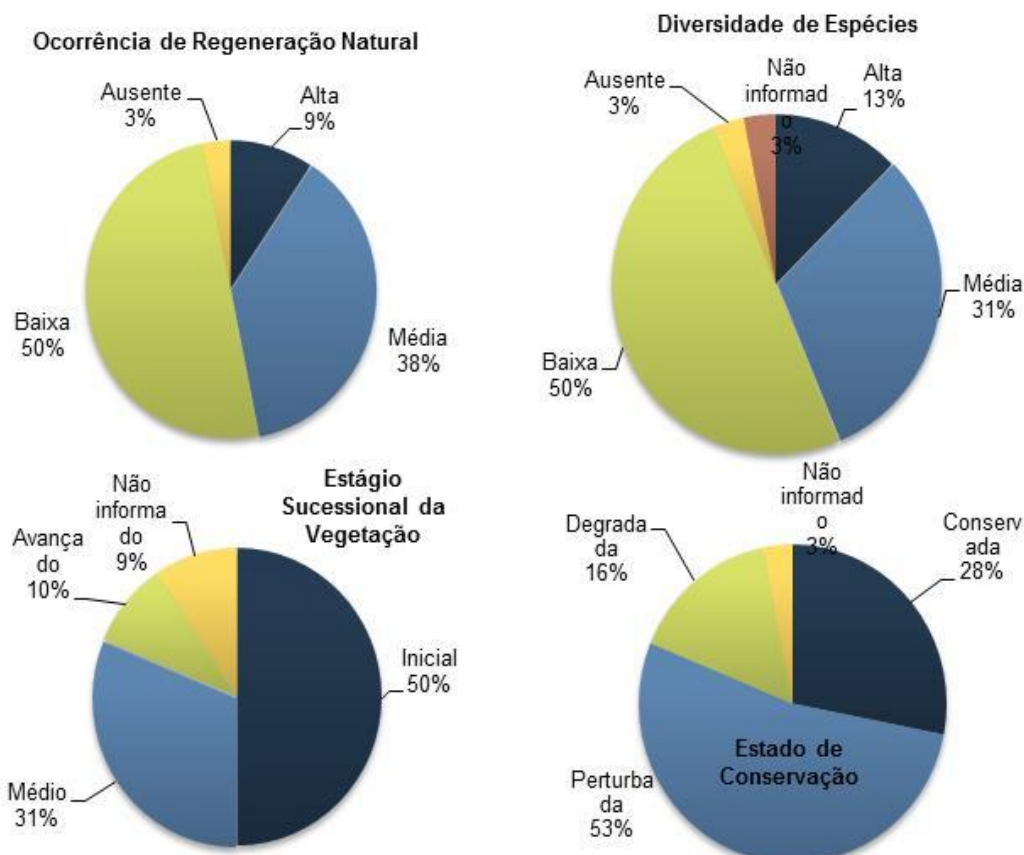
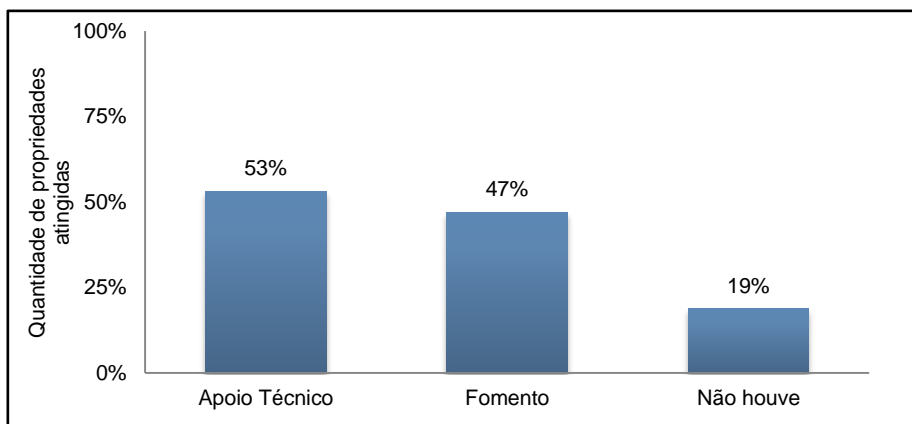


Figura IV.7 - Conservação da área.

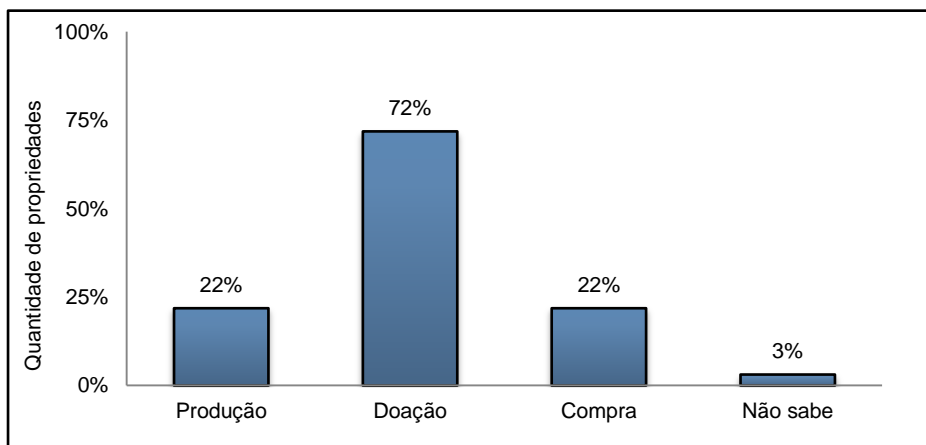
#### e) Apoio Técnico

Os processos de restauração por SAFs quase sempre envolveram alguma instituição no decorrer do processo, especialmente no fomento e apoio técnico prestado para os quais são citadas as instituições: IEF, Renova, Biodiversitas, Agrifom, EMBRAPA, CTA, UFV e Instituto Terra. Foi observado que grande parte deles receberam mudas doadas por essas mesmas instituições. Outro dado significativo é que em parte nas experiências é a não existência de qualquer tipo de elemento atrativo para fauna, como poleiros naturais ou artificiais, galharia, entre outras técnicas (Figuras IV.8; IV.9 e IV.10).

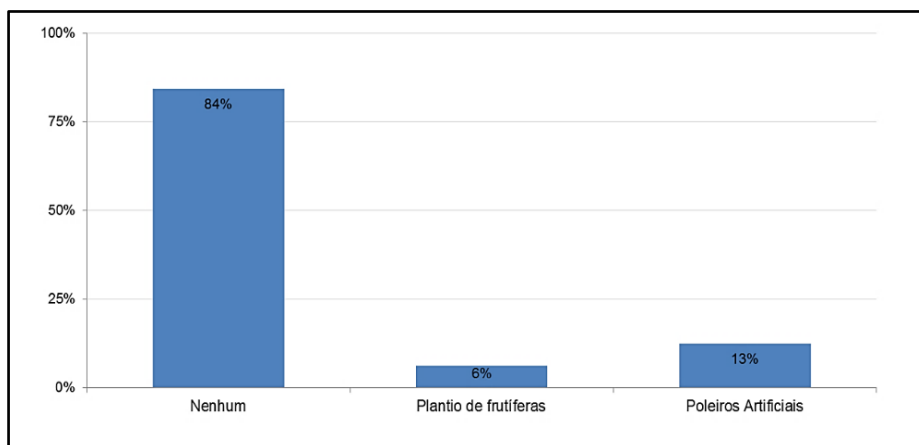




**Figura IV.8 - Tipo de Apoio Fornecido pelas Instituições Envolvidas.**



**Figura IV.9 - Origem das Mudas.**



**Figura IV.10 - Introdução de Elementos para a Fauna.**

Outro fator importante para o sucesso das experiências de restauração é o monitoramento do local. O levantamento identificou que 53% das experiências fazem monitoramento nas áreas restauradas, 38% dos proprietários não fazem nenhum tipo de monitoramento e os outros 9% não souberam responder (figura 5.12).

## f) Monitoramento

Outro fator importante é o monitoramento do local e a pesquisa identificou que em algumas experiências os proprietários não fazem nenhum tipo de monitoramento ou realizam somente verificações quanto à necessidade de manutenção silvicultural (Figura IV.11 e tabela IV.5).

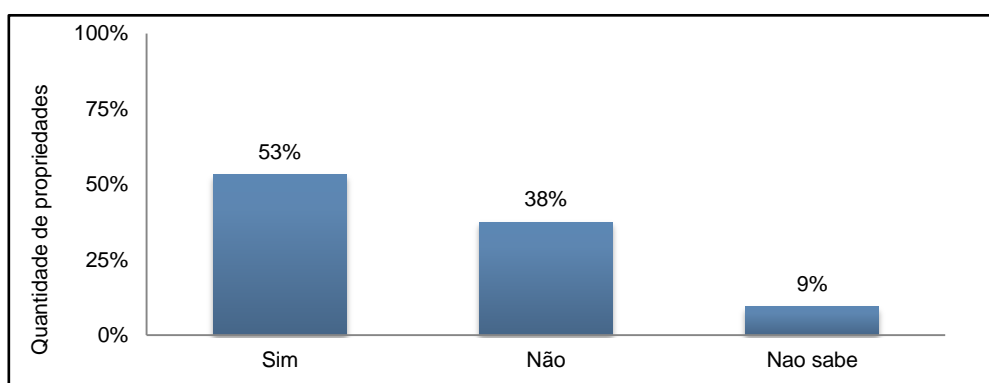


Figura IV.11 - Execução de monitoramento.

CLASSE DE IDADE / MODALIDADE (MESES)	PERÍODO	DESCRIÇÃO
13-36	Diário	Caminhada pela área
	Diário	Presença de insetos e animais
	Diário	Controle de plantas daninhas e formigas
> 36	Diário	Percepção da fauna, mesofauna; solo; crescimento da regeneração e parte das árvores com poda;
	Diário	Observação constante com manejo de acordo com demandas da área;
	Diário	Acompanhamento do crescimento
	2 em 2 meses	Controle de formigas; roçada; capina; adubação;
	Cotidiano	Visual

Tabela IV.5 - Descrição do Monitoramento Executado.

## g) Atividades Desenvolvidas

Este item apresenta os resultados das atividades desenvolvidas no momento da implantação dos SAFs, bem como nos períodos de manutenção (Tabela IV.6)

ATIVIDADE	SAF	Manutenção	SAF
<b>Implantação</b>		Aceiro	-
Adubação	X	Adubação	X
Adub. Orgânica	-	Adub. Cobertura	X
Capina	X	Capina	X
Cercamento	X	Controle Cupim	X
Controle Cupim	-	Controle Formiga	X
Controle Formiga	X	Coroamento	X
Coroamento	X	Prev. de incêndio	-
Coveamento	X	Replântio	X
Irrigação	X	Roçada	X
Retirada Exóticas	X		
Roçada	X		
Subsolagem	X		

Tabela IV.6 - Atividades Desenvolvidas para Implantação e Manutenção.

## h) Espécies

Por fim, seguem espécies observadas nos Sistemas Agroflorestais com nome vulgar, família e nome científico (Tabela IV.7).

NOME VULGAR	FAMILIA	NOME CIENTÍFICO
banana	<i>Musa</i> sp.	Musaceae
café	<i>Coffea</i> sp.	Rubiaceae
goiaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae
mamão	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae
ingá	<i>Inga</i> sp.	Fabaceae
hortaliças	-	-
ipê	<i>Handroanthus</i> sp.	Bignoniaceae
angico	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Fabaceae
jussara	<i>Euterpe edulis</i>	Arecaceae
ameixa	<i>Eriobotrya japônica</i>	Rosaceae
copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Fabaceae
abacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
braúna	<i>Sweetia fruticosa</i>	Fabaceae
palmeiras	Ni	Arecaceae
abacaxi	<i>Ananas</i> sp.	Bromeliaceae

NOME VULGAR	FAMILIA	NOME CIENTÍCO
canela	<i>Ocotea sp.</i>	Lauraceae
pupunha	<i>Bactris gasipaes</i>	Arecaceae
pimenta	<i>Capsicum sp.</i>	Solanaceae
mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae
só-brasil	<i>Colubrina glandulosa</i>	Rhamnaceae
uva-do-japão	<i>Hovenia dulcis</i>	Rhamnaceae
cedro-rosa	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae
eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	Myrtaceae
urucum	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae
tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae
jequitibá	<i>Cariniana estrellensis</i>	Lecythidaceae
citrus	<i>Citrus sp.</i>	Rutaceae
mangueira	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae
tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	Solanaceae
fruta-pão	<i>Artocarpus altilis</i>	Moraceae
mexerica	<i>Citrus deliciosa</i>	Rutaceae
jabuticaba	<i>Plinia cauliflora</i>	Myrtaceae
jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae
açaí	<i>Euterpe oleracea</i>	Arecaceae
arucum	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae
jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae
sapucaia-de-coco	<i>Lecythis pisonis</i>	Lecythidaceae
laranja	<i>Citrus sp.</i>	Rutaceae
cupuaçu	<i>Theobroma sylvestre</i>	Malvaceae
pau-brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>	Fabaceae
pau-ferro	<i>Libidibia férrea</i>	Fabaceae

Tabela IV.7 - Espécies Associadas Plantadas nos SAFs.

#### IV.1.2 - ANÁLISE QUANTITATIVA

Neste item estão detalhados os resultados obtidos para a Análise Quantitativa realizada, destacando os seguintes componentes:

- Componente Herbáceo;
- Componente Arbóreo;
- Pragas e Doenças.

## a) Componente Herbáceo

A determinação de cobertura do solo por herbáceas e gramíneas foi feita a partir da avaliação visual de amostras de 1 m<sup>2</sup>, no qual o percentual de ocupação era posicionado em classes de 0%-25%; 25%-50% e >50% de cobertura do solo. Para o cálculo da ocupação média foi atribuído o valor do centro de classe ao percentual de ocupação determinado (Tabela IV.8).

ESTRATO	COBERTURA DO SOLO (%)				ALTURA MÉDIA (cm)
	0-25	25-50	> 50	MÉDIA	
13-36 meses	86,7	13,3	0,0	15,8	15,0
>36 meses	100,0	0,0	0,0	12,5	10,8

Tabela IV.8 - Cobertura do Solo por Herbáceas e Altura Média.

### a1) Resultado de Frequência, Cobertura e Altura Média

Analisando os dados de frequência, cobertura e altura média evidencia-se que, quando avaliado este parâmetro isoladamente não há relação clara entre a cobertura do solo por herbáceas, sua altura média e as modalidades de recuperação adotadas.

Quando avaliada a presença de herbáceas nos projetos de recuperação, destacam-se quatro espécies que aparecem com maior frequência nas amostras medidas, das quais a *Urochloa brizantha* apresenta a maior frequência com ocorrência em 10,8% das amostras, com média de ocupação de 67,6% da cobertura do solo, o que indica sua agressividade na infestação da área (Tabela IV.9).

ESPÉCIE	FAMÍLIA	ALTURA MÉDIA (cm)	FREQUÊNCIA (%)	COBERTURA (%)		
				0 - 25	25 - 50	> 50
<i>Acacia plumosa</i>	Fabaceae	80,0	0,3	0,0	100,0	0,0
<i>Amaranthus spinosus</i>	Amaranthaceae	15,0	0,3	0,0	0,0	100,0
<i>Andropogon bicornis</i>	Poaceae	102,5	2,3	25,0	62,5	12,5
<i>Urochloa brizantha</i>	Poaceae	26,0	0,6	0,0	0,0	100,0
<i>Brachiaria humidicola</i>	Poaceae	120,0	0,9	0,0	0,0	100,0
<i>Brachiaria sp.</i>	Poaceae	82,8	5,5	42,1	21,1	36,8
<i>Chusquea meyeriana</i>	Poaceae	160,0	1,2	0,0	50,0	50,0
<i>Commelina benghalensis</i>	Commelinaceae	48,8	1,2	50,0	25,0	25,0
<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	30,8	2,9	91,7	8,3	0,0
<i>Deparia petersenii</i>	Athyriaceae	50,0	0,3	100,0	0,0	0,0

ESPÉCIE	FAMÍLIA	ALTURA MÉDIA (cm)	FREQUÊNCIA (%)	COBERTURA (%)		
				0 - 25	25 - 50	> 50
<i>Desmodium</i> sp.	Fabaceae	20,0	0,3	100,0	0,0	0,0
<i>Hypolytrum</i> sp.	Cyperaceae	46,3	2,3	25,0	12,5	62,5
<i>Impatiens</i> sp.	Balsaminaceae	8,0	0,3	100,0	0,0	0,0
<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	23,8	1,7	83,3	16,7	0,0
<i>Malva</i> sp.	Malvaceae	46,7	0,9	33,3	0,0	66,7
<i>Megathyrus maximus</i>	Poaceae	93,8	7,0	25,0	29,2	45,8
<i>Melinis minutiflora</i>	Poaceae	52,9	5,5	31,6	21,1	47,4
N.I. 32	N.I. 32	20,0	0,3	100,0	0,0	0,0
<i>Paspalum conspersum</i>	Poaceae	40,0	0,3	0,0	100,0	0,0
<i>Pavonia malacophylla</i>	Malvaceae	15,0	0,3	0,0	0,0	100,0
<i>Phenakospermum guyannense</i>	Strelitziaceae	30,0	0,3	100,0	0,0	0,0
<i>Phyllostachys aurea</i>	Poaceae	70,0	0,3	0,0	0,0	100,0
<i>Scleria hirtella</i>	Cyperaceae	30,0	0,3	0,0	0,0	100,0
<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	10,0	0,3	100,0	0,0	0,0
<i>Stenotaphrum Secundatum</i>	Poaceae	20,0	0,3	0,0	0,0	100,0
<i>Urochloa brizantha</i>	Poaceae	32,6	10,8	18,9	13,5	67,6
<i>Urochloa</i> sp.	Poaceae	20,0	0,6	0,0	0,0	100,0

Tabela IV.9 - Resultado de Frequência, Cobertura e Altura Média.

## a2) Cobertura da Copa

Analisando o percentual de cobertura de copa pode-se observar que áreas implantadas há mais de 36 meses apresentam resultados bastante semelhantes entre si, variando entre 30,2% e 39,5% (tabela 5.10). Quando se avalia projetos implantados entre 13-36 meses percebe-se maior variação que pode ser explicada pelas peculiaridades (Tabela IV.10).

ESTRATO	COBERTURA DE COPA (%)
13-36 meses	19,6
>36 meses	39,5

Tabela IV.10 - Resultado de Cobertura de Copa por Estrato e Modalidade.

