

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

TESE

**Sistemas agroflorestais com guanandi
(*Calophyllum brasiliense*) em terraço e várzea no
Vale do Paraíba do Sul, Brasil.**

Antonio Carlos Pries Devidé

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

Sistemas agroflorestais com guanandi
(*Calophyllum brasiliense*) em terraço e várzea no
Vale do Paraíba do Sul, Brasil.

ANTONIO CARLOS PRIES DEVIDE

Sob a orientação do Professor

Dr. Raul de Lucena Duarte Ribeiro

e sob a Co-orientação do Professor

Dr. Antônio Carlos de Souza Abboud

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. Área de concentração em Agroecologia.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2015

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

DD492s Devide, Antonio Carlos Pries , 23111970-
 Sistemas agroflorestais com guanandi (Calophyllum
 brasiliense) em terraço e várzea no Vale do Paraíba do
 Sul, Brasil. / Antonio Carlos Pries Devide. - 2015.
 198 f. : il.

 Orientador: Raul de Lucena Duarte Ribeiro.
 Coorientador: Antônio Carlos de Souza Abboud.
 Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do
 Rio de Janeiro, Fitotecnia, 2015.

 1. Sistemas agroflorestais. 2. Agricultura
 orgânica. 3. Restauração ambiental. 4. Fertilidade do
 solo. 5. Avaliação de impacto ambiental. I. Ribeiro,
 Raul de Lucena Duarte , 1937-, orient. II. Abboud,
 Antônio Carlos de Souza, 1960-, coorient. III
 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
 Fitotecnia. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

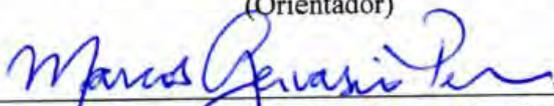
ANTONIO CARLOS PRIES DEVIDE

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências** no
Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de concentração em Agroecologia.

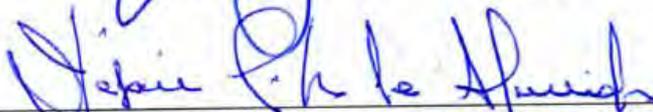
TESE APROVADA EM 15/07/2015.



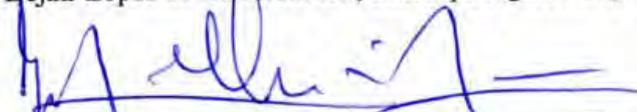
Raul de Lucena Duarte Ribeiro. Dr., UFRRJ
(Orientador)



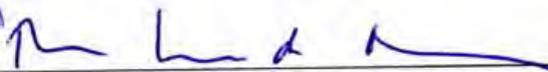
Marcos Gervasio Pereira. Dr., UFRRJ



Dejair Lopes de Almeida. Dr., Embrapa Agrobiologia



José Guilherme Marinho Guerra. Dr., Embrapa Agrobiologia



Rogério Ribeiro Oliveira. Dr., PUC-Rio

DEDICATÓRIA

Dedico esse estudo aos agricultores campesinos sem terra, aos moradores sem teto que vagam pelas ruas das cidades e aos Povos da Floresta em todas as dimensões.

Trabalhamos por dias melhores...

AGRADECIMENTOS

A DEUS O Todo Poderoso, muito obrigado por esta oportunidade de vida!

Ao professor e amigo Dr. Raul de Lucena Duarte Ribeiro (UFRRJ/CPGF).

A Crisitna Maria de Castro (APTA/SP) e Dejour Lopes de Almeida (Embrapa Agrobiologia)

Aos funcionários do Polo Regional do Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

A Fazenda Coruputuba, administradores e funcionários.

Ao pesquisador e fitossanitarista M.Sc. Luiz Augusto de Aguiar (Pesagro-Rio).

Ao professor Dr. Marcos Gervasio Pereira (UFRRJ/CPGCS).

A Dr^a Norma Gouvêa Rumjaneck (Embrapa Agrobiologia).

Ao pesquisador Dr. José Antônio Azevedo Espíndola (Embrapa Agrobiologia).

Ao pesquisador Dr. José Guilherme Marinho Guerra (Embrapa Agrobiologia).

Ao pesquisador Dr. Geraldo Stachetti Rodrigues (Embrapa Meio Ambiente).

Ao pesquisador Dr. Pedro Melillo de Magalhães do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas e Biológicas (CPQBA-UNICAMP).

A Dr^a Sandra Maria Pereira (APTA Vale do Paraíba).

Aos pesquisadores Dr. José Carlos Feltran e Dr^a Teresa Losada Valle do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC.

A Dr^a professora Dr^a Silvia Goi (UFRRJ/IF).

A Dr^a professora Alexandra Pires Fernandez (UFRRJ/IF).

Ao professor Dr. Tiago Breier (UFRRJ/IF).

Ao professor Dr. Ricardo Valcarcel (UFRRJ/IF).

Aos amigos Edson de Oliveira Junior e Laura Schmidt (FARO).

Ao amigo Thiago Coutinho e produtor@s rurais vinculados a Rede Agroflorestal do Vale do Paraíba e APEP – Associação de Produtores Ecológicos de Pindamonhangaba.