### a3) Infestação por Herbáceas e Cobertura de Copa por Modalidade

Quando a análise da ocupação do solo por herbáceas e gramíneas é relacionada com a cobertura de copa entre as experiências observa-se, embora fraca, uma correlação negativa entre a cobertura de copa e a presença de espécies herbáceas e gramíneas, o que pressupõe que, com o aumento da cobertura de copa há diminuição na presença de gramíneas (Tabela IV.11).

ESTRATO	COBERTURA DE COPA (%)	COBERTURA POR HERBÁCEAS/ GRAMINEAS (%)
13-36 meses	7,3	15,8
>36 meses	40,1	12,5

Tabela IV.11 - Infestação por Herbáceas e Cobertura de Copa por Modalidade.

### b) Componente Arbóreo

Os resultados para a Análise Arbórea encontrada nas experiências de SAF são apresentados a seguir, sendo estes discriminados para os níveis:

- Nível 1: indivíduos adultos;
- Nível 2: indivíduos jovens.

#### b1) Lista de Espécies do Inventário

Foram levantadas 226 espécies no inventário, sendo 28 identificadas exclusivamente no Nível 1 (Adultos) e 100 exclusivas do Nível 2. As demais 98 foram encontradas nos dois subníveis simultaneamente. A relação das espécies levantadas encontra-se no Anexo I desse trabalho.



## b2) Estrutura Vertical

A seguir é apresentada a estrutura vertical, em que os indivíduos dentro das modalidades apresentam ocorrência percentual em classes de altura de até 2 m, 2,1 m a 12 m e mais que 12 metros (Tabela IV.12).

ESTRATOS (MESES)	MÉDIA		
	< 2	2,1 A 12	>12,1
13-36	77	23	0
> 36	47	41	12

Tabela IV.12 - Resultados de Estrutura Vertical por Estrato (%).

## b3) Estrutura Vertical por Classe de Altura

Para a estrutura vertical por classe de altura (m) das experiências de SAF, em áreas com mais de 36 meses o incremento em altura é bastante expressivo, observando-se o enriquecimento quando comparados dados de 13-36 meses e >36 meses (Figura IV.12).

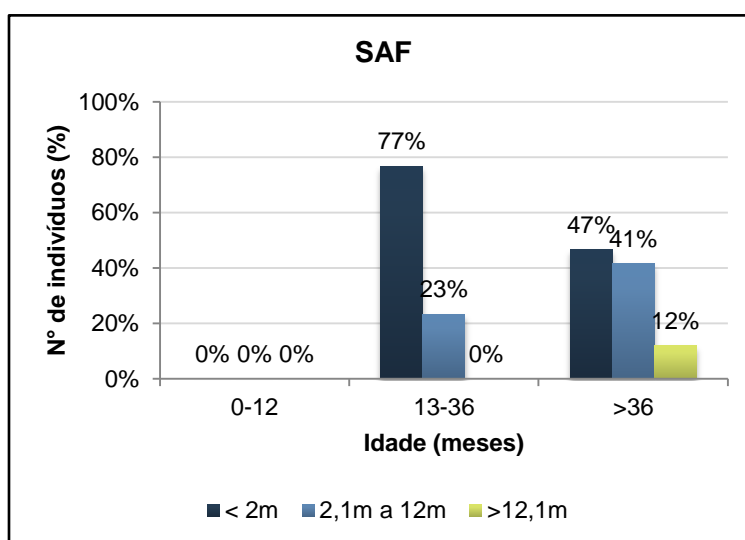


Figura IV.12 - Estrutura Vertical por Classe de Altura.

#### b4) Pragas e Doenças

Aqui são detalhados os resultados para presença de formigueiros, infestação por formigas e infestação por lagartas (Tabela IV.13).

ESTRATOS	FOMIGUEIRO-FORA	FOMIGUEIRO-DENTRO	FOMIGUEIRO-AMBOS	FORMIGA VISÍVEL	FORMIGA ATAQUE	FORMIGA SEVERA	FORMIGA	LAGARTA VISÍVEL	LAGARTA N.I.
13-36 meses	40	0	0	0	0	0	100	0	100
>36 meses	25,7	9,5	16,7	16,2	0	0	83,8	0	100

Tabela IV.13 - Resultados Médios de Presença de Formigueiros, Infestação por Formigas e Infestação por Lagartas, por Modalidade.

Na figura 5.14 são apresentados os resultados para presença e ausência de formigueiros, bem como o nível de ataque por formigas. Parte deste resultado pode estar relacionada às ações de controle, descritas no item anterior (Figura IV.13).

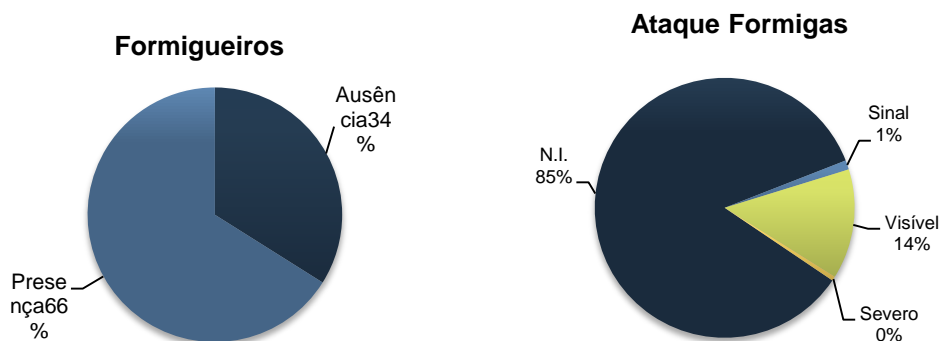


Figura IV.13 - Resultados para Presença de Formigueiros e Ataque de Formigas.

#### b5) Mortalidade por Estrato

Outras doenças foram observadas, porém em número reduzidos, sendo, portanto, irrelevantes. Para a presença de mortalidade nas áreas, foi constatado que até os 12 meses de plantio das mudas, esta variável apresentava-se em uma ordem de 5% e que isto se deve à deficiência hídrica ocorrente. De modo geral a mortalidade de plantas nas experiências pode ser considerada baixa (Tabela IV.14).

ESTRATO	MORTALIDADE (%)				
	INEXISTENTE	ATÉ 5	5- 10	10 - 50	>50
13-36 meses	93,3	0,0	0,0	0,0	6,7
>36 meses	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela IV.14 - Mortalidade por Estrato (%).

### IV.1.3 - ANÁLISE QUALITATIVA

O resultado da Análise Qualitativa, apresentada a seguir, contempla os seguintes resultados:

- Proteção;
- Fatores de Degradação;
- Conservação do Solo;
- Condições Edáficas;
- Fauna.

#### a) Proteção

Os aspectos de proteção são práticas importantes de proteção e isolamento da área de produção, devendo a sua implantação considerar outros aspectos da propriedade e da localidade (Tabela IV.15):

ESTRATO	ACEIRO		CERCA		
	COM	SEM	CERCADA	ROMPIDA	AUSENTE
13-36 meses	33,3	66,7	100	0	0
>36 meses	69,5	30,6	47,2	0	52,8

Tabela IV.15 - Resultados Médios para Estágio de Proteção das Áreas por Modalidade.

É importante ressaltar que o cercamento nessas áreas funcionam como proteção contra ação de animais, domésticos ou silvestres, em busca de alimentação em épocas

de estiagem, quando a oferta de gramíneas é drasticamente reduzida, dentre outros sendo essa um opção dispensada em propriedades onde não há a criação de animais. ainda assim, 72% das áreas em recuperação apresentam cercas, um percentual expressivo considerando as características das propriedades avaliadas.

## b) Fatores de degradação

O ataque de formigas cortadeiras aos plantios, dentre outros vetores pode ser considerado um importante fator que traz prejuízos às restaurações florestais, qualquer que seja sua modalidade. Nesses casos o produtor rural deverá ter a ciência e pronto a combatê-los antes, durante e após os plantios. Entretanto, esta é uma atividade que nem sempre é praticada. Os dados da tabela IV.16 apontam que na totalidade dos SAFs aqui estudados foram encontrados a presença de formigueiros, porém sem presença de danos visíveis.

ESTRATO	FORMIGUEIRO			TOTAL	DANOS			TOTAL
	AUSENTE	ATIVO	INATIVO		AUSENTE	VISÍVEL	SEVERO	
13-36 meses	86,7	13,3	0	100	100	0	0	100
>36 meses	45,6	35	19,5	100	100	0	0	100

Tabela IV.16 - Presença de Formigueiro e Danos por Formigas Cortadeiras por Modalidade de Experiência nas Áreas Amostradas.

Embora as áreas não apresentem danos visíveis elas devem ser controladas e monitoradas, para reduzir as chances de aumento destes números. Parte deste resultado pode ser atribuída ao controle de formigas realizado nas fases de implantação e manutenção.

Ainda na análise dos fatores de degradação, a presença de gado e a ocorrência de fogo nas áreas é resultado do cercamento e presença de aceiros, já citados anteriormente, conforme figura IV.14 a seguir:

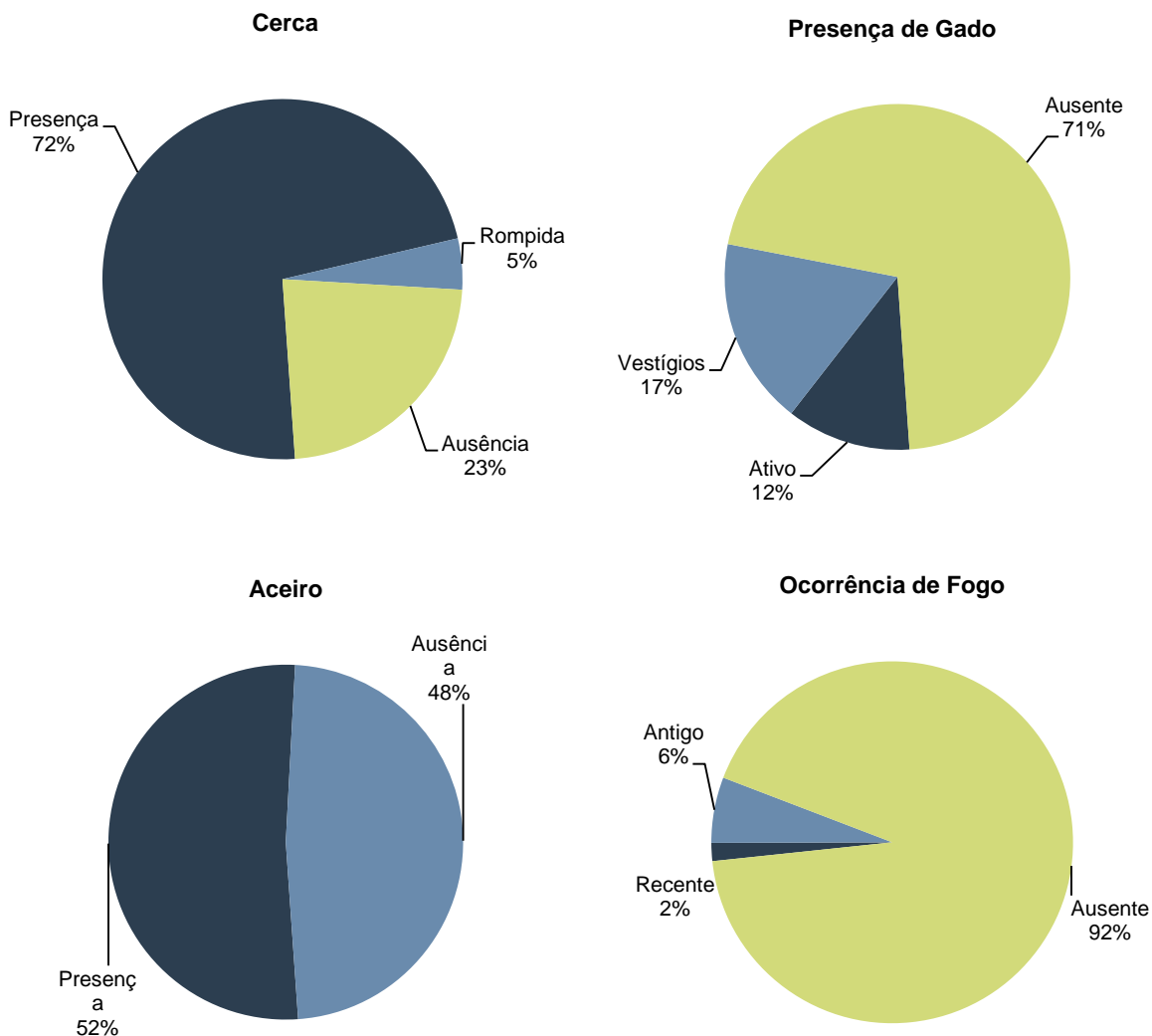


Figura IV.14 - Resultados para Presença de Formigueiros e Ataque de Formigas.

Analisando os dados acima é possível identificar a correlação entre a presença de cerca e a ausência de danos pelo gado, da mesma forma que observa-se a relação áreas providas de aceiros com a ausência de fogo. Outro fator importante é o controle de espécies invasoras, entre herbáceas e gramíneas, quando impactam negativamente o processo de sucessão ecológica (Tabela IV.17).

ESTRATO	0-25%	25-50%	>50%	TOTAL
13-36 meses	86,7	13,3	0,0	15,8
>36 meses	100,0	0,0	0,0	12,5

Tabela IV.17 - Cobertura de Solo por Gramíneas e Herbáceas (%).

### c) Conservação do solo

A maior parte das propriedades estudadas possui relevo que variam entre plano e levemente inclinados, o que reflete o perfil das propriedades avaliadas (Tabela IV.18).

MUNICÍPIO	PLANO	LEVEMENTE INCLINADO	FORTEMENTE INCLINADO	LOCALIZADA EM GROTA	TOTAL
Simonésia	0,0	60,0	40,0	0,0	100,0
Manhuaçu	0,0	0,0	85,7	14,3	100,0
Matipó	16,7	83,3	0,0	0,0	100,0
Caratinga	83,3	16,7	0,0	0,0	100,0
Imbé De Minas	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
Imbé de Minas	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Caratinga	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Imbé de Minas	40,0	60,0	0,0	0,0	100,0
Caratinga	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0

Tabela IV.18 - Declividade (%).

Já a tabela IV.19 a seguir aponta a ocorrência e tipo de erosão por SAF. Eles indicam uma ausência de erosão na ordem de 40% em torno das amostras o que é relativamente positivo, pois os nossos solos estão potencialmente esgotados pelo mau uso ao longo das décadas. Não é raro, observar pastagens em solos compactados, degradados, com erosão em sulco e formação de voçorocas.

Em projetos de SAF a ocorrência de processos erosivos não é desejável, entretanto é um fenômeno que ocorre naturalmente, pois faz parte do intemperismo e varia de acordo com a geomorfologia da região. A questão reside no fato de que as más práticas agrícolas e de uso e ocupação do solo, adiantam esse processo pela ação do homem, cabendo ao mesmo, adotar as medidas de prevenção, visando atenuar esse problema que impulsiona outros prejuízos ambientais.

MUNICÍPIO	AUSENTE	LAMINAR	SULCO	VOÇOROCA	TOTAL
Simonésia	60,0	40,0	0,0	0,0	100,0
Manhuaçu	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
Matipó	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
Caratinga	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Imbé De Minas	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Imbé de Minas	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
Caratinga	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
Imbé de Minas	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Caratinga	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Tabela IV.19 - Declividade (%).

Um fator positivo é não presença de erosões em sulco. São conhecidas como as mais danosas ao solo e devem ser combatidas com prioridade, pois o prejuízo que essas causam aos mananciais assoreando-os, mediante a exportação de solo agrícola, constitui uma grande perda ambiental. Erosão em sulco é precursor de voçorocas, estas sendo o máximo da degradação dos recursos hídricos e do solo.

Já a tabela IV.20 evidencia-se que em todos os projetos monitorados são adotadas alguma modalidade de prática conservacionista.



MUNICÍPIO	AUSENTE	CURVA DE NÍVEL	TERRACEAMENTO	CAIXA DE DECANTAÇÃO	TOTAL
Simonésia	60,0	0,0	40,0	0,0	100,0
Manhuaçu	0,0	85,7	0,0	14,3	100,0
Matipó	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
Caratinga	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Imbé De Minas	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Imbé de Minas	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Caratinga	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Imbé de Minas	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Caratinga	20,0	80,0	0,0	0,0	100,0

Tabela IV.20 - Práticas Conservacionistas (%).

O cenário acima é temerário, uma vez que em grande parte das experiências monitoradas não se adota prática conservacionista alguma. Deve-se atentar para a devida orientação aos proprietários, para que além de adotarem boas práticas, passem a realizar o manejo integrado do solo em seus projetos de recuperação.

#### d) Condições edáficas

As áreas amostradas contemplam 38% em locais úmidos, entre total e parcial. De certo modo, esta distribuição coincide com a característica das paisagens na qual os projetos estão alocados: áreas de baixo e APP (tabela IV.21).

MUNICÍPIO	AUSENTE	PRESENÇA		TOTAL
		PARCIAL	TOTAL	
Simonésia	100,0	0,0	0,0	100,0
Manhuaçu	100,0	0,0	0,0	100,0
Matipó	100,0	0,0	0,0	100,0
Caratinga	66,7	33,3	0,0	100,0
Imbé De Minas	100,0	0,0	0,0	100,0
Imbé de Minas	100,0	0,0	0,0	100,0
Caratinga	100,0	0,0	0,0	100,0
Imbé de Minas	60,0	40,0	0,0	100,0
Caratinga	0,0	100,0	0,0	100,0

Tabela V.21 - Presença de Área Úmida na Área Amostrada (%).

### e) Fauna

A presença de fauna, constatada durante os trabalhos de campo, soma um percentual de 91% de ocorrência nas áreas amostradas. A tabela IV.22 detalha o levantamento em cada experiência.

MUNICÍPIO	AUSENTE	PRESENTE	TOTAL
Simonésia	0,0	100,0	100,0
Manhuaçu	0,0	100,0	100,0
Matipó	0,0	100,0	100,0
Caratinga	0,0	100,0	100,0
Imbé De Minas	14,3	85,7	100,0
Imbé de Minas	0,0	100,0	100,0
Caratinga	0,0	100,0	100,0
Imbé de Minas	0,0	100,0	100,0
Caratinga	0,0	100,0	100,0

Tabela IV.22 - Presença de Fauna nas Áreas Amostradas (%).

Agentes polinizadores como abelhas, maribondos, bem como outros insetos, são de vital importância para o desenvolvimento dos ecossistemas vegetais, uma vez que a polinização é fundamental para o desenvolvimento das comunidades vegetais e esses agentes foram identificados em boa parte das amostras.

A grande ocorrência de aves é um indicativo positivo, pois essas são grandes agentes polinizadores e dispersores de sementes. A constatação das aves praticamente na totalidade das amostras (tabela V.23) evidencia que essas têm condições de abrigo, alimentação e até para o suporte de reprodução, mediante a construção de ninhos para a procriação.

EXECUTOR	MUNICÍPIO	AVES	INSETOS	MAMÍFEROS
JA_SAF	Simonésia	80,0	100,0	0,0
JR_SAF	Manhuaçu	85,7	100,0	0,0
RE_SAF	Matipó	100,0	100,0	0,0
FR_SAF	Caratinga	100,0	100,0	0,0
SM_SAF	Imbé De Minas	85,7	85,7	0,0
HE_SAF	Imbé de Minas	100,0	100,0	0,0
VS_SAF	Caratinga	100,0	100,0	0,0
MG_SAF	Imbé de Minas	100,0	100,0	0,0
SA_SAF	Caratinga	100,0	100,0	0,0

Tabela IV.23 - Tipo de Fauna nas Áreas Amostradas (%).

#### IV.1.4 - LEVANTAMENTO SOCIOECONÔMICO

O levantamento socioeconômico é o componente final da análise dos SAFs aqui estudados. Ele é fundamental para se estabelecer a relação do arcabouço técnico, de implantação e manutenção dos sistemas agroflorestais aliado aos seus objetivos principais, são eles:

- Primeiramente a sua eficiência técnica e como resultado a preservação e conservação dos recursos hídricos;

- Em continuidade, como aqui proposto, que as áreas sejam recuperadas, mas em contrapartida o seu detentor possa ter o retorno financeiro adequado que garanta a manutenção dessas atividades conservacionistas.

Assim, o levantamento socioeconômico demonstra o grau de envolvimento dos detentores das áreas com o projeto, desde o seu entendimento, implantação, manutenção, resultados finais e a sua continuidade. São elementos do levantamento:

- Áreas Degradadas e em Recuperação;
- Aproveitamento Econômico das Áreas em Recuperação.

### a) Áreas Degradadas e em Recuperação

Dos responsáveis pelos imóveis rurais, cerca de 60% declaram não existir áreas degradadas em suas propriedades. Entretanto, foram relatados casos de erosão em 40% delas, sendo grande parte em área de preservação permanente - AAPs (Figura IV.15):

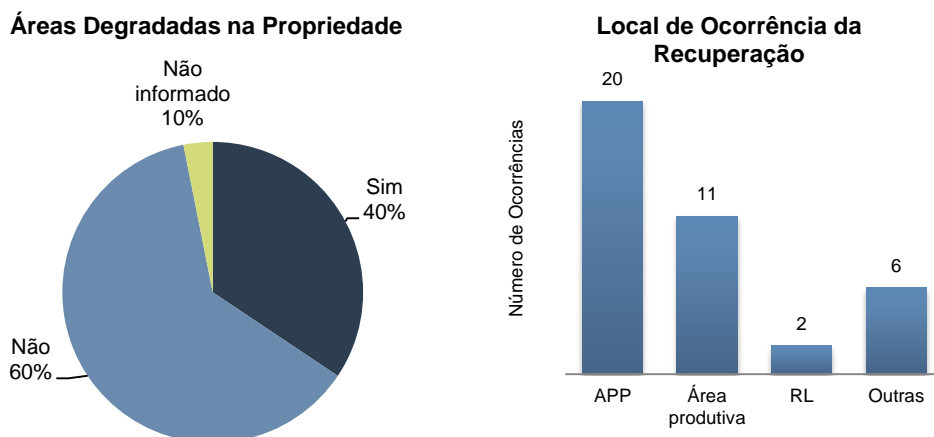


Figura IV.15 - Caracterização das Áreas Degradadas em Recuperação.

Soma-se a esses dados o relato de grande parte dos responsáveis que as atividades de recuperação foram realizadas com recursos próprios.

Fazendo uma avaliação desse cenário é possível observar que muitas vezes os proprietários não têm o conhecimento e o recurso financeiro necessário para agir de maneira efetiva nas áreas degradadas de sua propriedade.

## b) Aproveitamento econômico das áreas

Conforme já mencionado anteriormente o objetivo principal dos projetos é a restauração e conservação das áreas degradadas e por consequência positiva a conservação e preservação dos recursos hídricos a partir da renda gerada com a produção sustentável nessas áreas. Nesse sentido, grande parte dos responsáveis declarou realizar a exploração e o aproveitamento econômico das mesmas (Figuras IV.16 e IV.17).



Figura IV.16 – Exploração econômica da área recuperada.



Figura IV.17 – Tipo de Produto Produzido nas Propriedades

#### IV.1.5 – QUALIDADE AMBIENTAL DOS RECURSOS HÍDRICOS E FLORESTAL

##### a) Qualidade da água

Os dados de qualidade da água aqui abordados tratam-se de um levantamento empírico realizado a partir da percepção apurada de cada proprietários e/ou detentores dos imóveis onde estão localizados os SAFs.

Segundo esses relatos (Figura IV.18), 90% deles respondeu que o escoamento superficial nesses locais dá-se com a água mais limpa e em maior quantidade, o que pode evidenciar uma capacidade de disponibilização dos recursos hídricos de boa condição e em maior afluência, além de um solo menos desagregado, evitando assim o carreamento de sedimentos e com maior teor de serapilheira composta de material orgânico ou em decomposição natural das espécies locais presente na superfície do solo de florestas, sendo formada por uma infinidade de materiais como folhas, galhos, flores, frutos, sementes e dejetos de animais.

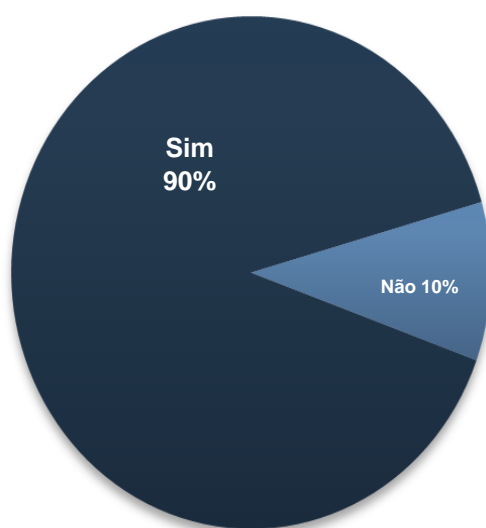


Figura IV.18 – Qualidade da água após implantação do SAF.

## b) Qualidade florestal

A recuperação das áreas também gerou uma percepção de aumento na biodiversidade do local a partir da identificação de novas espécies vegetais pós implantação dos sistemas agroflorestais como pode ser visto na figura IV.19, em sete das nove propriedades estudadas foram observadas novas espécies.

Ainda foi averiguada a percepção quanto ao surgimento dessas espécies e as suas relações com o ambiente: 50% responderam que isso evidencia a recuperação da área; 20% especificou que este surgimento de espécies indica aumento na biodiversidade. Os 30% aos quais não se aplicam tal questionamento devem-se aos entrevistados que não observaram aparecimento de diferentes espécies após o SAF ser implantado.

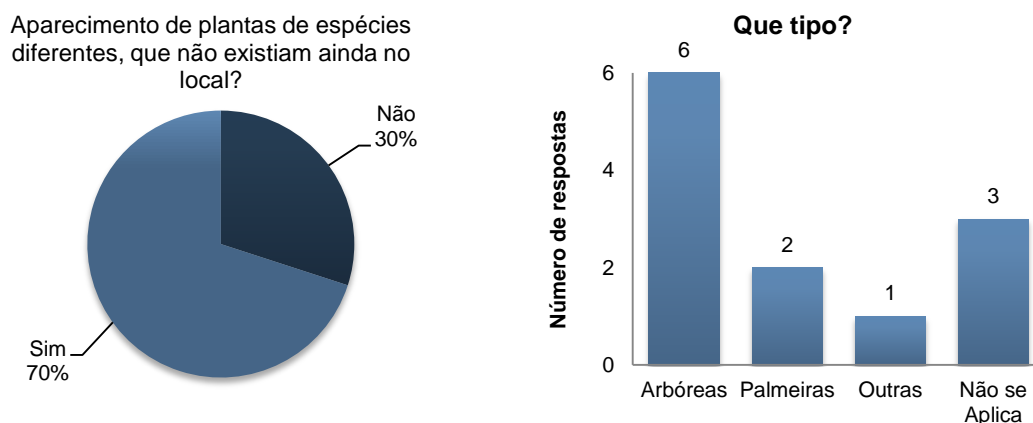


Figura IV.19 – Aparecimento de Novas Espécies após Implantação do SAF.

### IV.1.6 – DESENHO

E ao fim, para a melhor compreensão das características técnicas dos SAF e a adiante construção do modelo para a restauração das zonas de recarga hídrica e de proteção especial, fez-se necessário a elaboração do desenho de cada sistema, assim como a identificação da sua classificação, conforme estrutura e espaçamento, condições essas determinantes à sua compreensão e e sua análise por tipo de uso e localização, sendo esse desenho dividido entre as áreas ripárias e produtivas.



#### IV.1.6.1 - SAFs em áreas de APPs ripárias ou encostas

Os SAFs aqui analisados encontram-se localizados em áreas ripárias ou encostas localizados respectivamente nos município de Simonésia e Araçuaia. A partir da caracterização dessas experiências e das análises quantitativa, qualitativa e socioeconômica verificou-se que todos eles tiveram por objetivo principal a conservação dos corpos hídricos ali existentes a partir da restauração de vegetação presente nesses locais, composta de parcelas florestais associados a cultivos agrícolas e pequena atividade pecuária. Assente, seguem os croquis técnicos de cada projeto (Figura IV.20):

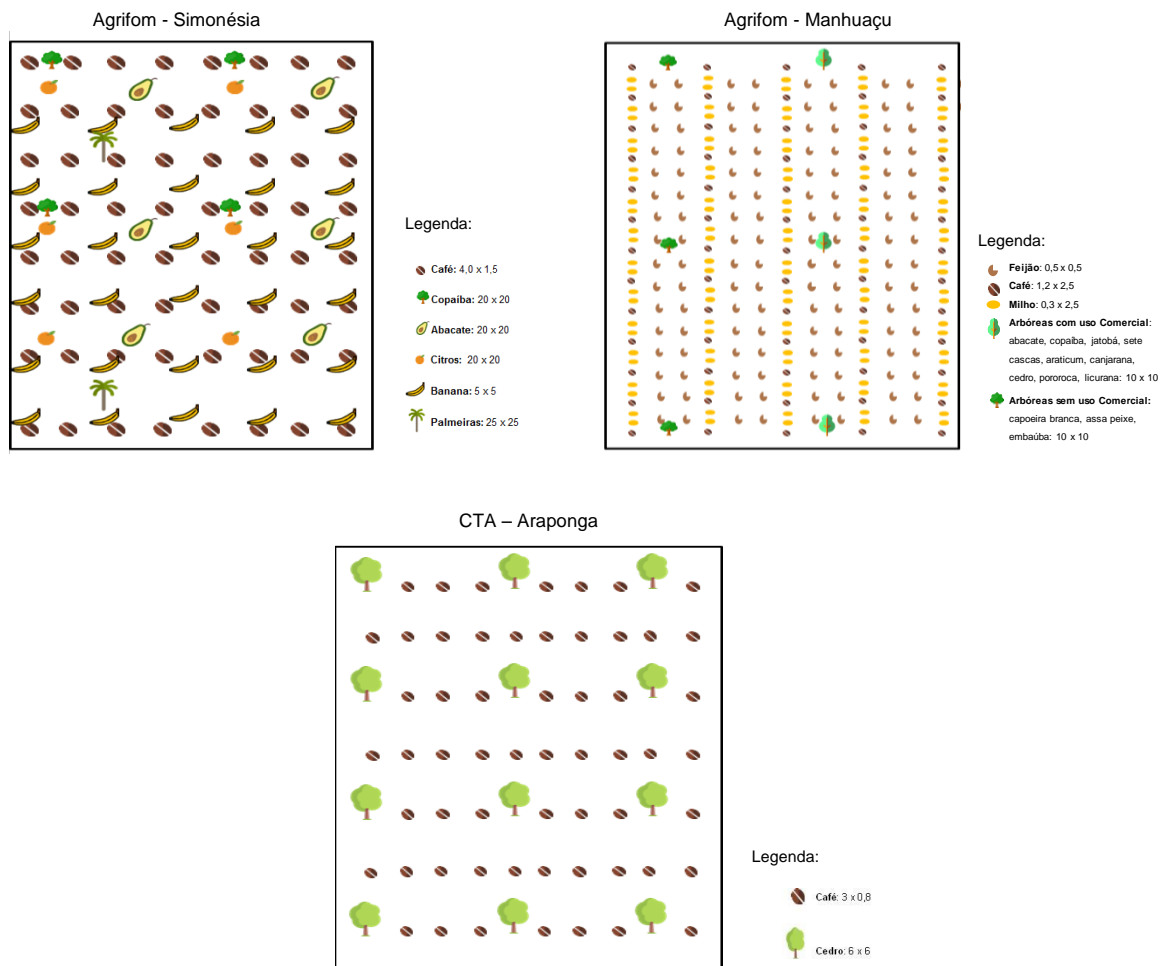


Figura IV.20 - SAFs em áreas ripárias ou de encostas.

Anterior à análise técnica é importante salientar que nestas áreas não houve o emprego de maquinário pesado no manejo do solo nem a utilização de adubação química, agrotóxicos ou quaisquer outros produtos agroquímicos.

Observa-se no CTA – Araponga uma linha de árvores para madeira (Cedro) e produção de biomassa seguida de linhas de plantio de cultivos agrícolas, configurando assim um SAF no sistema Alley cropping.

Já que nos demais, Agrifom/Simonésia e Manhuaçu tem-se o sistema multiestrato com policultivos multiestratificados cujas as diversas destas espécies têm a importante função de ocupar o estrato inferior, manter um microclima úmido e substituir gramíneas, o que é de fundamental relevância para evitar eventos adversos, principalmente incêndios florestais.

**a) Elementos do desenho do sistema:** em todos eles verificam-se as linhas de árvores espaçadas entre si em distâncias variáveis:

- Agrifom (Simonésia): Cedro 6 x 6 e Palmeira 25 x 25 (sistema multiestrato);
- Agrifom (Manhuaçu): Arbórea comercial e não comercial 10 x 10 (sistema multiestrato);
- CTA (Araponga): Cedro 6 x 6 (sistema Alley Cropping).

As árvores foram introduzidas por mudas ou sementes, dispostas na linha em espaçamento e selecionadas de acordo com seu desenvolvimento. Nas entrelinhas das árvores são plantadas as espécies alimentícias (milho, feijão, café), dispostas de maneira alternada (cada entrelinha com uma determinada espécie) para facilitar o manejo e o desenvolvimento das plantas, todas elas introduzidas no primeiro ano.

**b) Critérios para seleção de espécies:** a escolha das espécies presentes nos sub-bosques (feijão e café) foi feita associando às condições de sombreamento após os primeiros anos, por permitirem um manejo menos intensivo e frequente e pela sua aptidão comercial.

**c) Espécies-chave de cultivos agrícolas e outros usos econômicos:** Foram adotadas espécies de fácil adaptação, também associadas a condições de sombreamento e de aptidão comercial: feijão, café, milho, banana, abacate e citros.

**d) Espécies-chave de árvores:** na linha de árvores foram introduzidas espécies de múltiplas funções, com ênfase para os serviços ambientais, sendo o principal deles a conservação dos recursos hídricos por meio da estabilização do solo. A seleção das árvores foi feita a partir da sua função ambiental conhecida, em especial o Cedro e a Copaíba que, por meio da evapotranspiração reduzem a saturação de água do solo, além de minimizar a erosão e o carreamento e transporte de sedimentos, protegendo assim os cursos d'água e subsuperficiais através das áreas de recarga.

**e) Implantação:** presente em todos os SAFs as áreas onde prevalecem gramíneas de touceiras grandes são roçadas e a biomassa separada para depois capinar, retirando todo rizoma (caules restantes da capina) que, em geral, são enterrados no fundo dos berços das bananeiras ou batidos para retirar a terra e deixados virados secando ao sol. Quando as gramíneas não são grandes realiza-se somente capina conforme explicado. Na linha das árvores, as espécies arbóreas foram plantadas praticamente por mudas e sementes, intercaladas com as espécies chave. A biomassa do capim é disposta próxima às linhas dos plantios cobrindo todo o solo.

**f) Manejo:** O manejo dos projetos consiste na capina seletiva e podas periódicas. Após a colheita, as plantas das espécies chave (feijão, café, milho, banana, abacate e citros) são cortadas e seu material utilizado para cobrir o solo. Toda a biomassa produzida pela poda periódica das árvores são utilizadas na cobertura do solo com matéria orgânica, organizada de maneira a permitir que se caminhe bem pela área (madeira em contato com o solo e folhas por cima). As árvores que não tem necessariamente essa finalidade são manejadas com podas de raleamento, formação e estratificação conforme a necessidade e os objetivos.

**g) Manejo a longo prazo/configuração do sistema:** devido a pouca idade dos projetos o manejo de longo prazo ainda não se iniciou e consiste, após cerca de 7 (sete) anos na poda seletiva que deve favorecer o estabelecimento da regeneração natural, deixando-se as plântulas das árvores nativas que permitirão o avanço da sucessão ecológica.

**h) Espécies exóticas:** todas elas são podadas seletivamente já no início da germinação, selecionando assim os indivíduos que produzirão frutos e outros para produção de biomassa, que sairão do sistema a médio e longo prazo. A área ocupada pelas espécies exóticas não pode ultrapassar 50%.

#### IV.1.6.2 - SAFs em áreas produtivas

A seguir, prossegue a análise técnica dos projetos de SAFs realizados em áreas produtivas, entretanto, somente para os projetos de Caratinga e Imbé de Minas. Eles não tiveram com objetivo principal a recuperação das áreas de APP ripárias e/ou encostas, e sim aquelas voltadas à produção, mas dentre os sistemas estudados foram os que apresentaram maiores índices de produtividade.