Aos participantes da oficina de avaliação dos impactos ambientais realizada na Fazenda Coruputuba.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Nascido em Curitiba/Pr (1970), Antonio Carlos Pries Devidé residiu nos estados da região Sul do Brasil até o ano de 1986. Morou em Teresópolis/RJ onde conheceu a agricultura orgânica com Roberto Selig em 1995. Ingressou na UFRRJ em 1996 tendo como orientador o prof. Ricardo Miranda (Laboratório de Cultura de Tecido). Em 1997 passou para o CNPAB onde foi orientado por Adriana Aquino (Lab. Fauna do Solo) e por Marta Ricci/CNPAB e Luiz de Aguiar/Pesagro-Rio em projeto sobre café arborizado como bolsista do FUNCAFÉ. Graduiu-se em 2001 vindo a trabalhar na extensão rural da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Ubatuba (2001-2005) em projetos de agricultura orgânica com caçaras (mandioca, banana e SAF) e orientais (gengibre). Ingressou na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios –APTA em 2005 como pesquisador científico do Polo Regional do Vale do Paraíba, conduzindo estudos aplicados com sistemas de produção agroecológico no Vale do Paraíba, Mantiqueira e Litoral Norte. Atualmente foca os sistemas agrofloretais com espécies nativas florestais e frutíferas e o resgate de plantas alimentícias não convencionais. Visa restaurar os solos, matas ciliares e a reserva legal com SAF. Desde o ingresso na APTA participa do melhoramento genético de variedades de mandioca de mesa ricas em carotenoides em sistema orgânico, integrando a equipe liderada por Teresa Losada Valle e José Carlos Feltran do Instituto Agronômico de Campinas. Estabeleceu as bases para o plantio direto de mandioca de mesa Amarelinha IAC 576-70 no Vale do Paraíba; pesquisou Euphorbiaceas para biocombustível (mandioca, mamona e pinhão manso) em sistemas agroecológicos. Obteve o título de especialista em Gestão Ambiental de Sistemas Agrícolas na UFLA em 2004, orientado pelo prof. Nilton Curi; e de Mestre em Fitotecnia na UFRRJ em 2006, orientado pelo prof. Raul de Lucena Duarte Ribeiro. É membro articulador da Rede Agroflorestral do Vale do Paraíba que visa regenerar a conexão humana com a Terra. É um trabalhador espírita.

RESUMO GERAL

DEVIDE, Antonio Carlos Pries Devide. **Sistemas agroflorestais com guanandi (*Calophyllum brasiliense*) em terraço e várzea no Vale do Paraíba do Sul, Brasil**. 2015. 198 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia, Agroecologia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

O estudo foi realizado na Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP. Avaliou-se os efeitos no guanandi da diversificação agroflorestal, com experimentos em terraço à várzea em blocos ao acaso com oito repetições, com os tratamentos: Monocultivo de Guanandi; SAF Simples com culturas anuais nas entrelinhas e SAF Biodiverso com as mesmas anuais acrescidas de bananeiras, juçara e arbóreas nativas. Cambissolos Flúvicos distróficos ocorrem no terço superior e médio dos terraços e no terço inferior Planossolos Háplicos de melhor fertilidade. Os SAF favoreceram o crescimento do guanandi com incremento da circunferência a altura do solo (CAS) no SAF Simples. O desempenho da mandioca foi similar nos SAF com produção de 7,6 Mg ha⁻¹ de massa fresca aérea (MF) e 6,3 Mg ha⁻¹ de raízes. No SAF Biodiverso o guandu aportou 3,5 Mg ha⁻¹ de massa seca (MS), 1,3 Mg lenha ha⁻¹ e 210 kg grãos ha⁻¹. A araruta em rotação com a mandioca se desacou no SAF Simples com produção de 7,6 Mg de rizomas ha⁻¹ e 15 Mg MF aérea ha⁻¹ e com estiagem produziu 2,5 Mg rizomas ha⁻¹ e 4 Mg MF aérea ha⁻¹, adaptando-se como planta espontânea. No SAF Biodiverso a produção de bananas de 21 Mg ha⁻¹ (25 kg cacho⁻¹) aumentou para 25 Mg ha⁻¹ (30 kg cacho⁻¹), fornecendo 145 Mg ha⁻¹ de resíduos orgânicos ricos em K⁺. A sobrevivência das arbóreas superou 69% para 11 espécies, e 60% para a juçara no terço médio e inferior, com destaque no crescimento das arbóreas mamica-de-porca, pau-viola e capixingui, com maior frequência de podas em anjico-preto, mamica-de-porca, aroeira, urucum e capixingui obtendo-se 5,2 Mg MF ha⁻¹. O SAF melhorou a fertilidade dos solos e reduziu a vegetação espontânea. Na várzea Planossolo Háplico, Cambissolos Flúvico, Argissolo Amarelo e Gleissolo Háplico são distróficos. A artemísia declinou no primeiro ano e em rotação, o taro produziu 15,17 Mg ha⁻¹ de rizomas no SAF Simples; declinando na seca do segundo ciclo, obtendo-se 13,5 Mg ha⁻¹ de MS de resíduos orgânicos da flemíngia com intervalo de corte de 12 semanas no SAF Simples. No SAF Biodiverso a bananeira produziu 10,8 Mg ha⁻¹ de cachos em colheita tardia e 20 Mg ha⁻¹ de MF de resíduos de pseudocaule ricos em K⁺. A sobrevivência da sesbânia foi de 66% e de 69% para 12 espécies florestais destaque urucum, ipê-rosa, ingá-do-brejo, imbirussú, pinha-do-brejo, pau-viola, aroeira e anjico-preto, com 77% de sobrevivência da juçara nas entrelinhas do guanandi. A poda das arbóreas gerou 7,6 Mg ha⁻¹ MS de folhas e lenha (2,8 Mg ha⁻¹ MF) sendo 70% do material de sesbânia e aroeira. Guapuruvú, pau-viola, aroeira, ingá-do-brejo e ipê rosa apresentaram as maiores alturas. Os SAF favoreceram o crescimento do guanandi que atingiu 533 cm de altura na várzea. O SAF Simples baseou-se no manejo intensivo de culturas anuais nas entrelinhas do guanandi, que revelou a menor amplitude dos componentes de crescimento no SAF Biodiverso. Esse sistema forneceu diversidade de produtos regenerando o ambiente. Obteve-se um índice de sustentabilidade elevado de 0,79 com o sistema APOIA-NovoRural.