Nesse sentido, seu desenho e planejamento são de grande importância aqui uma vez que esses modelos estabelecem os componentes de porte arbóreo mais rapidamente, acelerando o processo de restauração, muito útil nessa pesquisa e que será utilizado quando da composição de um modelo de SAF para região, além da sua produtividade que é também um dos pilares dessa pesquisa, visto que o responsável necessita gerar renda a partir da recuperação das áreas. Seguem os croquis técnicos desses projetos (Figura IV.21):

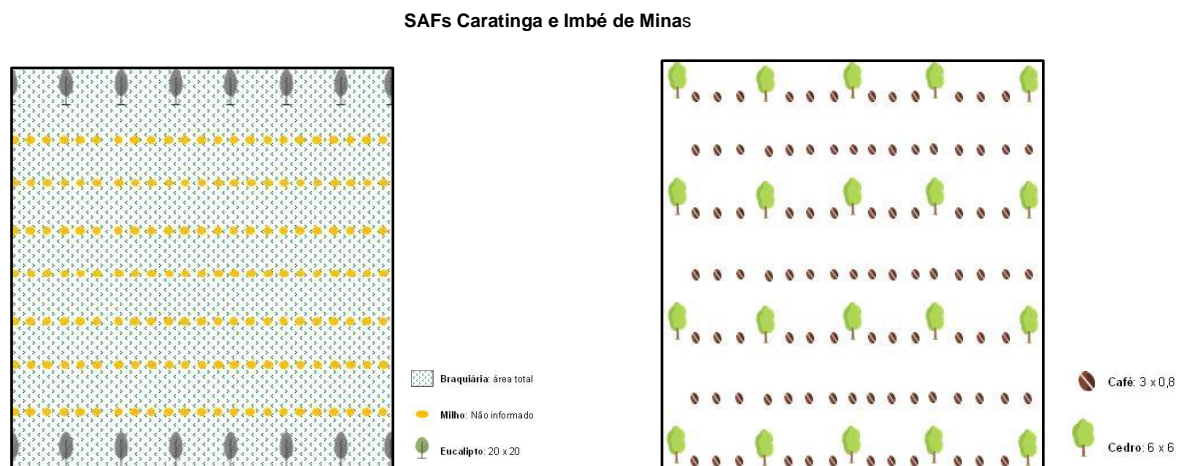


Figura IV.21 - SAFs em áreas produtivas.

Sendo ambos configurados no sistema Alley cropping, uma vez traçado o desenho dos projetos foi feita a sua especificação técnica:

**a) Elementos do desenho do sistema:** em geral os SAFs produtivos estudados foram definidos pela repetição de parcelas de tamanho 6x6 a 20x20, dispostas em canteiros, sempre apresentando uma linha de árvores e frutas juntamente em consórcio com culturas anuais. As parcelas vão sendo repetidas sequencialmente ao longo da área, podendo ser escolhidas espécies diferentes para compor cada parcela. Espécies com ciclo curto desenvolveram condições para o estabelecimento das árvores nativas e frutíferas, introduzidas por meio de muda e/ou sementes. Após um período de, em média 3 a 4 anos, as leguminosas e outras espécies que necessitam de muito sol saíram e as árvores e arbustos ficaram. Nos canteiros onde só há culturas anuais são introduzidas árvores de sub-bosque como, por exemplo, banana, café e milho. Foram plantadas frutas, café e eucalipto entre a linha das árvores formando, geralmente, a base dos sistemas.

**b) Critérios para seleção de espécies:** Sempre variedades e espécies com grande produtividade, bom valor econômico de mercado e outras voltadas para conservação, com alto potencial de produção de biomassa.

**c) Espécies-chave:** eucalipto, cedro, palmeiras, arbóreas nativas, café, banana e outras frutíferas.

**d) Implantação:** a maioria dos preparos foi manual ou com a utilização de motocultivador simples, sempre levantando os canteiros e misturando ao adubo o adubo. Por serem solos de boa fertilidade e quase todos os projetos, a primeira adubação foi feita com fertilizantes simples como pó de rocha, esterco curtido, cinza e de farinha de osso, diminuindo as quantidades à medida que o próprio sistema vai se alimentando com a biomassa produzida pelas podas.

**e) Manejo:** essencial da produção de biomassa através das podas das árvores esse procedimento acontece em todos os projetos com as espécies ali encontradas. O mesmo procedimento acontece com a capina, manual ou mecanizada, mas seletiva e de quatro a seis meses, dependendo da condição do sistema. Praticamente todos há também a realização de aceiros contra fogo feito no mesmo momento da capina. Para o manejo se utilizam alguns equipamentos como: roçadeira costal (para roçar as bordas do sistema e fazer aceiros); motosserra (para fazer podas e cortar madeiras); triturador (para triturar madeira para otimizar e alimentar o próprio sistema).



**g) Manejo a longo prazo/configuração do sistema:** ainda não iniciado, mas a partir do segundo ou terceiro ano de implantação, além das espécies de árvores nativas e exóticas estabelecidas na área pretende-se que se estabeleçam também espécies nativas trazidas por dispersores e a se continuar essa dinâmica, muitas outras espécies estarão presentes no local favorecendo sempre o estabelecimento de árvores nativas trazidas pelos dispersores.

## **CAPÍTULO V - ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO**

### **V.1 - ÊXITO E EFETIVIDADE DAS EXPERIÊNCIAS DE SAF MONITORADAS E MELHORIAS**

Os resultados obtidos para as experiências monitoradas evidenciam o grande potencial dos sistemas agroflorestais como uma estratégia para a conservação dos solos e consequente preservação dos recursos hídricos.

Os SAFs podem ser explorados ainda como ferramenta de restauração uma vez que incorporaram a ela os componentes social e econômico, contribuindo para manutenção da área restaurada, permanência das famílias na propriedade, geração de renda e segurança alimentar. As melhorias nas características químicas e físicas do solo são evidentes, assim como na qualidade e disponibilidade de água. Elas ajudam a diminuir a poluição e o assoreamento dos corpos hídricos recursos hídricos ocasionados pelo escoamento superficial de sedimentos proveniente de processos erosivos de solos expostos e de nutrientes e produtos químicos utilizados na agricultura.

O sucesso dos projetos está diretamente vinculado também às ações de educação ambiental e fomento. A educação ambiental mostrou-se como ferramenta importante e efetiva de conscientização da importância da restauração e de adesão e continuidade aos projetos. As famílias tem papel importante na sua implementação devendo ser incorporadas nas ações de educação ambiental, comumente direcionadas aos proprietários.

Outro aspecto fundamental no êxito dos SAFs é o monitoramento, importante subsídio técnico para os agricultores tomem conhecimento de alguns problemas existentes com a adoção de sistemas agroflorestais. Entretanto, essa é uma ação posterior à implantação dos SAFs e não levantada por essa pesquisa. Após a sua consolidação o monitoramento é necessário para o controle da sustentabilidade nas suas diferentes fases ao longo dos anos. Tem por finalidade ainda comprovar a continuidade dos objetivos propostos uma vez que estes sistemas apresentam caráter dinâmico e complexo, com as condições ambientais mudando ao longo do tempo.



Através do monitoramento será possível estabelecer indicadores de desempenho do sistema em relação aos critérios de sustentabilidade (Conservação e preservação dos recursos hídricos, solos e outros) e produtividade (MONTAGNINI, 1992). Para a implantação de sistema de monitoramento sugere-se a adoção de procedimentos e indicadores diferenciados para projetos, tais como:

- **Estrutura da vegetação:** densidade, diversidade, estratificação e regeneração natural;
- **Função ecológica:** processos erosivos, isolamento de fatores de degradação, presença de espécies indesejáveis (arbóreas ou herbáceas exóticas e/ou agressivas);
- **Função socioeconômica:** renda, segurança alimentar, satisfação do agricultor, acesso ao mercado, quantidade e diversidade de produtos.
- **Outros fatores:** - cumprimento das obrigações legais ou contratuais (fomento, financiamento etc);
- **Indicadores:** Os indicadores a serem monitorados devem ser coerentes com a fase de implantação dos projetos.

## V.2 - CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE SAF PARA A REGIÃO

A construção dos sistemas de produção sustentável aqui propostos parte do conhecimento da realidade local, envolvendo os interesses de todos os atores participantes. Existem inúmeras dificuldades em se estabelecer modelos gerais para recuperação de Áreas de Preservação Permanente e de recarga hídrica e sendo assim as propostas aqui apresentadas foram desenhadas a partir do acúmulo de conhecimentos da realidade ao longo da pesquisa com respaldou-se na literatura atualizada relacionada com o tema.

Embora contenham orientações muito específicas em relação às práticas de manejo como um todo, que num primeiro momento podem ser consideradas como uma instrução técnica detalhada ou até engessada, o objetivo foi apresentar princípios e ideias que possam ser extrapolados para diferentes situações na sub-bacia do rio Manhuaçu e possivelmente até outras regiões.

## V.3 – VISÃO GERAL

De maneira geral as APP e outras áreas de recarga hídrica localizam-se em declives, valas em curva de nível e pequenos terraços muito importantes para controlar erosão, acumular nutrientes e aumentar infiltração de água no solo. O manejo dessas áreas deve conciliar a proteção do recurso hídrico com a produção sustentável de alimentos. A revegetação deverá ser feita, preferencialmente com espécies nativas da região, visando recompor a floresta antes existente, associada a inclusão de espécies que produzam frutos, sementes e outros bens que possam ser explorados de forma sustentável pelos agricultores.

Por serem em áreas muito utilizadas pelos agricultores devido à proximidade de cursos d'água e sua consequente fertilidade, são indicadas etapas gradativas de manejo, permitindo aos produtores evoluir de um uso mais intensivo, tipicamente agrícola, para um nível intermediário, no qual a cultura agrícola ainda continue a ser o componente principal, porém havendo a presença de elementos arbóreos, até, finalmente, ser atingido um sistema mais conservacionista, onde as árvores passariam a ser os elementos principais.

Está estratégia contribui para que a recuperação das APPs e áreas de recarga seja realizada mediante um procedimento agroflorestal seqüencial, comportando as seguintes fases:

### **A) FASE INICIAL – USO AGRÍCOLA INTENSIVO**

Nesta fase é proposto a organização de um ciclo de produção agrícola temporária, utilizando-se feijão, milho ou arroz, produtos mais cultivados nessas áreas. Também, recomenda-se a introdução de espécies semi-perenes, como a bananeira, o que contribuiria para a proteção e fixação do solo nas áreas próximas aos cursos d'água, além de gerar grande quantidade de matéria-orgânica a ser depositada e produzir frutos para alimentação familiar e para a comercialização. Ainda nessa fase, principalmente nas áreas mais degradadas, propõe-se a introdução de espécies arbóreas típicas deste ecossistema, observando-se os estádios sucessionais das espécies e a capacidade do ambiente específico em comportar o sistema implantado.

**A1) Elementos do desenho do sistema:** O desenho é variável entre os sistemas Alley Cropping ou Multiestrato, conforme especificação da implantação a seguir, mas sempre pequenos terraços ou valas de infiltração em curva de nível para controle da erosão e estabelecimento das árvores.

**A2) Critérios para seleção de espécies:** Culturas anuais resistentes e árvores frutíferas e nativas, especialmente as mais rústicas que pegam facilmente de estaca ou semente. Deverão ser consideradas as espécies já estabelecidas no local e manejadas por meio de podas, visando fornecer matéria orgânica para o sistema e luminosidade e rejuvenescimento do sistema, no caso de indivíduos muito velhos. Para a escolha das espécies, além do grupo ecológico (pioneira, secundárias ou clímax), deverá também ser observado o tipo de terreno mais adequado para cada espécie.

**A3) Espécies-chave:** **Com uso comercial** - Abacate, Araticum, Banana, Café, Canela, Canjarana, Cedro Pororoca, Cedro, Citros, Copaíba, Copaíba, Eucalipto, Feijão, Goiaba, Ingá, Jatobá, Licurana, Milho, Sete Cascas e Só Brasil. **Sem uso comercial** - Canela, Goiaba Ingá e Palmeiras.

**OBSERVAÇÃO:** Por se tratar de produção consorciada as espécies podem ser manejadas conforme a comercialização. Segue abaixo na tabela V.1 a variedade dos produtos gerados pelas estas iniciativas e que podem ser alternadas quando da implantação do SAF, variando desde frutas, legumes até hortaliças nos mais diferentes arranjos produtivos.

LISTAGEM DE ESPÉCIES PARA PRODUÇÃO		
Abacate	Cupuaçu	Mamão
Abacaxi	Embaúba	Mandioca
Abóbora	Eritrina	Mana
Açaí	Eucalipto	Manueira
Acerola	Feijão	Medicinais
Ameixa	Feijão Guandu	Melancia
Amendoim	Fruta do conde	Milho
Amora	Fruta pão	Milho de Pipoca
Araticum	Gerelim	Palmito
Banana	Girassol	Pau Brasil
Batata doce	Goiaba	Pau ferro
Braúna	Graviola	Pêsseco
Café	Grumixama	Pimenta
Cambuci	Guapuruvú	Pororoca
Canela	Hortaliças	Pupunha
Canjarana	Iná	Sapucaia
Capoeira branca	Inhame	Sete cascas
Carambola	Jaca	Só Brasil
Cedro	Jatobá	Soja
Copaíba	Licuarana	Urucum

Tabela V.1 - Variedade dos produtos a serem combinados e gerados.

**A4) Implantação:** A implantação ocorrerá sempre na configuração de pequenas bacias no formato de meia lua ou pequenos terraços acompanhando a curva de nível, preferencialmente com inclinação de 45° no sentido do declive e se possível ainda observar o efeito do morro com relação à incidência da luz solar e sua direção. No Brasil e hemisfério sul, faces de morro voltadas para o norte recebem mais sol no inverno e morros voltados para o sul recebem mais luz no verão. Os desenhos devem estar localizados ainda em pontos estratégicos do terreno onde ocorre o maior acúmulo e o solo é mais profundo para facilitar a construção dos terraços e aumentar a infiltração de água e acúmulo de matéria orgânica e solo. Eles devem ser cobertos com matéria orgânica, principalmente nas valas.

No sistema sistema Alley Cropping o espaçamento entre as linhas de árvores não deve ser inferior a 3 metros, impedindo assim a erosão superficial e aumentam a infiltração e retenção de água no solo, enquanto as herbáceas leguminosas fixam nitrogênio do ar e contribuem com a estrutura química do solo, além de reduzir a evaporação na superfície do solo, controlar plantas invasoras e aumentar a matéria orgânica (Figura V.1). Essa opção é indicada para áreas com maiores taxas de erosão ou solo exposto uma vez que aumentam a infiltração e retenção de água no solo.

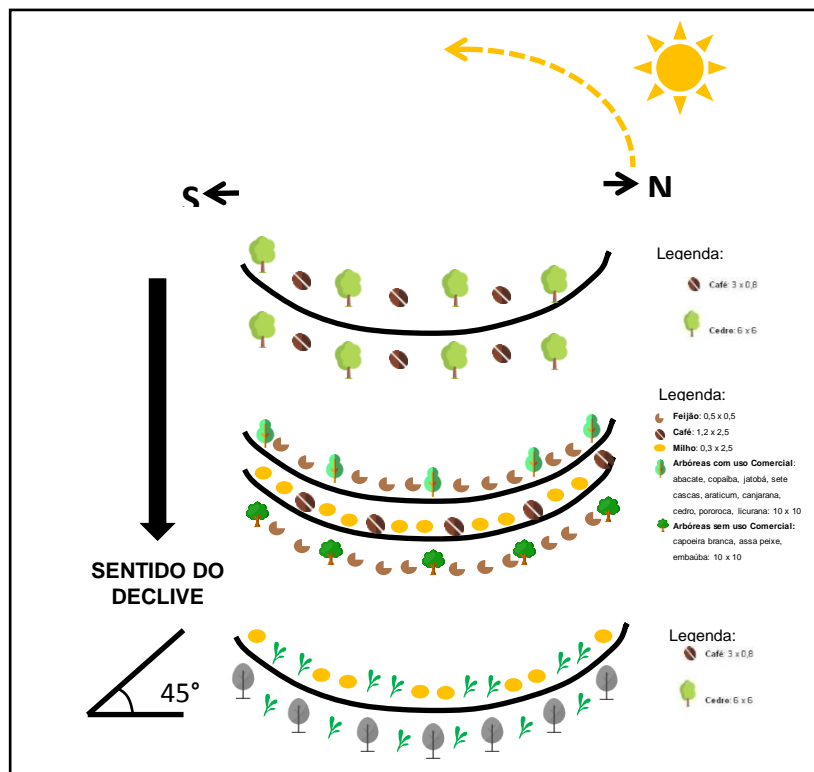


Figura V.1 – Proposta de SAF sistema Alley Cropping.

Na opção pelo sistema multiestrato, aplicável a áreas de APP degradadas por pastagens, esse com espaçamento entre as linhas de árvores em geral inferior a 3 metros, as espécies arbóreas não serão destinadas somente a comercialização de madeira, podendo permanecer por um longo período para produção de frutos e sementes que são comercializados, além estabelecer, por meio de uma consórcio de espécies, a ciclagem de nutrientes.

As espécies arbóreas, além de desenvolver um papel de planta sombreadora dos cultivos, faz da agrofloresta um ambiente mais próximo ao natural, com um maior equilíbrio biológico, reduzindo os problemas de erosão e carreamento de sedimentos ao longo das vertentes e posterior cursos d'água, mas também enriquecendo a camada superficial do solo contribuindo ao mesmo tempo para o aumento da produtividades, principalmente em sistemas consorciados. (Figura V.2).

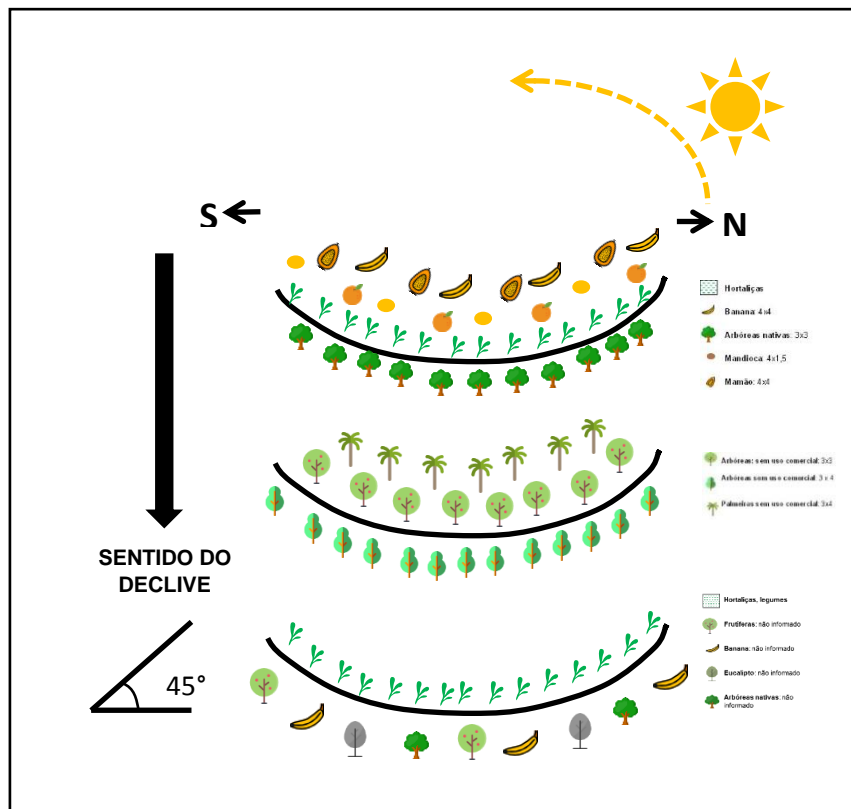


Figura V.2 - Proposta de SAF sistema multiestrato.

Em ambos, árvores, arbustos, leguminosas e gramíneas de rápido crescimento devem ser plantadas diretamente por sementes ou por estacas na parte de baixo dos terraços. Estruturas maiores também são eficazes para concentrar água e nutrientes, além de controlar erosão, porém exigem maior mão de obra e até maquinário.

O material roçado e a poda das árvores nativas também deve ser concentrado nestes pequenos terraços após plantar sementes de árvores e cobrir com adubo disponível na propriedade ou vizinhança, como esterco, cinza ou composto. Junto com as árvores planta-se, em pequenos berços com esterco, milho e até com algumas hortaliças. Ao final realiza-se a poda das árvores presentes na área. O material é devidamente organizado de modo que a madeira possa reforçar os terraços e servir como contenção em outros locais do terreno. As folhas são picadas e acumuladas nos berços de plantio e onde o solo está exposto.

**A5) Manejo imediato:** realizar somente a capina seletiva e poda com no máximo 3 anos, acumulando a biomassa nos terraços e ao redor das árvores introduzidas, principalmente aquelas consideradas de maior valor ecossistêmico.

## **B) FASE SECUNDÁRIA/TRANSIÇÃO**

Na fase de transição entre as etapas de uso agrícola mais intensivo seguindo para um incremento florestal é feita a introdução de espécies perenes e/ou semi-perenes, tais como: laranja, manga, banana, café, mamão, abacate, dentre outros que por suas características ecológicas tem melhor adaptação aos sistemas agroflorestais nas áreas ciliares, numa fase de reconstituição de um ambiente mais típico de sub-bosque.

**B1) Manejo a longo prazo/configuração do sistema:** O manejo de longo prazo deve ser feito por meio do desbastes de árvores que estiverem em grande densidade e poda seletiva das árvores remanescentes para manter a produção das espécies frutíferas implantadas.

## **C) FASE FLROESTAL**

Uma vez consolidado o SAF o manejo passa a ter uma proposta mais conservacionista com o objetivo é restaurar as funções da vegetação nativa realizando enriquecimento complementar com espécies típicas do ecossistema, considerando



aquelas de uso múltiplo, como também as madeireiras, seguindo-se o modelo da sucessão ecológica.

**C1) Manejo florestal:** Espera-se a partir dessa fase níveis de produção mais elevados, porém com o povoamento resultante não mais objeto de corte raso para o cultivo de culturas anuais, sendo manejado a partir dessa fase em regime de produção sustentada, em bases permanentes, algo como um “pomar floresta ciliar”, com suas funções produtivas e de conservação e proteção.

#### **V.4 – MONITORAMENTO DOS SISTEMAS E INDICADORES**

Consecutivo à implantação e de fundamental importância à continuidade dos SAFs e por efeito à melhora qualitativa dos recursos hídricos será o seu monitoramento, necessário ao controle da sustentabilidade nas suas diferentes fases e medido por meio de indicadores.

A finalidade do monitoramento da sustentabilidade é a comprovação de que os objetivos propostos estão sendo alcançados, nesse caso a restauração das APPS e áreas de proteção especial e, com efeito, a melhora qualitativa dos recursos hídricos, uma vez que estes objetivos apresentam caráter dinâmico e complexo, com as condições ambientais mudando no tempo.

Dado o público alvo dessa pesquisa, pequenos agricultores rurais, tais indicadores, de preferência, devem apresentar características mais acessíveis, a saber:

- Ser de fácil medição;
- Palpáveis ou tangíveis;
- A coleta de dados não deve ser difícil nem onerosa;
- Os responsáveis pelos SAFs devem realizar e/ou participar das medições;
- As medições devem permitir a repetição ao longo do tempo; e
- Devem ser significantes à sustentabilidade dos sistemas analisados.

A sustentabilidade nesse caso é avaliada segundo a conservação dos recursos naturais (recurso hídricos, flora e fauna) e os impactos ambientais (DE CAMINO e MULLER, 1996). Diante do exposto e pela inexistência de referências ao tema apresenta-se a seguir na tabela V.2 uma proposta de monitoramento e indicadores escolhidos de acordo com os objetivos dessa pesquisa, bem como método de aferição.

OBJETIVO	INDICADOR	MÉTODO
Conservação dos recursos hídricos	Persistência do fluxo da nascente	Observação de campo ou vertedouros
	Vazão do fluxo	
	Turbidez	Observação de campo (cor)
	Características físico-químicas da água	Análises de laboratório
Conservação Recuperação do solo	Porosidade, densidade e umidade	Análise de laboratório
	Compactação	Verificação de campo
	Erosão	Coletores metálicos
	Cobertura do solo	Gabaritos
	Teor de nutrientes no solo	Análise de laboratório
	Teor de matéria orgânica no solo	
	Ciclagem de nutrientes	
Sucessão da floresta	Sobrevivência, DAP, altura, idade, diâmetro de copa, altura comercial, volume e biomassa	Medições de campo
	Sombreamento das árvores	
	Incremento, crescimento e mortalidade	
Custos	Custos na implantação e manutenção do sistema	Matriz de avaliação

Tabela V.2 - Proposta de monitoramento e indicadores.

## V.5 – ANÁLISE GERAL DA PESQUISA

Em um breve preambulo da pesquisa, a fim de se legitimar a sua realização é necessário analisar os dados do CAR obtidos para a bacia do rio Manhuaçu. Neles observa-se mais de 4 (quatro) mil hectares de APP vazia (sem vegetação nativa e área consolidada) que, conforme já dito, são áreas de preservação permanente e proteção dos recursos hídricos declaradas por seus detentores como degradadas e por força de lei a serem recuperadas.

Associando essas informações aos custos de recuperação também levantados aqui do estudo Economia da Restauração Florestal (2015), que apontam no bioma da Mata Atlântica em MG a recuperação variando de R\$ 10 mil a R\$ 40 mil. Em cálculos básicos, os valores para se restaurar as APPs somente da bacia do rio Manhuaçu, hoje em mais de três mil hectares, se iniciam em cerca de 30 milhões de reais podendo chegar até a casa dos 150 milhões a depender das condições ambientais. Há que se considerar ainda os demais dados do CAR a serem validados, como o uso de APP consolidada que podem e vão aumentar em muito as áreas de proteção dos recursos hídricos a serem recuperadas. Em um exercício de extrapolação da recuperação das APPs hídricas na bacia do Doce, com mais de 30 mil hectares a serem recuperados as cifras podem ultrapassar facilmente a casa do bilhão de reais.

Dado esse cenário e somando-se a ele incapacidade financeira do poder público de arcar na totalidade com esses elevados valores, fica evidenciada a necessidade de estudar alternativas técnicas viáveis de indução à recuperação das APPs hídricas como a proposta nessa pesquisa por meio dos SAFs, de tal forma que a recuperação se autofinancie através da produção ali gerada.

Necessidade essa que também vai ao encontro dos anseios das populações que ocupam esse território, manifestadas no Programa P 52/52a – Projeto de Recomposição de APP's e nascentes da bacia, associado ao Programa P 24 - Produtor de Água. Suas intervenções ainda não se iniciaram, fazendo do presente projeto de pesquisa um instrumento de auxílio nas ações para aumento da disponibilidade quali-quantitativa de água na bacia do rio Manhuaçu.

Intentando agora uma análise legal, com os dados obtidos na pesquisa é possível afirmar que, via de regra, a motivação dos projetos de SAFs aqui estudados tiveram por objetivo inicial o cumprimento de obrigações com as diversas esferas da administração pública, conforme constatado, havendo assim ações voluntárias, tanto por parte dos detentores como das instituições responsáveis.

Mesmo sendo compulsório, subentendo talvez que devesse haver então o apoio técnico e até financeiro por parte do poder público ele não aconteceu e foi possível observar inúmeros desafios encontrados quando da adoção dos SAFs, sendo os principais:

- Manejo mais complexo do que para culturas anuais e/ou de ciclo curto;
- Problemas de mecanização, uso de equipamentos e desenho dos sistemas devido ao adensamento;
- Dificuldade de acesso a material genético (mudas, sementes, estacas) e na época apropriada;
- Prejuízos eventuais às plantações causados pelos animais ou fogo e o alto custo de proteção com cercas a aceiros;
- Custo alto de implantação se comprado com monocultivos;
- Ausência de legislação adequada.

Mas dentre esses óbices o maior deles é, decerto, as poucas informações e pesquisas realizadas sobre SAF, principalmente aquelas associadas à preservação dos recursos hídricos e demais temas correlatos e para o incremento qualiquantitativo dos recursos hídricos por meio da restauração de APPs ainda não há metodologia científica comprovada.

Contudo, é admissível afirmar também que mesmo com essas adversidades os sistemas agroflorestais começam a aparecer como forma concreta de restauração florestal para produção de água, sendo também uma boa opção para o produtor rural, pois é uma atividade que permite conservar a natureza e gerar renda ao mesmo tempo.

A geração de conhecimento e a prestação de apoio técnico nos projetos de SAF foram citadas pelos proprietários ou responsáveis como gargalos ao seu sucesso devendo, portanto, serem objeto de estratégias do governo do Estado.

Nesse sentido, a cartilha aqui elaborada, constante do ANEXO II, pode ser uma dessas ferramentas de auxílio à efetivação dos SAFs uma vez que foi concebida a partir de estudos técnico-científicos de experimentações da própria bacia, mas tem também um componente lúdico ajudando assim no seu entendimento e aplicação das suas práticas.

Por fim, inferindo o conhecimento empírico dos SAFs aqui estudados à conclusão das pesquisa e elaboração da cartilha, foi possível se admitir as seguintes constatações:

- Em praticamente metade dos projetos onde são adotadas prática conservacionista não são observadas qualquer indício de erosão, ao passo que, nas áreas onde elas não são adotada a erosão laminar está presente em 90% das iniciativas;
- Esta relação é fundamental na conservação dos recursos hídricos uma vez que evita o escoamento superficial de sedimentos para o leito das vertentes e deixa clara a importância destas ações na prevenção da erosão;
- Os sistemas do tipo Alley Cropping identificados, com espaçamentos menores e as linhas de arvores, associadas à agricultura, impediram a erosão superficial, reconstituiu a paisagem natural e facilitou a infiltração e retenção de água no solo, sendo os mais utilizados em áreas de declivosas;
- Já nos policultivos multiestratificados, ou sistemas multiestrato, embora as espécies arbóreas sejam utilizadas, além da preservação também para a comercialização ele também teve suas funções ambientais, principalmente aquelas associadas à preservação dos recursos hídricos dentre eles a utilização mais eficiente da radiação solar por parte das plantas, enriquecimento da camada superficial do solo e sistemas radiculares mais profundos, todos eles contribuindo para diminuição dos processos erosivos e seus impactos.
- Aproximadamente 70% das experiências têm espécies frutíferas na área em recuperação, o que pode ser considerado como um atrativo natural de fauna e 13% delas possuem poleiros artificiais. Este resultado se reflete na presença de fauna, identificada em 90% das propriedades;

- Cerca de 30% dos projetos aproveitam economicamente recursos advindos das áreas em restauração e contribuindo para a continuidade das ações;
- Com a divulgação dos projetos de restauração, muitas pessoas se sentiram motivadas a fazer mesmo e afirmaram conhecer outras pessoas que aderiram a algum projeto após sua experiência;

E dentre os principais pontos positivos destacados pelos proprietários dos projetos de SAFs destacam-se:

- Melhoria dos aspectos de conservação do solo e manutenção das suas características (25%);
- Não uso de agrotóxicos (8%);
- Acessibilidade ao programa de recuperação (8%);
- E, principalmente, melhoria na qualidade e quantidade da água após a implantação (70%).

E é exatamente esse último aspecto abordado que se faz uma observação importante. Dependendo do sistema adotado o aumento da biomassa, num primeiro momento pode diminuir a água utilizável, o que não aconteceu aqui uma vez que houve melhoria na qualidade e quantidade da água após a implantação configurando assim o seu êxito.

Esta constatação é de extrema importância para o planejamento das ações de restauração. Se o objetivo da restauração em relação à produção de água é restabelecer o regime de fluxo histórico da micro bacia a restauração nunca deve resultar em vegetação com biomassa diferente do ecossistema natural pré-existente que foi degradado, também

Das outras observações técnicas pertinentes, seguem aquelas mais relevantes e utilizadas quando da construção do modelo de SAFs para restauração de APPs, são elas:

- Quando relacionada está com a cobertura de copa observa-se, mesmo tênue, uma correlação negativa entre a cobertura de copa e a presença de espécies herbáceas e gramíneas, pressupondo que com um aumento da cobertura de copa há a diminuição na presença de gramíneas;

- Foram observados altos índices de diversidade, mesmo quando comparados com valores de referência do inventário florestal de Minas Gerais.
- Nos plantios mais jovens, com idade de até 12 meses, praticamente 50% dos indivíduos tem altura de até 2 metros, em contrapartida, em áreas com mais de 36 meses este número passa a ser de apenas 25% apontando que, mesmo com as particularidades de cada projeto, o incremento em altura nesta modalidade é bastante expressivo;
- Nos projetos com idade superior a 36 meses o estrato superior da floresta (acima de 12 metros) torna-se mais proeminente. Isto demonstra a evolução na formação de estratos das áreas em recuperação;
- Mesmo com a presença de formigueiros em mais de 60% das iniciativas, nenhuma delas apresentam vestígios de ataque (90%), podendo se atribuir isso às ações de controle realizadas pelos proprietários;
- Outras doenças foram observadas em número inferior a 1%, sendo, portanto, irrelevantes;
- A instalação das cercas se mostrou fundamental para o isolamento da área por danos decorrentes da presença de gado;
- A ocorrência de fogo é rara nas iniciativas monitoradas dada a presença de aceiros.



## CAPÍTULO VI - CONCLUSÃO

A princípio, espera-se que esse material possa se transformar em um módulo de apoio e consulta do Sistema do Programa de Regularização Ambiental - PRA, etapa integrante do CAR e que ainda não se iniciou no Estado de Minas Gerais, dentre outros instrumentos de gestão e conservação dos recursos hídricos, florestais e demais agendas ambientais.

Contudo, seu propósito essencial é a apresentação, em momento oportuno futuro, às populações locais que participaram da sua construção, poderão vê-lo de forma acabada e colocar em prática as suas recomendações, sentindo-se assim parte do processo e convidadas a colocar em prática suas ações, mas mais ainda, almejar a bacia do rio Manhuaçu com suas APPs restauradas e água em abundância, límpida e cristalina em seus veios.

Feito esse parêntesis, num prelúdio de conclusão da pesquisa pode-se afirmar que os estudos aqui realizados apontam a eficiência dos SAFs para a conservação e preservação dos recursos hídricos associados a produtividades, praticidade, baixo custo e funcionalidade da sua execução, podendo assim ser utilizado então como ferramenta auxiliar na tomada de decisão pelo poder público, agricultores e demais atores que compõem esse cenário.

A metodologia utilizada para analisar as experiências dos SAFs aqui estudados oferecem visões em diferentes níveis trabalhados nessa conclusão, são eles:

- Êxito, desafios e efetividade das experiências monitoradas;
- Construção de um modelo flexível, porém assertivo;
- E, por fim, a elaboração da cartilha com os dois componentes acima voltados a à restauração de áreas na região, mas em linguagem lúdica de forma a convidar o atores que ocupam aquele território a por em prática suas ações.

Conforme apontado aqui, a sub-bacia do rio Manhuaçu apresenta um quadro de escassez e degradação hídrica, florestal, pouco menos de 7% de sua vegetação original, mas ainda uma população altamente dependente desses recursos. E diante desse cenário, para o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis que aliem a

restauração das áreas de APPs hídricas e proteção especial, que em geral são os locais de maior produtividade e por efeito mais degradados, partiu-se do conhecimento da realidade local, envolvendo todos os atores interessados, sendo eles os produtores da região, poder público e os centro de excelência e pesquisa.

Isto posto, diante da dificuldade de se estabelecer um modelo geral único é que foram desenvolvidas estas propostas de SAF's para recuperação de Área de Preservação Permanente. Cabe destacar que todos os elementos utilizados para o estabelecimento das propostas aqui apresentadas foram obtidos a partir do acúmulo de conhecimentos da realidade ao longo de um processo que foi apresentado, e discutido antes e durante a pesquisa, além do respaldo na literatura correlata atualizada relacionada com o tema.

Embora a pesquisa contenha alguns detalhes e aspectos muito específicos em relação às práticas de manejo como um todo, que num primeiro momento podem ser entendidas como um conjunto de instruções fechado, o objetivo foi apresentar princípios e ideias que podem ser aplicadas em diferentes situações na bacia do rio Manhuaçu e possivelmente até extrapoladas para outras regiões da bacia do rio Doce. A literatura pertinente mostra que não há um padrão definido para implantar uma agroflorestal, muito menos em área de APPs, sejam elas úmidas ou não, uma vez que nossa legislação, inclusive, não permitia.

Fica claro que, diante de todo o cenário visto aqui, o mais importante é iniciar o processo de restauração dessas áreas por meio dos SAFs e então começar e observar e aprender com as falhas e acertos. Dificuldades serão encontradas e erros acontecerão, mas eles devem ser encarados como sinais daquele ambiente indicando que algo deve ser mudado e que algumas espécies ainda não estão no seu devido lugar, fazendo assim da experimentação uma das condições necessárias para se ter uma agrofloresta com a finalidade de restauração.

Em relação aos aspectos legais, há que se valer desse momento único até então trazido pelo novo código florestal, com a possibilidade de recomposição de APPs por meio dos SAFs e encará-lo com uma oportunidade de debruçar e avançar sobre um tema pouco conhecido e estudado, dando a ele o equilíbrio necessário entre as diferentes visões conservacionistas e produtivas, no caso presente somando-se ainda a gestão e conservação dos recursos hídricos.

Ainda nesse enfoque, por ser de um tema importante é fato que os SAFs carecem de vasta regulamentação, principalmente aquelas direcionadas ao ordenamento dos critérios técnicos que devem orientar a sua implantação. Deles devem constar orientações gerais, dentre as várias necessárias, referentes aos tipos de manejo, poda, funções ecológicas de cada área e regras de regeneração natural e de aproveitamento econômico, de espécies agrícolas e florestais, com geração de produtos madeireiros ou não. Hoje já é permitido, por meio de um termo de compromisso assinado com os órgãos ambientais o corte raso de floresta plantada em APP até o segundo corte. Após, é imposto a condução do sub-bosque à regeneração natural. No entanto, além de todo esse processo depender de análise e autorização prévia, sua concepção se deu a partir de argumentos produtivos e também carece de adequação ao espírito da nova à nova lei .