Palavras chave: restauração ambiental, APOIA-NovoRural, Agroecologia.

GENERAL ABSTRACT

Antonio Carlos Pries Devide. **Agroforestry systems with guanandi (*Calophyllum brasiliense*) on terrace and lowland in the Vale do Paraíba do Sul, Brazil**. 2015. 195 p. Thesis (Doctor of Science in Phytotechny, Agroecology). Institute of Agriculture, Department of Phytotechny, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

The study was carried out at Coruputuba Farm, in Pindamonhangaba, SP. The effects on the guanandi of agroforestry diversification were evaluated, with experiments in terrace to the lowland in blocks at random with eight replications, with the treatments: Monoculture of Guanandi; Simple AFS with annual crops between the lines and Biodiverse AFS with the same annual increases of banana, juçara and native trees. Cambisols Flúvico dystrophic occur in the upper and middle third of the terraces and in the lower third Planossols Háplico of better fertility. The AFS favored the growth of guanandi with increment of the circumference to the soil height (CAS) in the Simple AFS. The performance of cassava was similar in AFS with 7,6 Mg ha⁻¹ of fresh aerial mass (FM) and 6,3 Mg ha⁻¹ of roots. In Biodiverse AFS, the pigeon pea provided 3,5 Mg ha⁻¹ dry matter (DM), 1,3 Mg ha⁻¹ firewood and 210 kg ha⁻¹ grain. The arrowroot rotated with cassava was depleted in the Simple AFS with yield of 7,6 Mg rhizomes ha⁻¹ and 15 Mg MF aerial ha⁻¹ and with drought produced 2,5 Mg rhizomes ha⁻¹ and 4,0 Mg MF aerial ha⁻¹, adapting as a spontaneous plant. At Biodiverse AFS banana production of 21 Mg ha⁻¹ (25 kg bunch⁻¹) increased to 25 Mg ha⁻¹ (30 kg bunch⁻¹), providing 145 Mg ha⁻¹ of organic residues rich in K⁺. The survival of the trees exceeded 69% for 11 species, and 60% for the juçara in middle and lower third, with a highlight in the growth of the mamica-de-porca, pau-viola e capixingui trees, with a higher frequency of pruning in anjico-preto, mamica-de-porca, aroeira, urucum e capixingui, obtaining 5,2 Mg MF ha⁻¹. SAF improved soil fertility and reduced spontaneous vegetation. In the lowland the soils Planossolo Háplico, Cambisolos Flúvico, Argissolo Amarelo and Gleissolo Háplico are dystrophic. Artemisia declined in the first year and in rotation, taro produced 15,17 Mg ha⁻¹ of rhizomes in the Simple AFS; declining in the dry season of the second cycle, obtaining 13,5 Mg ha⁻¹ DM of organic residues from the flemíngia, with a cut-off interval of 12 weeks in the Simple AFS. In Biodiverse AFS banana tree produced 10,8 Mg ha⁻¹ of late harvest bunches and 20 Mg ha⁻¹ MF of K⁺ rich stem residues. The survival of sesbania was 66% and 69% for 12 forest species, such as urucum, ipê-rosa, ingá-do-brejo, imbirussú, pinha-do-brejo, pau-viola, aroeira e anjico-preto, with 77% of survival of the juçara between the lines of the guanandi. Tree pruning generated 7,6 Mg ha⁻¹ DM of leaves and firewood (2,8 Mg ha⁻¹ FM), 70% of the material being sesbania and aroeira. Guapuruvú, pau-viola, aroeira, ingá-do-brejo and ipê-rosa presented the highest heights. AFS favored the growth of guanandi that reached 533 cm high in the floodplain. The Simple AFS was based on the intensive management of annual crops in the guanandi lines, which revealed the smallest amplitude of the growth components in Biodiverse AFS. This system has provided product diversity to regenerate the environment. A high sustainability index of 0,79 was obtained with the APOIA-NovoRural system.

Key words: environmental restoration, APOIA-NovoRural, Agroecology.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela I-1: Resumo de variação climática, Pindamonhangaba – SP, no intervalo do estudo.....	18
Tabela I-2: Caracterização do nível do lençol freático (cm) em diferentes épocas, Pindamonhangaba, SP (2011 – 2014).....	19
Tabela I-3: Classificação do solo em uma topossequência do terraço à várzea, na Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba, SP (2011).....	22