Todavia, outros aspectos técnicos mais específicos também já podem ser trabalhados como forma de evolução dos SAF, diversidade mínima de espécies nativas da região, divisão entre espécies agrícolas e florestais exóticas, presença de espécies invasoras e estágios sucessionais, dentre outros.

E por fim, como se trata de SAFs associados aos recursos hídricos é fundamental definir parâmetros de monitoramento adequados a esse tipo de processo. Constando padrões de qualidade ambiental mínima a serem alcançados e a sua área de abrangência, critérios para locação de pontos de monitoramento e os indicadores de manejo e ecológicos que possam evidenciar a evolução do processo de recomposição não só das áreas degradadas, mas também dos cursos d'água monitorados com controles, antes de depois, de vazão, IQA, turbidez, batimetria e outros parâmetros e que venha a ser necessários.

Portanto, está claro que sendo a recomposição de APPs e áreas de proteção especial com a utilização de SAFs um tema novo, além de aprofundamento dos estudos carece também de aperfeiçoamento do arcabouço legal sendo essa relação entre ambos quase simbióticos, já que um depende do outro. E tudo isto deve ser feito com planejamento, envolvendo o máximo possível dos atores necessários e interessados, principalmente as populações diretamente dependente dos recursos hídricos, naturais e a agricultura, não só na bacia do rio Manhuaçu, mas em todo o estado de Minas Gerais.

Conforme evidenciado aqui será fundamental nesse processo de construção, além de práticas de educação ambiental participativas, despertar neles a importância da conservação dos recursos naturais de uma forma holística quebrando um eterno paradigma limitado à velha prática de chegar até os agricultores somente com a distribuição de sementes, mudas e outros insumos. Tudo isso sem deixar de lado, claro, alternativas para que os agricultores possam melhorar sua renda a partir da utilização destes sistemas. Frente a essa teia complexa de relações, uma articulação assim só será possível se envolver, além das universidades e seus centros de pesquisa os demais seguimentos do poder público como SEMAD, IGAM, IEF, FEAM, EMATER, EPAMIG, FAPEMIG, dentre outros.

E desta maneira essa pesquisa concluiu assim que é viável a restauração de APPs e proteção especial por meio da utilização de SAFs e o decorrente aumento da disponibilidade hídrica, garantindo a continuidade da sua utilização, tendo como diferencial o desenvolvimento e o emprego de modelos e técnicas sustentáveis que combinem a preservação ao uso simultâneo do solo, estabelecendo a conexão cíclica entre a preservação dos recursos hídricos através do manejo e conservação florestal, que contribui para os processos de integração entre floresta e água, sua infiltração no solo e a recarga subterrânea, além de evitar os processos erosivos e a contaminação das nascentes, rios e lagos favorecendo o ciclo hidrológico. Reafirmando a importância da água como um recurso natural indispensável à vida, em especial numa bacia rural, sendo de fundamental importância a adoção de boas práticas de uso do solo e conservação da quantidade e qualidade das coleções hídricas, de forma que a relação entre a utilização desses recursos e o desenvolvimento da sociedade possa ser sustentável.

## CAPÍTULO VI - SUGESTÃO PARA PESQUISAS E TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para pesquisas e trabalhos futuros correlatos ao tema, seguem abaixo linhas de pesquisa a serem trabalhadas em artigos, pesquisas, mestrados e até doutorados:

- Definição de evolução quali quantitativa dos cursos d'água após a implantação dos SAFs;
- Definição de indicadores de êxito da restauração de APPs hídricas;
- Elaboração metas específicas para SAFs em APPs hídricas;
- Comparação: meta x realizado ou experiências comparáveis;
- Indicadores coerentes com a fase de desenvolvimento e modalidade da restauração;
- Indicadores de fácil coleta e interpretação;
- Periodicidade compatível com processo de restauração;
- Ações de educação ambiental e mobilização social junto aos diferentes públicos das bacias hidrográficas para apresentação dos sistemas de recomposição das suas APPs.

## CAPÍTULO VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **AB'SABER, A.**, Domínio Tropical Atlântico. Dossiê sobre sistemas agroflorestais no domínio da Mata Atlântica. Rio de Janeiro/RJ, 1992.
2. **ALTIERI, M. A.** Agroecologia: As Bases Científicas da Agricultura Alternativa. Rio de Janeiro/RJ, 1989.
3. **BRANCALION, P.H.S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R.** Uma visão ecossistêmica do processo de Restauração ecológica. Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica. Instituto BioAtlântica. São Paulo/SP, 2009.
4. **CARTILHA SOBRE A NOVA LEI FLORESTAL DE MINAS GERAIS.** Orientações aos produtores rurais. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2013.
5. **CAMINO, R., MULLER, S.** Esquema para la definición de indicadores. Agroecología y Desarrollo, Santiago, n.10, p.62-67, 1996.
6. **DAVIDE. A. C., BOTELHO. S. A.** Fundamentos e Métodos de Restauração de Ecossistemas Florestais. Editora da Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras/MG. 2016. P 45-104.
7. **DEAN, W.**, A ferro e fogo: a história e a devastação da mata atlântica brasileira. São Paulo/SP. Companhia das Letras, 1996.
8. **DIAS H.** Restauração Florestal e a Bacia do Rio Guandu. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. Rio de Janeiro/RJ, 2011.
9. **GOLFARI, L.** Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Belo Horizonte/MG, 1975.
10. **GOMES, S.T.** Condicionantes da modernização do pequeno agricultor. São Paulo/SP, 1986.
11. **GONÇALVES, W.A.** Ambiente e Urbanização: uma revisão de conceitos, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP. São Paulo/SP, 1991.
12. **GONÇALVES, W. A.** Florestas: Objeto ou instrumento de preservação? In: Paisagem e Ambiente. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - São Paulo/SP, 1992.
13. **GONÇALVES, W., FILGUEIRAS, J.F.** Florestas de Preservação Produtivas, In: ENCONTRO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS. Rio de Janeiro/RJ, 1994.
14. **Instrução Normativa ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade n.º 11, de 11 de dezembro de 2014**, que estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada – PRAD.
15. **Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.ºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e

- 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
16. **Lei n.º 20.922, de 16 de outubro de 2013.** Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
  17. **MACEDO, R.L.G.** Sistemas agroflorestais com leguminosas arbóreas para recuperar áreas degradadas por atividades agropecuárias. In: Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas. Anais... Curitiba/PR, 1992..
  18. **MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; TSUKAMOTO FILHO, A. A.** Princípios de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável. Informe Agropecuário. v.21 São Paulo/SP, 2002.
  19. **MILLER, E. VIVAN, J. L.** Agricultura e Florestas: princípios de uma interação vital. Gauíba/RS, 1998.
  20. **MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A.** Restauração Florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de Indicadores Ecológicos para o Monitoramento das Ações. Revista Oecologia Australis, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro/RJ, 2010.
  21. **MONTAGNINI, F.** Sistemas Agroflorestales: Principios y Aplicaciones en los Tropicos, San José, Costa Rica, 1992.
  22. **NOLASCO S. (Org.).** Sistemas Agrossilvipastoril Integração Lavoura, Pecuária e Floresta. Sociedade de Investigações Florestais. Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa/MG, 2010.
  23. **R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.).** Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica. São Paulo/SP, 2009.
  24. **RODRIGUES, 2009. RODRIGUES. R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.** Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica, 2009.
  25. **SENSO DEMOGRÁFICO 2010.** Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.
  26. **SOARES, E.S.** O Código Florestal e o desenvolvimento de sistemas agro-florestais, In: SEMINÁRIO DE AGROSSILVICULTURA NO CONTEXTO DA MATA ATLÂNTICA, 4, 1996, Iguape. Anais... Iguape/SP, 1996.
  27. **VAZ, P.** Sistemas agroflorestais como opção de manejo para microbacias. Informe agropecuário. v.21 São Paulo/SP, 2000.



## ANEXO I

### Lista de Espécies do Inventário

NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	OCORRÊNCIA	
		JOVENS	ADULTOS
<i>Acacia mangium</i>	Fabaceae	X	-
<i>Actinostemon conceptionis</i>	Euphorbiaceae	X	X
<i>Aegiphila integrifolia</i>	Lamiaceae	X	X
<i>Aegiphila sellowiana</i>	Lamiaceae	X	X
<i>Albizia guachapele</i>	Fabaceae	X	X
<i>Albizia niopoides</i>	Fabaceae	-	X
<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	-	X
<i>Alchornea triplinervia</i>	Euphorbiaceae	X	X
<i>Allophylus petiolulatus</i>	Sapindaceae	-	X
<i>Allophylus</i> sp.	Sapindaceae	X	X
<i>Amburana cearensis</i>	Fabaceae	X	-
<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	-	X
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae	X	X
<i>Anadenanthera pelegrina</i>	Fabaceae	-	X
<i>Andira fraxinifolia</i>	Fabaceae	-	X
<i>Andira</i> sp.	Fabaceae	-	X
<i>Annona cacans</i>	Annonaceae	X	X
<i>Annona dolabripetala</i>	Annonaceae	X	X
<i>Annona neosalicifolia</i>	Annonaceae	-	X
<i>Annona sylvatica</i>	Annonaceae	-	X
<i>Aparisthium cordatum</i>	Euphorbiaceae	-	X
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	Arecaceae	-	X
<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	-	X
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	-	X
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Asteraceae	X	-
<i>Baccharis</i> sp.	Asteraceae	X	X
<i>Bauhinia longifolia</i>	Fabaceae	X	X
<i>Bombacopsis glabra</i>	Bombacaceae	X	X
<i>Byrsonima coriacea</i>	Malpighiaceae	X	X
<i>Cajanus cajan</i>	Fabaceae	X	-
<i>Calyptanthus</i> sp.	Myrtaceae	X	X
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	Myrtaceae	-	X
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Myrtaceae	-	X
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	Achariaceae	X	X
<i>Carya illinoensis</i>	Juglandaceae	-	X
<i>Casearia gossypiosperma</i>	Salicaceae	-	X
<i>Casearia</i> sp.	Salicaceae	-	X

NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	OCORRÊNCIA	
		JOVENS	ADULTOS
<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	-	X
<i>Cassia ferruginea</i>	Fabaceae	-	X
<i>Cecropia glaziovii</i>	Urticaceae	-	X
<i>Cecropia hololeuca</i>	Urticaceae	-	X
<i>Cecropia pachystachya</i>	Urticaceae	X	X
<i>Ceiba erianthos</i>	Malvaceae	-	X
<i>Ceiba speciosa</i>	Malvaceae	X	X
<i>Celtis iguanea</i>	Cannabaceae	-	X
<i>Cenchrus echinatus</i>	Poaceae	X	-
<i>Centrobium tomentosum</i>	Fabaceae	X	X
<i>Chromolaena laevigata</i>	Asteraceae	X	-
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	Canellaceae	-	X
<i>Citharexylum myrianthum</i>	Verbenaceae	-	X
<i>Citrus limonum</i>	Rutaceae	X	X
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae	-	X
<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	-	X
<i>Colubrina glandulosa</i>	Rhamnaceae	-	X
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Fabaceae	X	X
<i>Cordia</i> sp.	Boraginaceae	-	X
<i>Cordia superba</i>	Boraginaceae	X	X
<i>Cordia trichotoma</i>	Boraginaceae	-	X
<i>Coutarea hexandra</i>	Rubiaceae	X	X
<i>Croton celtidifolius</i>	Euphorbiaceae	X	X
<i>Croton urucurana</i>	Euphorbiaceae	X	X
<i>Cupania platycarpa</i>	Sapindaceae	X	X
<i>Cupania</i> sp.	Sapindaceae	X	-
<i>Cyathea corcovadensis</i>	Cyatheaceae	-	X
<i>Cyathea phalerata</i>	Cyatheaceae	-	X
<i>Dalbergia nigra</i>	Fabaceae	X	X
<i>Daphnopsis</i> sp.	Thymelaeaceae	X	X
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	Asteraceae	X	-
<i>Deguelia costata</i>	Fabaceae	-	X
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Sapindaceae	X	-
<i>Duranta vestita</i>	Verbenaceae	X	X
<i>Emmotum nitens</i>	Metteniusaceae	-	X
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae	-	X
<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae	X	X
<i>Erythrina mulungu</i>	Fabaceae	-	X
<i>Erythroxyllum argentinum</i>	Erythroxyllaceae	X	X
<i>Erythroxyllum pelleterianum</i>	Erythroxyllaceae	X	X
<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae	-	X
<i>Eucalyptus urograndis</i>	Myrtaceae	X	X
<i>Eugenia blasthantha</i>	Myrtaceae	X	X
<i>Eugenia florida</i>	Myrtaceae	X	X
<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	X	X

NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	OCORRÊNCIA	
		JOVENS	ADULTOS
<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	X	-
<i>Euterpe edulis</i>	Arecaceae	-	X
<i>Gallesia integrifolia</i>	Phytolaccaceae	-	X
<i>Garcinia cochinchinensis</i>	Clusiaceae	-	X
<i>Geissospermum laeve</i>	Apocynaceae	-	X
<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	-	X
<i>Genipa infundibuliformis</i>	Rubiaceae	X	X
<i>Guapira hirsuta</i>	Nyctaginaceae	X	X
<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae	X	X
<i>Guatteria australis</i>	Annonaceae	X	X
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Bignoniaceae	X	X
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Bignoniaceae	X	X
<i>Herissantia sp.</i>	Malvaceae	X	-
<i>Holocalyx balansae</i>	Fabaceae	X	X
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Phyllanthaceae	X	X
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	X	-
<i>Inga laurina</i>	Fabaceae	-	X
<i>Inga striata</i>	Fabaceae	X	X
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Bignoniaceae	X	X
<i>Jacaranda micrantha</i>	Fabaceae	X	X
<i>Joannesia princeps</i>	Euphorbiaceae	X	X
<i>Lamanonia ulei</i>	Cunoniaceae	-	X
<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae	X	-
<i>Leandra acutiflora</i>	Melastomataceae	X	-
<i>Leandra amplexicaulis</i>	Melastomataceae	X	-
<i>Leandra aurea</i>	Melastomataceae	-	X
<i>Lecythis pisonis</i>	Lecythidaceae	-	X
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	-	X
<i>Licania hoehnei</i>	Chrysobalanaceae	-	X
<i>Litchi chinensis</i>	Sapindaceae	-	X
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	Fabaceae	-	X
<i>Luehea candicans</i>	Malvaceae	X	X
<i>Luehea divaricata</i>	Malvaceae	-	X
<i>Mabea fistulifera</i>	Euphorbiaceae	X	X
<i>Machaerium aculeatum</i>	Fabaceae	X	X
<i>Machaerium brasiliense</i>	Fabaceae	-	X
<i>Machaerium nyctitans</i>	Fabaceae	X	X
<i>Machaerium sp.</i>	Fabaceae	X	X
<i>Machaerium stipitatum</i>	Fabaceae	X	X
<i>Machaerium vestitum</i>	Fabaceae	-	X
<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae	X	X
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	-	X
<i>Maprounea guianensis</i>	Euphorbiaceae	X	X
<i>Maytenus robusta</i>	Celastraceae	X	-
<i>Melissa officinalis</i>	Lamiaceae	X	-

NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	OCORRÊNCIA	
		JOVENS	ADULTOS
<i>Miconia affinis</i>	Melastomataceae	X	X
<i>Miconia chartacea</i>	Melastomataceae	X	-
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	Fabaceae	X	X
<i>Moquiniastrum paniculatum</i>	Asteraceae	-	X
<i>Moquiniastrum polymorphum</i>	Asteraceae	X	-
<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	-	X
<i>Morus nigra</i>	Moraceae	-	X
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Anacardiaceae	X	X
<i>Myrcia hebeptala</i>	Myrtaceae	-	X
<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae	-	X
<i>Myrsine coriacea</i>	Primulaceae	X	X
<i>Myrsine gardneriana</i>	Primulaceae	-	X
<i>Myrsine lancifolia</i>	Primulaceae	X	X
<i>Myrsine parvula</i>	Primulaceae	X	X
<i>Myrsine umbellata</i>	Primulaceae	X	X
N.I. 01	N.I. 01	X	X
N.I. 02	N.I. 02	X	-
N.I. 03	N.I. 03	-	X
N.I. 04	N.I. 04	-	X
N.I. 05	N.I. 05	-	X
N.I. 06	N.I. 06	-	X
<i>Nectandra grandiflora</i>	Lauraceae	-	X
<i>Nectandra lanceolata</i>	Lauraceae	X	X
<i>Nectandra membranacea</i>	Lauraceae	-	X
<i>Neomitranthes glomerata</i>	Myrtaceae	-	X
<i>Nephelium lappaceum</i>	Sapindaceae	-	X
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Fabaceae	X	X
<i>Paratecoma peroba</i>	Bignoniaceae	-	X
<i>Paullinia</i> sp.	Sapindaceae	X	-
<i>Pavonia malacophylla</i>	Malvaceae	X	X
<i>Pavonia</i> sp.	Malvaceae	X	-
<i>Peltophorum dubium</i>	Fabaceae	X	X
<i>Pera heteranthera</i>	Peraceae	-	X
<i>Persea americana</i>	Lauraceae	-	X
<i>Phyllostylon brasiliense</i>	Ulmaceae	X	X
<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae	X	X
<i>Piper arboreum</i>	Piperaceae	X	X
<i>Piper</i> sp.	Piperaceae	X	-
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Fabaceae	X	X
<i>Pleroma candolleana</i>	Melastomataceae	X	X
<i>Pleroma</i> sp.	Melastomataceae	X	X
<i>Pleroma trichopodum</i>	Melastomataceae	-	X
<i>Plinia grandifolia</i>	Myrtaceae	-	X
<i>Prunus myrtifolia</i>	Rosaceae	-	X
<i>Psidium cattleianum</i>	Myrtaceae	-	X

NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	OCORRÊNCIA	
		JOVENS	ADULTOS
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	X	X
<i>Pterodon emarginatus</i>	Fabaceae	-	X
<i>Pterogyne nitens</i>	Fabaceae	X	X
<i>Ramisia brasiliensis</i>	Nyctaginaceae	-	X
<i>Randia armata</i>	Rubiaceae	X	-
<i>Rapanea ferruginea</i>	Primulaceae	-	X
<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	-	X
<i>Roupala</i> sp.	Proteaceae	-	X
<i>Samanea tubulosa</i>	Fabaceae	-	X
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	X	X
<i>Schizolobium parahyba</i>	Fabaceae	X	X
<i>Schnella microstachya</i>	Fabaceae	-	X
<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae	-	X
<i>Senegalia riparia</i>	Fabaceae	X	-
<i>Senna alata</i>	Fabaceae	X	X
<i>Senna macranthera</i>	Fabaceae	X	X
<i>Serjania</i> sp.	Fabaceae	X	-
<i>Siparuna guianensis</i>	Siparunaceae	X	X
<i>Sloanea</i> sp.	Elaeocarpaceae	-	X
<i>Solanum cernuum</i>	Solanaceae	-	X
<i>Solanum lycocarpum</i>	Solanaceae	X	X
<i>Solanum mauritianum</i>	Solanaceae	-	X
<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	X	X
<i>Sorocea bonplandii</i>	Moraceae	X	X
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	Bignoniaceae	X	X
<i>Styrax leprosus</i>	Styracaceae	-	X
<i>Sweetia fruticosa</i>	Fabaceae	X	X
<i>Syzygium jambos</i>	Myrtaceae	-	X
<i>Tabernaemontana salzmannii</i>	Apocynaceae	X	X
<i>Tapirira guianensis</i>	Arecaceae	-	X
<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	-	X
<i>Terminalia kuhlmannii</i>	Combretaceae	X	X
<i>Terminalia mameluco</i>	Combretaceae	X	X
<i>Theobroma sylvestre</i>	Malvaceae	-	X
<i>Tibouchina candolleana</i>	Melastomataceae	-	X
<i>Toona ciliata</i>	Meliaceae	-	X
<i>Toulicia laevigata</i>	Sapindaceae	-	X
<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae	X	X
<i>Trichilia casaretti</i>	Meliaceae	X	X
<i>Trichilia catigua</i>	Meliaceae	X	X
<i>Trichilia pallida</i>	Meliaceae	X	X
<i>Triplaris americana</i>	Polygonaceae	-	X
<i>Urera nitida</i>	Urticaceae	X	-
<i>Vernonanthura polyanthes</i>	Asteraceae	X	X
<i>Vernonia polysphaera</i>	Asteraceae	X	X

NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	OCORRÊNCIA	
		JOVENS	ADULTOS
<i>Virola bicuhyba</i>	Myristicaceae	X	-
<i>Vitex megapotamica</i>	Lamiaceae	-	X
<i>Xylopia aromatica</i>	Annonaceae	X	X
<i>Xylopia brasiliensis</i>	Annonaceae	-	X
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Rutaceae	X	X
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Rutaceae	X	X
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Rutaceae	-	X
<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	-	X
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Bignoniaceae	X	X
<b>TOTAL</b>	-	<b>126</b>	<b>198</b>

## ANEXO II

Cartilha em linguagem didática apropriada ao público alvo, pequenos detentores de imóveis rurais da bacia do rio Manhuaçu com áreas de APP a recuperar, apresentando sugestões de Modelos de Restauração Ecológica dessas áreas por meio de Sistemas Agroflorestais – SAFs



# Restauração de Matas ciliares e encostas com Sistemas Agroflorestais - SAFs

Amigo produtor! Se você fez o seu cadastro ambiental rural CAR e tem áreas de preservação permanente - APPs para recuperar, quer aumentar quantidade e a qualidade da água na sua região e ainda produzir esse recado é para você.

Autor: Gustavo Luiz Godói de Faria Fernandes  
Mestrando em Gestão e Regulação de Recursos  
Hídricos - ProfÁgua

Essa cartilha é parte integrante da dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), na Universidade Federal de Itajubá. Área de concentração: Regulação e governança de recursos hídricos. Linha de Pesquisa: segurança hídrica e usos múltiplos da água.

**RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DAS ZONAS DE RECARGA HÍDRICA  
E DE PROTEÇÃO ESPECIAL POR MEIO DE SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS - SAFs**

**Autor discente: Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes**

**Área de Concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos**

**Linha de Pesquisa: Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água**

**Orientador:** Prof. Dra. Eliane Maria Vieira

**Co-orientador:** Prof. Dr. Gláucio Marcelino Marques

Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI  
Itabira/MG  
Julho /2020

## APRESENTAÇÃO

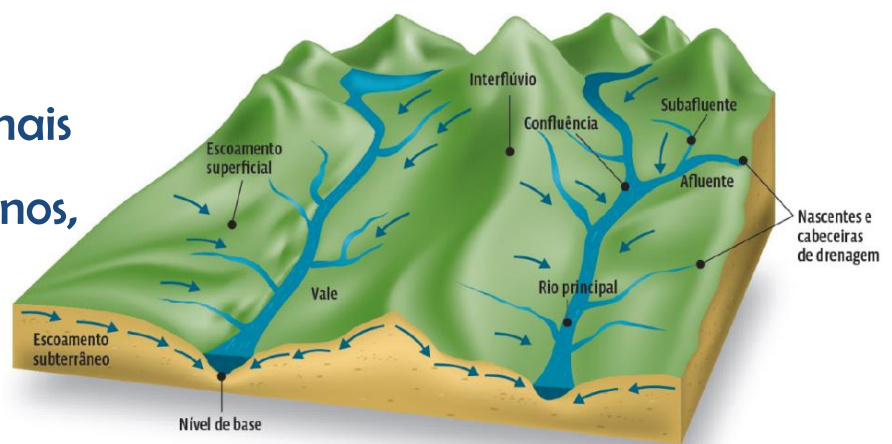
Conhecer as relações existentes entre os processos hidrológicos e os ecossistemas florestais é fundamental para a conservação das bacias hidrográficas e dos recursos hídricos. A água é um dos mais importantes recursos ambientais e a adequada gestão dos recursos hídricos é componente fundamental da política ambiental. A vegetação é parte importante no equilíbrio da Terra, pois permite manter a vida dos animais, a qualidade do solo e da água. Quando as pessoas não têm acesso à água, seja no seu lar ou enquanto recurso produtivo, suas escolhas e liberdades são limitadas pela doença, pobreza e vulnerabilidade. Não ter acesso à água é uma forma de privação que ameaça a vida, limita as oportunidades e enfraquece a dignidade humana.

Esta cartilha apresenta conceitos e técnicas para conservar e recuperar a vegetação localizada em áreas de preservação permanente – APPs e encostas, importantes para a preservação de rios suas bacias hidrográficas e pode ser aplicada a toda área da bacia do rio Manhuaçu, localizada na região leste do Estado de Minas Gerais.

## O QUE É UMA BACIA HIDROGRÁFICA, QUAL A SUA FUNÇÃO E SEUS COMPONENTES

A bacia hidrográfica é o conjunto de rios e as terras drenadas por eles, onde a água da chuva que escoa pela superfície do solo é direcionada para um córrego, rio ou lago.

À medida em que as águas descem das áreas mais altas em direção aos oceanos, tornam-se rios de maior porte e vazão.



Bacia hidrográfica - <https://br.freepik.com/> 2020

A bacia hidrográfica interliga os elementos naturais (água, vegetação, animais, solo, clima) entre si e a comunidade rural.

Apesar de ser um bem muito importante para todos, a água é finita e vulnerável. Por isso, os rios, nascentes e demais corpos d'água devem ter suas margens protegidas por faixas de vegetação nativa. Isso garante a preservação da natureza e da própria água.



## O QUE SÃO AS APPs E QUAL A SUA IMPORTÂNCIA

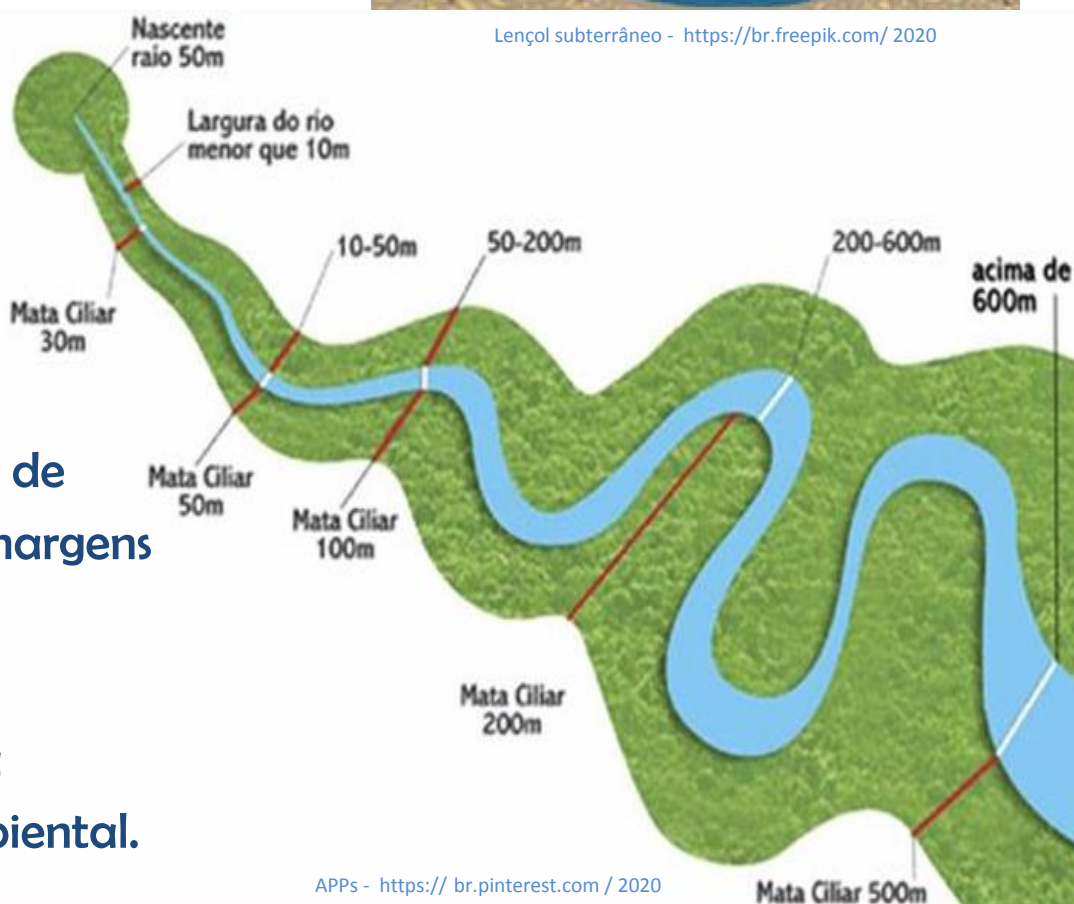
As áreas de preservação permanente APP são regiões definidas e protegidas por lei, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem e a estabilidade geológica, facilitar o fluxo de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

As margens dos rios, riachos e córregos, também são conhecidas como matas ciliares, são:



Lençol subterrâneo - <https://br.freepik.com/> 2020

Devido à importância na proteção dos cursos d'água, é fundamental manter as faixas de vegetação nas margens das nascentes, córregos e rios, conforme obriga a legislação ambiental.



APPs - <https://br.pinterest.com/> 2020

Mesmo as matas ciliares desempenhando importantes serviços ambientais, muitos agricultores ainda retiram essa vegetação para plantar ou fazer pastos. A sua ausência pode provocar uma série de impactos negativos, tais como:

- Poluição da água
- Assoreamento dos rios
- Enchentes
- Erosões
- Morte de animais que dependem da água
- Doenças
- Diminuição da água para consumos, produção e irrigação.



Mas se você tem matas ciliares ou encostas degradadas na sua propriedade agora você vai poder recuperá-las, melhorar a qualidade da água da sua região, plantar e colher, tudo ao mesmo tempo. Quer saber como? São os:

**SAF's**

## **SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

Os SAFs são práticas sustentáveis de uso da terra que combinam, ao mesmo tempo e no mesmo local, o cultivo de florestas, junto com árvores frutíferas e demais culturas agrícolas, ao mesmo tempo em que promove e recuperação dos solos, encostas, rios, córregos e nascentes. E, toda a produção sua produção pode ser consumida ou comercializada.

SAF - <https://br.freeik.com/> 2020





## Implantação e manejo do SAF

### ✓ Como escolher a área para fazer um SAF?

O SAFs devem ser feitos nas áreas de APP ou encostas alterada e que precisa de recuperação, por exemplo:  
pastagem sem uso próximas  
a cursos d'água,  
nascentes ou que  
apresentem erosões  
ou solo exposto.



APPs degradadas. Godoi. V. 2020.

### ✓ Após a seleção das áreas os primeiros passos serão:

- Cercar a área a ser para impedir o acesso de que animais (vacas, cavalos, cabritos), pisoteiem ou comam as mudas;
- Eliminar o uso ou a presença de: fogo, compactação, lixo e agrotóxicos;
- Fazer aceiro no entorno da área;

## Implantação e manejo do SAF

### ✓ Capina seletiva e poda

Antes do plantio é necessário a capina seletiva retirando as plantas que já se encontram maduras, floridas ou sementeando. Elas devem ser arrancadas ou cortadas e seu galhos colocados sobre o solo.

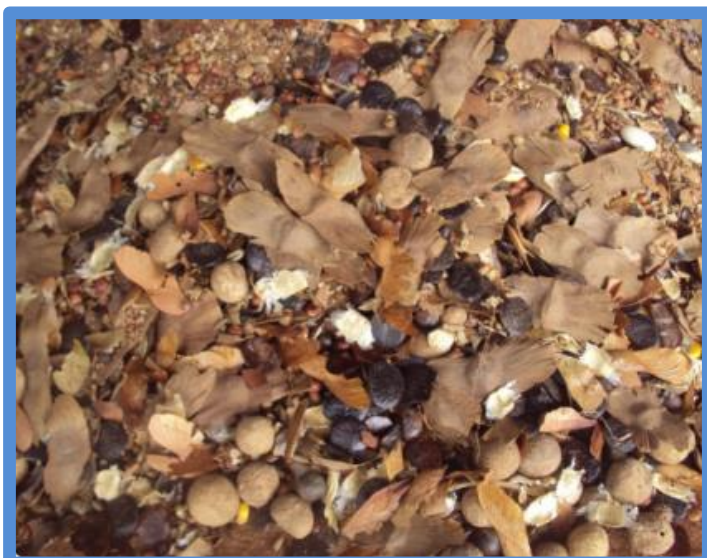
Nas arvores e arbustos da área deve ser feita a poda para sincronizar com os novos plantios e todas as plantas entrarem em crescimento juntas. Os restos da poda também devem ser colocados no solo, os galhos e troncos primeiro, em contato direto com o solo e em seguida as folhas.



Poda - [https:// br.pinterest.com /](https://br.pinterest.com/) 2020

**DICA:** Na colocação dos restos de poda sobre o solo deve-se tomar cuidado para que espécies com maior facilidade de fertilização sejam dispostas

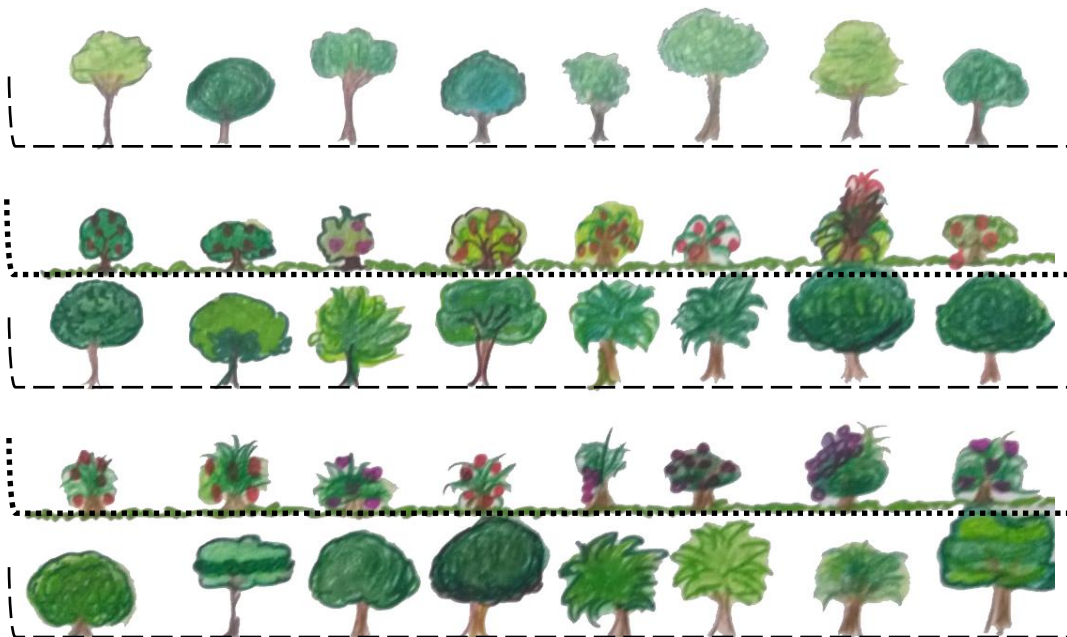
sempre sobre as folhas evitando assim que ela fecunde novamente.



Biomassa - [https:// br.pinterest.com /](https://br.pinterest.com/) 2020

## ✓ Desenho dos sistemas

O plantio será feito em linhas ou canteiro buscando o rápido recobrimento da área pela distribuição das mudas de crescimento rápido. Elas se alternarão entre espécies nativas de rápido crescimento e linhas que formarão a mata madura, compostas por várias espécies nativas que não apresentam crescimento tão rápido, nem copa tão ampla, mas que podem, por exemplo, atrair a fauna pelos alimentos que fornecem.



Linhas SAF. Godoi. V. 2020.

E entre os canteiros, nas entrelinhas vai se plantar as adubadeiras que irão gerar a biomassa para serem podadas e colocadas nos canteiros e alimentar o solo e as plantas cultivadas e/ou espécies frutíferas.



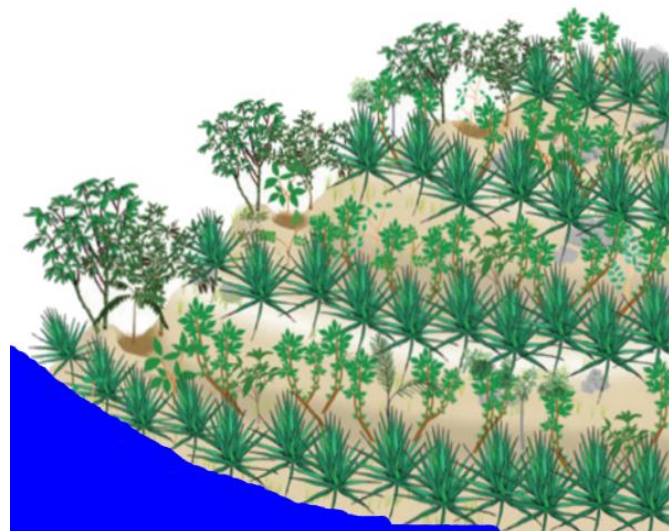
## ✓ Desenho dos sistemas

A sua implantação ocorrerá sempre na configuração de pequenas bacias no formato de meia lua ou pequenos terraços acompanhando a curva de nível, preferencialmente com inclinação de  $45^\circ$  no sentido do declive.