CAPÍTULO II

Tabela II-1: Diferenças no desempenho da mandioca IAC 6-01 em SAF Simples e SAF Biodiverso, com o Teste de Mann-Whitney (Pindamonhangaba, SP - 2011).....	39
Tabela II-2: Comparações do guandu em três épocas no SAF Biodiverso, Teste de Friedman (Pindamonhangaba, SP - 2013).....	41
Tabela II-3: Biometria de guandu no SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP - 2013).....	41
Tabela II-4: Acúmulo de fitomassa do guandu em três épocas de poda, em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2013).....	41
Tabela II-5: Rendimento do guandu no SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP – 2012).....	42
Tabela II-6: Desempenho da araruta no SAF Simples e SAF Biodiverso com o Teste de Mann-Whitney U ($p < 0.05$) (Pindamonhangaba, SP- 2013).....	42
Tabela II-7: Diferenças da araruta replantada e espontânea no SAF Simples e SAF Biodiverso com o Teste de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) (Pindamonhangaba, SP – 2014).....	43
Tabela II-8: Desempenho de araruta nos tratamentos SAF Simples e SAF Biodiverso com o Teste de Mann-Whitney U ($p < 0.05$) (Pindamonhangaba, SP- 2014).....	44
Tabela II-9: Desempenho produtivo de bananeira BRS Conquista no SAF Biodiverso em duas safras com o Teste de Wilcoxon ($p < 0.05$) ($n=32$ plantas) (Pindamonhangaba, SP - 2014).....	44
Tabela II-10: Caracterização das operações de desbrota da bananeira BRS Conquista em dois ciclos vegetativos em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2013).....	45
Tabela II-11: Desenvolvimento da bananeira BRS Conquista em SAF Biodiverso no intervalo de confiança de cinco épocas (dap) (média \pm erro-padrão) (Pindamonhangaba, SP – 2014..).....	46
Tabela II-12: Diferenças biométricas do guanandi em terraço fluvial com o Teste de Kuskal-Wallis ($p < 0.05$) (Pindamonhangaba, SP).....	47
Tabela II-13: Biometria de guanandi em monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP).....	49
Tabela II-14: Taxa de crescimento relativo (TCR) do guanandi em terraço em função dos intervalos entre avaliações em Pindamonhangaba, SP (2011 - 2014).....	50
Tabela II-15: Análise da similaridade do número de brotações do guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2011).....	50
Tabela II-16: Similaridade para massa fresca e seca da desrama do guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2011).....	50
Tabela II-17: Matriz de correlação Pearson das variáveis biométricas da madeira do guanandi sem casca após o corte (Pindamonhangaba, SP - 2015).....	51
Tabela II-18: Matriz de P-valores para variáveis biométricas do guanandi no terraço fluvial	

em Pindamonhangaba, SP (2015).....	51
Tabela II-19: Aporte de fitomassa (Mg ha ⁻¹) e caracterização da madeira no desbaste do guanandi em monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso em Pindamonhangaba, SP (2014).....	52
Tabela II-20: Percentual de sobrevivência de 12 espécies arbóreas nativas da floresta semidecídua e duas exóticas aos 24 map em SAF Biodiverso com Guanandi em Pindamonhangaba, SP (2015) (n = n° de indivíduos).....	53
Tabela II-21: Variações percentuais de incremento em altura (TCR) de espécies arbóreas em intervalos mensais após o plantio em SAF Biodiverso em Pindamonhangaba, SP (2011-2015).....	54
Tabela II-22: Variações percentuais de incremento em CAS (TCR) de 16 espécies arbóreas em intervalos mensais em SAF Biodiverso com guanandi em Pindamonhangaba, SP (2011-2015).....	55
Tabela II-23: Percentual de árvores podadas e aporte de fitomassa aérea (folhas e madeira) de 10 espécies cultivadas em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2015).....	55
Tabela II-24: Presença de áreas de dispersão de frutos de guanandi despolidos por morcegos nos três sistemas de cultivo (Pindamonhangaba, SP - 02/07/2013).....	57

CAPÍTULO III

Tabela III-1: Altura de artemísia (06/12/2011) e aporte de fitomassa fresca e seca de folhas e flores em Pindamonhangaba – SP (2014).....	72
Tabela III-2: Produção de sementes e vagens de paquinha em SAF Biodiverso em Pindamonhangaba – SP (2012).....	73
Tabela III-3: Desempenho de flemíngia em SAF Simples podada duas vezes, nas entrelinhas e na linha de guanandi em Pindamonhangaba – SP (2014).....	74
Tabela III-4: Desempenho de inhame em várzea em SAF Simples e SAF Biodiverso.....	75
Tabela III-5: Diferenças no cultivo de inhame em plantio de rizoma-semente filho e rizoma-mãe no SAF Simples e SAF Biodiverso, com o Teste de Kruskal-Wallis (p<0.05) (Pindamonhangaba, SP – 2014).....	75
Tabela III-6: Diferenças no desempenho do inhame em plantio de rizoma-semente filho e rizoma-semente mãe no SAF Simples e SAF Biodiverso, com o Teste de Kruskal-Wallis (p<0.05) (Pindamonhangaba, SP – 2014).....	76
Tabela III-7: Análise descritiva do desempenho de Bananeira BRS Conquista em SAF Biodiverso com guanandi (n=32 plantas) (Pindamonhangaba, SP- 2014).....	77
Tabela III-8: Desenvolvimento de bananeira BRS Conquista na várzea em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2014).....	77
Tabela III-9: Aporte de fitomassa fresca e seca de bananeira BRS Conquista na várzea em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP – 2013).....	79
Tabela III-10: Diferenças biométricas do guanandi, segundo o Teste de Kruskal-Wallis (p<0.05) (Pindamonhangaba, SP - 2014).....	80
Tabela III-11: Biometria (cm) do guanandi em plantio puro, SAF Simples e SAF Biodiverso em várzea (Pindamonhangaba, SP - 2015).....	82
Tabela III-12: Taxa de crescimento mensal do guanandi em várzea (Pindamonhangaba, SP - 2014).....	83
Tabela III-13: Diferenças na produção de fitomassa e vagens de sesbânia em duas épocas, em SAF Biodiverso com guanandi, com o Teste de Wilcoxon (p<0,05).....	85
Tabela III-14: Percentual de sobrevivência de espécies arbóreas aos 36 meses após o plantio (n = n° de indivíduos) em SAF Biodiverso com guanandi em Pindamonhangaba - SP.....	86
Tabela III-15: Variação percentual de incremento em altura (TCR) de 16 espécies arbóreas	

em intervalos mensais após o plantio em SAF Biodiverso com guanandi.....	89
Tabela III-16: Variação percentual de incremento em CAS (TCR) de 16 espécies arbóreas em intervalos mensais em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP – 2014).....	90
Tabela III-17: Percentual de árvores podadas e aporte de fitomassa aérea (folhas e madeira) de 10 espécies cultivadas em SAF Biodiverso com guanandi em Pindamonhangaba – SP (2015).....	91

CAPÍTULO IV

Tabela IV-1: Relação de famílias botânicas, nome científico e popular de espécies espontâneas de ocorrência natural em plantios de guanandi no terraço, Pindamonhangaba, SP (2011).....	99
Tabela IV-2: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas no terraço (2011), em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3).....	100
Tabela IV-3: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas no terraço (2012) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3).....	101
Tabela IV-4: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas no terraço (2013) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3).....	102
Tabela IV-5: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas no terraço (2014) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3).....	103
Tabela IV-6: Índice de Similaridade de Jaccard (IS%) de plantas espontâneas em monocultivo (T1), SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3) em terraço em Pindamonhangaba,SP.....	104
Tabela IV-7: Relação de famílias botânicas e espécies espontâneas de várzea ocorrentes em plantios de guanandi, Pindamonhangaba, SP.....	105
Tabela IV-8: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas na várzea (2011) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3).....	107
Tabela IV-9: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas na várzea (2012) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3).....	108
Tabela IV-10: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas na várzea (2013) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3).....	109
Tabela IV-11: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas na várzea (2014) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3).....	110
Tabela IV-12: Índice de Similaridade de Jaccard (IS%), de plantas espontâneas em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3), em várzea, Pindamonhangaba-SP.....	111
Tabela IV-13: Relação de espécies espontâneas em plantios de guanandi no terraço, Pindamonhangaba, SP (2011). Grupo (G) D=dicotiledôneas e M=monocotiledôneas; ciclo (C) A=anual e P=perene; propagação (P) S=semente e V=vegetativa; ocorrência (O) A=alta, B=baixa, R=regular; demanda luminosa L=luz e S=sombra.....	112

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura I-1: Divisão municipal do Vale do Paraíba Paulista.....	16
Figura I-2: Guanandi em várzea e terraço (terra alta) na Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP (2011).....	17
Figura I-3: Gráfico climático de Pindamonhangaba, SP (2011-2015).....	19
Figura I-4: SAF Simples com guanandi e araruta em terraço inundado (jan./2013).....	21
Figura I-5: SAF Biodiverso com guanandi e inhame em várzea inundada (jan./2013).....	21

CAPÍTULO II

Figura II-1: Parcela experimental de Guanandi em monocultivo.....	32
Figura II-2: Parcela experimental com a cultura anual no SAF Simples com Guanandi.....	33
Figura II-3: Parcela experimental com o arranjo das espécies no SAF Biodiverso.....	34
Figura II-4: Caracterização gráfica do crescimento da bananeira em função de dias após o plantio no SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP - 2014).....	46
Figura II-5: Intervalo de dias após o plantio, dentro e entre as safras da bananeira BRS Conquista consorciada com guanandi em SAF Biodiverso em Pindamonhangaba, SP (2014).....	47
Figuras II-6: Altura total, altura da copa, CAS, CAP e raio da copa de guanandi em monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP - 2011 a 2014).....	48

CAPÍTULO III

Figura III-1: Parcela experimental de guanandi em monocultivo.....	64
Figura III-2: Parcela experimental com o arranjo de cultura anual no SAF Simples com Guanandi.....	65
Figura III-3: Parcela experimental com o arranjo das espécies no SAF Biodiverso com Guanandi.....	66
Figura III-4: Distribuição ao acaso das espécies consortes no SAF Biodiverso com Guanandi.....	68
Figura III-5: Crescimento da bananeira em SAF Biodiverso com guanandi em Pindamonhangaba, SP (2011 - 2014).	78
Figura III-6: Intervalo de dias após o plantio, dentro e entre as safras da bananeira BRS Conquista consorciada com guanandi em SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP - 2015).....	80
Figuras III-7: Altura total, altura da copa, CAP, CAS e raio da copa do guanandi, em monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso em várzea (Pindamonhangaba/SP, 2011-2014).....	81
Figura III-8: Orifício na madeira de guanandi (CEPAO/Pesagro-Rio).....	84
Figura III-9: Fungo <i>L. theobromae</i> isolado do xilema do guanandi (imagem: Luiz Augusto de Aguiar, CEPAO/Pesagro-Rio).....	84
Figura III-10: Altura, Raio da copa e CAS de espécies florestais nativas em SAF Biodiverso com guanandi, aos 36 meses após o plantio em várzea (Pindamonhangaba, SP – 2015).....	88

CAPÍTULO V

Figura V-1: Dimensões sistêmicas de sustentabilidade dos indicadores de um estabelecimento rural. Fontes externas de matéria e energia associadas a estoques internos; unidades ambientais e produtivas exportam produtos e recebem a compensação dos mercados, conectam-se com fluxos de reciclagem, retroalimentação e controle (APOIA-NovoRural) (RODRIGUES & CAMPANHOLA, 2003).....	121
Figura V-2: Exemplo de matriz de ponderação do indicador ‘Oportunidade de emprego local qualificado’ (APOIA-NovoRural) (RODRIGUES & CAMPANHOLA, 2003).....	121
Figura V-3: Exemplo de expressão da análise de sustentabilidade (APOIA-NovoRural) (RODRIGUES, 2010).....	122
Figura V-4: Diagrama com as dimensões e critérios considerados de campo para a avaliação de desempenho de inovações tecnológicas e atividades rurais com o sistema Ambitec-Agro.....	124
Figura V-5: Índices de sustentabilidade na Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP (Outubro/2011).....	126
Figura V-6: Mapa do CAR – Cadastro Ambiental Rural da Fazenda Coruputuba, indicando áreas de preservação permanente e reserva legal (Pindamonhangaba, SP – 2015).....	128
Figura V-7: Dimensão Ecologia da Paisagem (APOIA-NovoRural) da Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP (Outubro/2011).....	129
Figura V-8: Dimensão Qualidade Ambiental: Atmosfera, Água e Solo (APOIA-NovoRural). Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP (Outubro/2011).....	130
Figura V-9: Dimensão Valores Socioculturais (APOIA-NovoRural), Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba (SP) (Outubro/2011).....	132
Figura V-10: Dimensão Valores Econômicos (APOIA-Novo-Rural). Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP (Outubro/ 2011).....	132
Figura V-11: Dimensão Gestão e Administração (APOIA-Novo-Rural). Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP (Outubro/2011).....	133
Figura V-12: Comparação do desempenho da Fazenda Coruputuba em relação a 178 estudos de caso (APOIA-NovoRural) (RODRIGUES et al., 2010).....	134
Figura V-13: Desempenho socioambiental dos SAF com guanandi na Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP, com base em 125 indicadores de sustentabilidade (Ambitec-Agro) (11/04/2012).....	135