Bacias SAF - [https:// br.pinterest.com /](https://br.pinterest.com/) 2020

Se possível ainda observar o efeito do morro com relação à incidência da luz solar e sua direção.



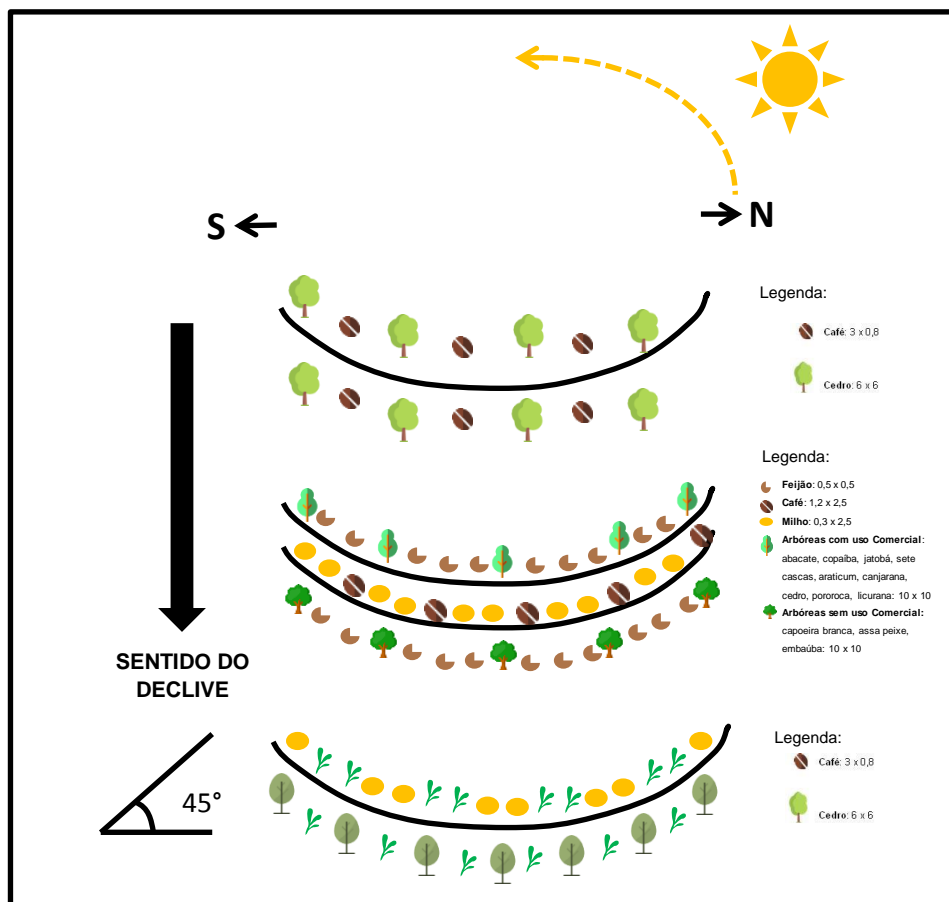
Bacias SAF - [https:// br.pinterest.com /](https://br.pinterest.com/) 2020

Os desenhos devem estar localizados em pontos estratégicos do terreno onde ocorre o maior acúmulo e o solo é mais profundo para facilitar a construção dos terraços e aumentar a infiltração de água e acúmulo de matéria orgânica e solo.

## ✓ Desenho dos sistemas

Para APPs com maiores taxas de erosão ou solo exposto recomenda-se o sistema Alley Cropping, espaçamento entre as linhas de árvores não inferior a 3 metros, impedindo assim a erosão superficial e aumentam a infiltração e retenção de água no solo, enquanto as herbáceas leguminosas fixam nitrogênio do ar e contribuem com a estrutura química do solo, além de reduzir a evaporação na superfície do solo, controlar plantas invasoras e aumentar a matéria orgânica.

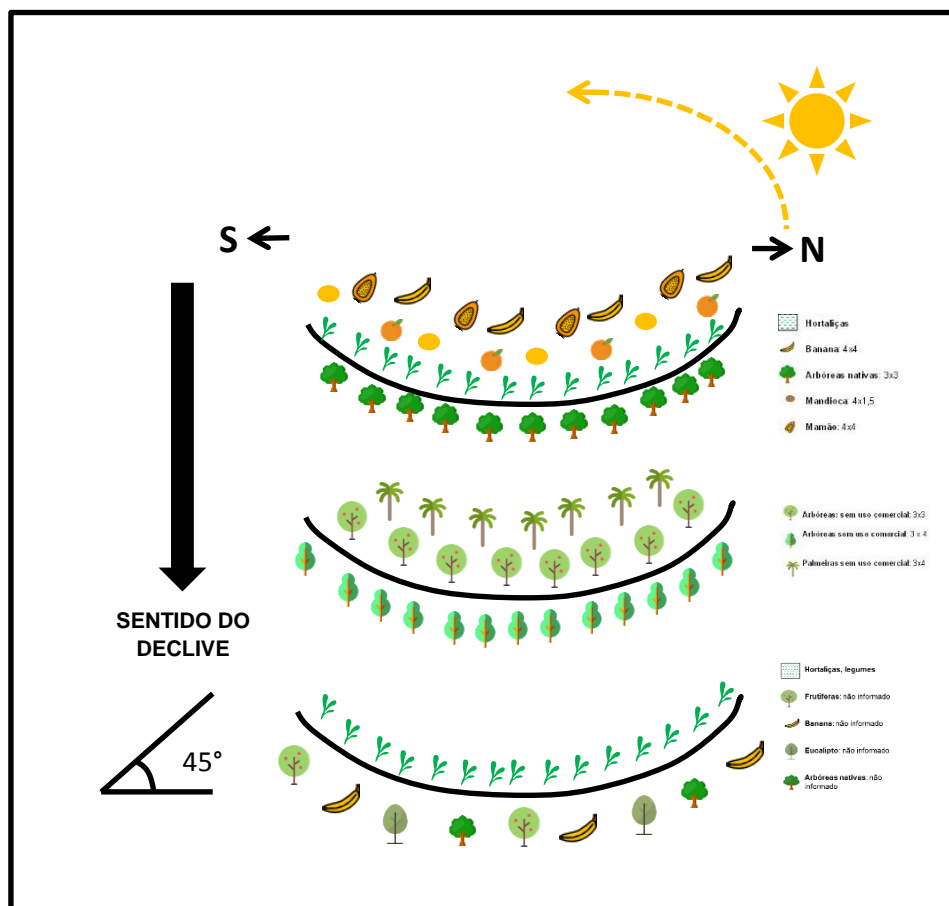
Exemplo:



## ✓ Desenho dos sistemas

Para áreas de APPs degradadas por pastagens é recomendável a opção pelo sistema multiestrato, esse com espaçamento entre as linhas de árvores em geral inferior a 3 metros, onde as espécies arbóreas não serão destinadas somente a comercialização de madeira, podendo permanecer por um longo período para produção de frutos e sementes que são comercializados, além estabelecer, por meio de uma consórcio de espécies, a ciclagem de nutrientes.

Exemplo:



## ✓ Seleção das espécies

Preferencialmente culturas anuais resistentes e árvores frutíferas e nativas, especialmente as mais rústicas que pegam facilmente de estaca ou semente.

Espécies-chave: **Com uso comercial** - abacate, araticum, banana, café, canela, canjarana, cedro pororoca, cedro, citros, copaíba, copaíba, eucalipto, feijão, goiaba, ingá, jatobá, licurana, milho, sete cascas e só brasil.

**Sem uso comercial** - Canela, Goiaba Ingá e Palmeiras.

LISTAGEM DE ESPÉCIES PARA PRODUÇÃO			
	Abacate	Cupuaçú	Mamão
	Abacaxi	Embaúba	Mandioca
	Abóbora	Eritrina	Mana
	Açaí	Eucalipto	Manueira
	Acerola	Feijão	Medicinais
	Ameixa	Feijão Guandu	Melancia
	Amendoim	Fruta do conde	Milho
	Amora	Fruta pão	Milho de Pipoca
	Araticum	Gerelim	Palmito
	Banana	Girassol	Pau Brasil
	Batata doce	Goiaba	Pau ferro
	Braúna	Graviola	Pêssego
	Café	Grumixama	Pimenta
	Cambuci	Guapuruvú	Pororoca
	Canela	Hortaliças	Pupunha
	Canjarana	Iná	Sapucaia
	Capoeira branca	Inhame	Sete cascas
	Carambola	Jaca	Só Brasil
	Cedro	Jatobá	Soja
	Copaíba	Licuarana	Urucum



As espécies podem ser manejadas conforme demanda de mercado.

Segue abaixo a variedade dos produtos gerados e comercializados na região, variando desde frutas, legumes até hortaliças.



- ✓ Preparo do solo: Depois do desenho e espécies definidas deve-se demarcar os canteiros, sem plantas em cima, afofar o solo com o uso de enxadão manual ou de pequenos tratores com enxadão rotativas que podem quebrar os torrões numa profundidade de 10 a 15cm para que as sementes encontrem um ambiente favorável para a planta germinar.
  
- ✓ Plantio: Todas as espécies devem ser implantadas ao mesmo tempo.
  
- ✓ Canteiro: Ao redor do canteiro é importante colocar grande quantidade de biomassa, sempre em formato côncavo, preferencialmente com troncos e galhos. Depois do plantio dos canteiros passa-se ao plantio das entrelinhas adotando o mesmo procedimento da biomassa.



- ✓ Preparo do solo: Depois do desenho e espécies definidas deve-se demarcar os canteiros, sem plantas em cima, afofar o solo com o uso de enxadão manual ou de pequenos tratores com enxadão rotativas que podem quebrar os torrões numa profundidade de 10 a 15cm para que as sementes encontrem um ambiente favorável para a planta germinar.
- ✓ Estacas: O uso de estacas é altamente recomendável por se tratar de uma técnica útil, barata e eficiente, pois rebrotam rapidamente contribuindo para o estabelecimento de indivíduos arbóreos mais rapidamente na área. Deve-se plantar inclinadas em até 45°, enterradas em pelo menos 1/3 do seu tamanho no solo, bem fixadas e feitas com poda da área.
- ✓ Mudas: recomenda-se que o fundo do saquinho seja cortado para evitar que a raiz seja estrangulada e sufoque com o tempo.
- ✓ Adubação: utilização de técnicas orgânicas para controle de pragas e doenças pode ser empregados pó de rocha, calcário, esterco curtido, composto e biofertilizantes.

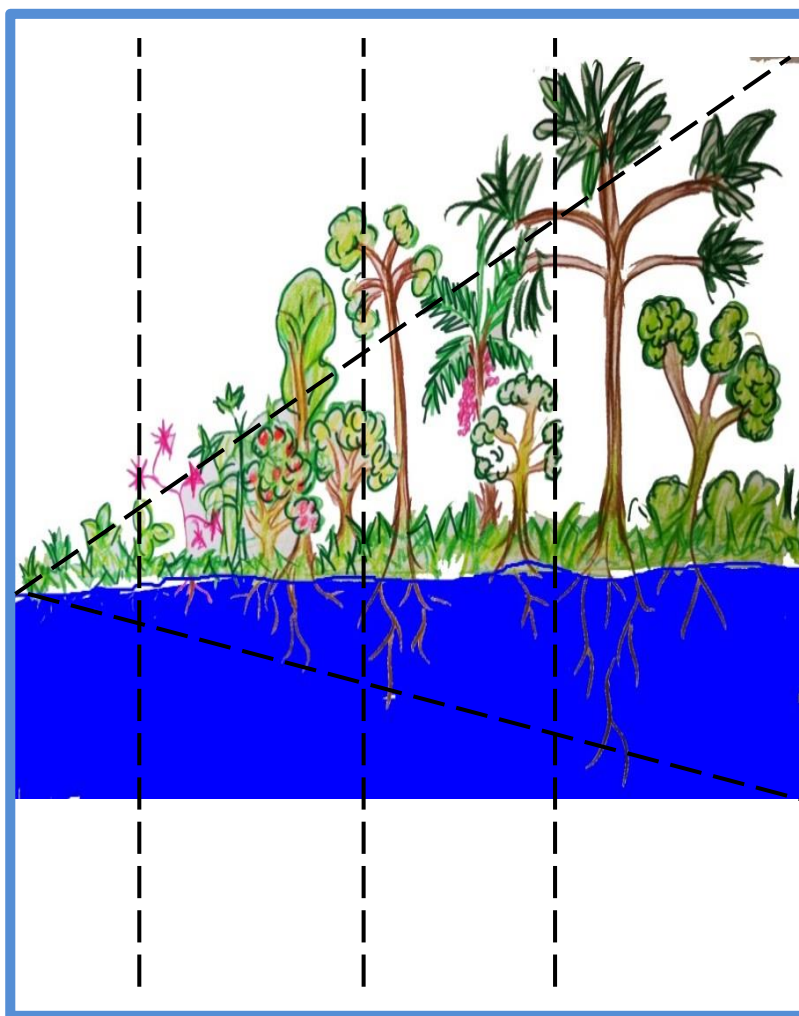


- ✓ Manejo imediato: Realizar somente a capina seletiva e poda com no máximo 3 anos, acumulando a biomassa nos terraços e ao redor das árvores introduzidas, principalmente aquelas consideradas de maior valor ecossistêmico.
- ✓ Fase secundária/transição: Deverá ser feito o incremento florestal com a introdução de espécies perenes e/ou semi-perenes, tais como: laranja, manga, banana, café, mamão ou abacate.
- ✓ Manejo a longo prazo: O manejo de longo prazo deve ser feito por meio do desbastes de árvores que estiverem em grande densidade e poda seletiva das árvores remanescentes para manter a produção das espécies frutíferas implantadas.



✓ Monitoramento: O monitoramento medirá a evolução e os resultados alcançados em todos os objetivos do SAF (recursos hídricos, solos, florestais, produtivos e financeiros).

- A coleta de dados sobre os resultados alcançados sobre todos os aspectos referentes à implantação do SAF ajudará a organizar e sintetizar as ações reduzindo custos e melhorando os resultados.



Evolução SAF. Godoi. V. 2020.

- Os dados deverão ser lançados na planilha a seguir permitindo essas avaliações.

**PLANILHA DE MONITORAMENTO DO SAF**  
**NOME DO LOCAL OU PROJETO: \_\_\_\_\_**

ASPECTO	INDICADOR	ANO																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Água	Condição da nascente																				
	Fluxo de água do curso d'água																				
	Aparência da água do curso d'água																				
Solo	Existência de erosão																				
	Existência de compactação																				
	Nutrição do solo																				
Floresta	Altura e porte da vegetação																				
	Sombreamento																				
Produção	Produção de alimentos																				
	Produção de Madeira																				
	Comercialização																				
Respostas		Sim: <b>S</b>							Não: <b>N</b>							Indiferente: <b>I</b>					



## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. AB'SABER, A., Domínio Tropical Atlântico. Dossiê sobre sistemas agroflorestais no domínio da Mata Atlântica. Rio de Janeiro/RJ, 1992.
2. ALTIERI, M. A. Agroecologia: As Bases Científicas da Agricultura Alternativa. Rio de Janeiro/RJ, 1989.
3. BRANCALION, P.H.S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. Uma visão ecossistêmica do processo de Restauração ecológica. Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica. Instituto BioAtlântica. São Paulo/SP, 2009.
4. CARTILHA SOBRE A NOVA LEI FLORESTAL DE MINAS GERAIS. Orientações aos produtores rurais. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2013.
5. SENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.
6. DAVIDE. A. C., BOTELHO. S. A. Fundamentos e Métodos de Restauração de Ecossistemas Florestais. Editora da Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras/MG. 2016. P 45-104.
7. DEAN, W., A ferro e fogo: a história e a devastação da mata atlântica brasileira. São Paulo/SP. Companhia das Letras, 1996.
8. DIAS H. Restauração Florestal e a Bacia do Rio Guandu. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. Rio de Janeiro/RJ, 2011.
9. GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Belo Horizonte/MG, 1975.
10. GOMES, S.T. Condicionantes da modernização do pequeno agricultor. São Paulo/SP, 1986.
11. GONÇALVES, W.A. Ambiente e Urbanização: uma revisão de conceitos, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP. São Paulo/SP, 1991.
12. GONÇALVES, W. A. Florestas: Objeto ou instrumento de preservação? In: Paisagem e Ambiente. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - São Paulo/SP, 1992.
13. GONÇALVES, W., FILGUEIRAS, J.F. Florestas de Preservação Produtivas, In: ENCONTRO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS. Rio de Janeiro/RJ, 1994.
14. Instrução Normativa ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade n.º 11, de 11 de dezembro de 2014, que estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada – PRAD.
15. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
16. Lei n.º 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.
17. MACEDO, R.L.G. Sistemas agroflorestais com leguminosas arbóreas para recuperar áreas degradadas por atividades agropecuárias. In: Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas. Anais... Curitiba/PR, 1992..
18. MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Princípios de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável. Informe Agropecuário. v.21 São Paulo/SP, 2002.
19. MILLER, E. VIVAN, J. L. Agricultura e Florestas: princípios de uma interação vital. Gauíba/RS, 1998.
20. MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Restauração Florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de Indicadores Ecológicos para o Monitoramento das Ações. Revista Oecologia Australis, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro/RJ, 2010.
21. NOLASCO S. (Org.). Sistemas Agrossilvipastoril Integração Lavoura, Pecuária e Floresta. Sociedade de Investigações Florestais. Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa/MG, 2010.
22. R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica. São Paulo/SP, 2009.
23. RODRIGUES, 2009. RODRIGUES. R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica, 2009.
24. SOARES, E.S. O Código Florestal e o desenvolvimento de sistemas agro-florestais, In: SEMINÁRIO DE AGROSSILVICULTURA NO CONTEXTO DA MATA ATLÂNTICA, 4, 1996, Iguape. Anais... Iguape/SP, 1996.
25. VAZ, P. Sistemas agroflorestais como opção de manejo para microbacias. Informe agropecuário. v.21 São Paulo/SP, 2000.

### Ilustrações:

- Sites: <https://br.freepik.com/>

<https://br.pinterest.com/reginahelena27/fazendaspaisagens-rurais/>

- Vera Lúcia Godoi de Faria (Minha mãe e que agradeço de coração)

Realização:



Apoio:



UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá - Campus Itabira

Endereço: Rua Irmã Ivone Drumond, n.º 200 - Distrito Industrial II, Itabira – MG

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas

Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos PROFÁGUA