LISTA DE ANEXOS

CAPÍTULO I

- Anexo I-1:** Imagens dos perfis de solo, Pindamonhangaba, SP (2011). Fonte: o autor.....159
- Anexo I-2:** Descrição e classificação dos perfis de solo, Pindamonhangaba, SP (2011).....160
- Anexo I-3:** Composição granulométrica e densidade dos solos de terraço e várzea, Pindamonhangaba, SP (2011).....167
- Anexo I-4:** Caracterização química dos perfis de solo de terraço e várzea, Pindamonhangaba, SP (2011).....168
- Anexo I-5:** Diferenças químicas iniciais em solos de terraço em função dos blocos, da profundidade e da posição de coleta, Pindamonhangaba, SP (2011).....169
- Anexo I-6:** Diferenças químicas iniciais em solos de terraço em função da posição de coleta e da profundidade, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$), Pindamonhangaba, SP (2011).....170
- Anexo I-7:** Diferenças químicas finais em solos de terraço em função da posição de coleta e da profundidade, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$), Pindamonhangaba, SP (2014).....171
- Anexo I-8:** Diferenças químicas iniciais em solos de várzea em função dos blocos, da profundidade e da posição de coleta, Pindamonhangaba, SP (2011).....172
- Anexo I-9:** Diferenças químicas iniciais em solos de várzea em função da posição de coleta e da profundidade, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$) Pindamonhangaba, SP (2011).....173
- Anexo I-10:** Diferenças químicas finais em solos de várzea em função da posição de coleta e da profundidade, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$) Pindamonhangaba, SP (2014).....174

CAPÍTULO II

- Anexo II-1:** Densidade populacional do guanandi, culturas alimentares e espécies florestais, em SAF Simples e SAF Biodiverso, em terraço fluvial (Pindamonhangaba, SP - 2011).....175
- Anexo II-2:** Informações ecológicas de espécies florestais do Estado de São Paulo (modificado).....176
- Anexo II-3:** Caracterização detalhada do guanandi e espécies utilizadas nos consórcios em SAF Simples e SAF Biodiverso, em terraço fluvial e várzea (2011).....177
- Anexo II-4:** Calendário de operações de manejo no terraço fluvial, Pindamonhangaba, SP (2015).....188
- Anexo II-5:** Relatório de imagens do experimento em terraço fluvial. Fonte: o autor.....189

CAPÍTULO III

- Anexo III-1:** Densidade populacional do guanandi, culturas alimentares e espécies florestais, em SAF Simples e SAF Biodiverso, em várzea (2011).....193
- Anexo III-2:** Calendário de operações de manejo na várzea, Pindamonhangaba (2015)...194
- Anexo III-3:** Relatório de imagens do experimento em várzea. Fonte: o autor.....195

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Objetivos gerais.....	2
1.2 Hipótese científica.....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Degradação Ambiental e Restauração Florestal	3
2.2 Sistemas agroflorestais – SAF.....	4
2.3 Reflorestamentos e SAF no Vale do Paraíba.....	5
2.4 Critérios para os SAF no Estado de São Paulo.....	7
CAPÍTULO I - HISTÓRIA DA FAZENDA CORUPUTUBA, CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.....	8
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1 História Oral	12
2.2 Caracterização do Meio Físico	12
2.3 Caracterização climática	12
2.4 Caracterização dos Recursos Hídricos	12
2.5 Caracterização da Vegetação e Fauna.....	12
2.6 Classificação dos Solos.....	12
2.6.1 Composição Granulométrica.....	13
2.6.2 Densidade do Solo.....	13
2.6.3 Caracterização Química	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1 História Oral.....	15
3.2 Meio Físico.....	16
3.2.1 Localização.....	16
3.2.2 Geomorfologia.....	16
3.2.3 Caracterização da situação ambiental.....	17
3.3 Caracterização Climática	18
3.4 Recursos hídricos.....	19
3.5 Vegetação.....	20
3.6 Fauna.....	21
3.7 Classificação dos Solos.....	21
3.7.1 Composição granulométrica.....	22
3.7.2 Densidade do solo	23
3.7.3 Caracterização química dos perfis de solo.....	23
3.7.4 Efeitos dos SAF na fertilidade química dos solos em terraço fluvial	25
3.7.5 Efeitos dos SAF na fertilidade química dos solos em várzea	26
4 CONCLUSÃO	27
CAPÍTULO II - SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM GUANANDI (<i>Calophyllum brasiliense</i>) EM TERRAÇO FLUVIAL.....	28
RESUMO.....	29

ABSTRACT.....	30
1 INTRODUÇÃO.....	31
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.1 Delineamento Experimental.....	32
2.2 Caracterização das Culturas e Parâmetros Fitotécnicos.....	34
2.2.1 Guanandi.....	34
2.2.2 Espécies florestais.....	35
2.2.3 Juçara	35
2.2.4 Bananeira BRS Conquista	36
2.2.5 Mandioca IAC 6-01.....	36
2.2.6 Guandu BRS Mandarin.....	37
2.2.7 Araruta.....	37
2.2.8 Contribuições dos SAF para a Biologia da Conservação	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
3.1 Mandioca IAC 6-01.....	39
3.2 Guandu BRS Mandarin.....	40
3.3 Araruta.....	42
3.4 Bananeira BRS Conquista.....	44
3.5 Guanandi	47
3.6 Espécies Florestais.....	52
3.7 Juçara.....	56
3.8 Contribuições dos SAF para a Biologia da Conservação	57
4 CONCLUSÃO.....	58

CAPÍTULO III - SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM GUANANDI (*Calophyllum brasiliense*) EM VÁRZEA.....59

RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
1 INTRODUÇÃO.....	62
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	64
2.1 Delineamento Experimental	64
2.2 Caracterização das Culturas e Parâmetros Fitotécnicos	66
2.2.1 Guanandi.....	66
2.2.1.1 Fitossanidade do guanandi	67
2.2.2 Espécies florestais	67
2.2.3 Juçara	68
2.2.4 Artemísia	68
2.2.5 Inhame	69
2.2.6 Paquinha	70
2.2.7 Sesbânia.....	70
2.2.8 Flemíngia.....	70
2.2.9 Bananeira BRS Conquista.....	71
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
3.1 Artemisia.....	72
3.2 Paquinha.....	72
3.3 Flemíngia	73
3.4 Inhame.....	74
3.5 Bananeira BRS Conquista.....	76
3.6 Guanandi.....	80
3.6.1 Fitossanidade do Guanandi.....	83

3.7 Espécies Florestais.....	85
3.8 Juçara	91
CONCLUSÃO.....	92

CAPÍTULO IV – FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS EM MONOCULTIVO DE GUANANDI (*Calophyllum brasiliense*) E SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....93

RESUMO.....	94
ABSTRACT.....	95
1 INTRODUÇÃO.....	96
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	97
2.1 Caracterização das Plantas Espontâneas.....	97
2.1.1 Frequência absoluta.....	97
2.1.2 Frequência relativa	97
2.1.3 Densidade relativa	97
2.1.4 Índice de similaridade de Jaccard.....	97
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	98
3.1 Caracterização Fitossociológica em Terraço Fluvial.....	98
3.2 Caracterização Fitossociológica em Várzea.....	104
3.2.1 Similaridade fitossociológica em várzea	111
3.3 Aplicações e Usos de Plantas Espontâneas	111
5 CONCLUSÃO.....	114

CAPÍTULO V - GESTÃO AMBIENTAL EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM GUANANDI (*Calophyllum brasiliense*) NA FAZENDA CORUPUTUBA, PINDAMONHANGABA, SP.....115

RESUMO.....	116
ABSTRACT.....	117
1 INTRODUÇÃO.....	118
1.1 Bens e Serviços Ecológicos	119
1.2 Sistemas de Avaliação de Impacto e Gestão Ambiental	119
2 MATERIAL E MÉTODOS	120
2.1 APOIA-NovoRural.....	120
2.1.1 Ecologia da paisagem.....	122
2.1.2 Qualidade ambiental.	123
2.1.3 Valores socioculturais.....	123
2.1.4 Valores econômicos.....	123
2.1.5 Gestão e administração.....	123
2.2 Ambitec-Agro.....	123
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	126
3.1 APOIA-NovoRural.....	126
3.1.1 Ecologia da paisagem.....	128
3.1.2 Qualidade ambiental.....	129
3.1.3 Valores socioculturais.....	131
3.1.4 Valores econômicos.....	132
3.1.5 Gestão e administração.....	133
3.2 Ambitec-Agro.....	134
4 CONCLUSÃO.....	136
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	137

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138
7 ANEXOS.....	158

1 INTRODUÇÃO GERAL

Na região do Vale do Paraíba há um crescente interesse de compatibilizar as questões econômicas com a conservação da natureza, para tentar reverter os rastros da degradação socioambiental do modelo de especialização agropecuária-florestal e da exploração predatória dos recursos naturais. As iniquidades estão presentes no trabalho escravo, no extermínio indígena, no acúmulo de capital com monoculturas de exportação explorando os recursos naturais até o esgotamento.

A historiografia desconsiderou o manejo florestal e a economia madeireira das populações pré-colombianas; muito heterogêneas no espaço físico, na linguagem e na cultura. Assim como utilizavam o fogo no manejo das terras, havia grandes reflorestamentos com um vasto número de espécies úteis (CABRAL e CESCO, 2008). O aniquilamento das culturas antigas resultou em formas menos diversas da produção agropecuária e do reflorestamento (LEONARDI, 1996).

O resultado da ocupação europeia foi um progressivo desflorestamento para gerar energia para os engenhos de cana-de-açúcar e depois, para o plantio de cafeeiros nas encostas feitos no sentido base-topo; para que os feitores acompanhassem o rendimento do trabalho escravo; intensificando a erosão dos solos. Em menos de 80 anos essa cultura migrou para o Oeste paulista deixando os solos degradados e os cursos d'água assoreados no Vale.

A natureza resiliente empregou cupins e formigas como engenheiros na reconstrução edáfica. Porém, áreas degradadas foram transformadas em pastagens menos produtivas, reservando o valor às terras. Nas últimas décadas, um novo ciclo de canibalismo geográfico instalou-se com a monocultura do eucalipto, resultando no aumento da concentração fundiária e no êxodo camponês, levando à perda de tradições culturais de um povo chamado caipira. Atualmente, os principais vetores de impacto ambiental no Vale do Paraíba são a expansão imobiliária e industrial, a extração de areia, agricultura, hidrelétricas e o uso do fogo nas pastagens (DEL-RIO et al., 2015; DEVIDE et al., 2014).

Essa região apresenta diversidade de ambientes, o que favorece muitas culturas e sistemas biodiversos em virtude das distintas classes de aptidão edafoclimática. Equilibrar o desenvolvimento no meio rural e urbano é a única forma de incrementar a produção de alimentos saudáveis, conservando os recursos naturais para às futuras gerações.

A restauração ecológica de áreas degradadas com diversificação florestal e riqueza de espécies nativas regionais é uma prática economicamente viável (BRANCALION et al., 2012); apesar de na maioria das vezes ainda serem empregadas espécies exóticas em reflorestamentos comerciais. No estado de São Paulo, até o ano 2000, do total das plantações florestais, 79% era composta por eucalipto e 21% de pinus (KRONKA et al. 2003).

A restauração florestal em vertentes íngremes, no entorno de nascentes e cursos d'água, reforçando zonas de recarga hídrica e protegendo áreas inundáveis é necessária para se manter a produção de água com qualidade, satisfazendo às demandas do crescente contingente populacional em um dos mais importantes eixos rodoferroviários da América do Sul. Por meio da restauração florestal controlam-se a erosão e os deslizamentos de solo, regula-se o clima, o nível dos rios, previnem-se inundações nas baixadas densamente ocupadas, pois, quase toda a região metropolitana do Vale do Paraíba se situa em zona úmida (DEL-RIO et al., 2015). No caso da restauração em paisagens densamente povoadas; onde a demanda por terras está em alta e o reflorestamento puro pode não ser atrativo; os sistemas agroflorestais – SAF são os sistemas mais indicados (ERDMANN, 2005).

Essa pesquisa foi realizada na centenária Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP, tendo como foco a restauração ambiental com o uso dos SAF no cultivo de guanandi

(*Calophyllum brasiliense*) - árvore nativa tolerante ao alagamento, promissora como madeira nobre – em uma topossequência. Os plantios do guanandi foram realizados a partir do ano de 2007 sendo a pesquisa de conversão agroflorestal iniciada no ano de 2011. O projeto abrangeu a caracterização do meio físico e a dinâmica humana, com suas características socioeconômicas e culturais em uma fazenda centenária; a classificação dos solos com o monitoramento da fertilidade química e da fitossociologia, em função dos tratamentos agroflorestais comparados ao monocultivo de guanandi; avaliou-se o comportamento de culturas anuais tradicionais, frutíferas nativas e exóticas, espécies leguminosas arbustivas e arbóreas empregadas na diversificação agroflorestal; comparou-se o crescimento do guanandi em monocultivo, em SAF Simples e SAF Biodiverso; verificou-se os impactos das tecnologias no ambiente e os reflexos das pesquisas na gestão da fazenda, respectivamente, com os sistemas Apoia-NovoRural e Ambitec-Agro.

1.1 Objetivos Gerais

Criar SAF sustentáveis para a restauração dos solos, tornando compatível a exploração de madeira nativa de guanandi com a produção de alimentos e a conservação ambiental.

Comparar o crescimento do guanandi e avaliar a produtividade dos sistemas em monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso.

Validar a pesquisa analisando os impactos no ambiente e na gestão da fazenda, tornando a unidade referência para as terras baixas do Vale do Paraíba.

1.2 Hipótese Científica

O manejo do guanandi em SAF é mais vantajoso que em monocultivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Degradação Ambiental e Restauração Florestal

A degradação ambiental no Planeta Terra é preocupante, pois, 40% da área agrícola mundial já está moderadamente degradada e 9% encontra-se em forte deterioração (BOSSIO et al, 2010), afetando a produtividade e a disponibilidade de água.

As áreas brasileiras ocupadas com culturas agrícolas, pastagens e silvicultura abrangem 30% do território, sendo a maioria concentrada na região Centro-Sul; impactam a Mata Atlântica e o Cerrado, principalmente (JOLY et al., 2014), sendo a região Sudeste o maior polo consumidor de madeiras nativas, quase sempre provenientes de maneira ilegal da Bacia Amazônica. Além da perda da biodiversidade com a introdução de espécies exóticas, elevam-se as emissões dos gases de efeito estufa (GEE), a erosão dos solos, a eutrofização dos recursos hídricos e a contaminação da produção agropecuária e seres vivos com agrotóxicos.

A região de Mata Atlântica abriga 62% da população brasileira, responsável por gerar 80% do produto interno bruto (IBGE, 2012). Apesar de possuir a biota mais diversa do mundo concentra 30,5 milhões de hectares de pastagens (PROBIO, 2006). A pecuária extensiva é a atividade mais danosa ao meio ambiente, abrangendo o equivalente a 3,5 vezes a soma de todas as terras utilizadas com outras formas de produção no país (MARTINELLI et al., 2010).

Na região metropolitana do Vale do Paraíba as mudanças no uso do solo impactaram a paisagem e a biodiversidade, com efeitos ecológicos em uma magnitude pouco estudada (COUSINS et al, 2015). Na Serra do Mar e na Mantiqueira extensas áreas de pastagens estão sendo substituídas pela cultura do eucalipto e nas terras baixas do Vale, cerca de 50 mil hectares de várzeas e 15 mil hectares de afluentes do rio Paraíba do Sul foram sistematizados para a agricultura e contra inundações há mais de 50 anos exibindo uma paisagem antrópica.

Apesar de as florestas ripárias funcionarem como corredores ecológicos essenciais à proteção dos recursos hídricos, como refúgios para a fauna e banco genético para a conservação da biodiversidade, essas formações seguem desaparecendo na região sem que se conheça detalhadamente a sua importância e os aspectos ecológicos e fisiológicos relacionados a muitas espécies de plantas adaptadas à inundação do solo.

Para reverter esse grave quadro de degradação ambiental, a restauração ecológica da paisagem no estado de São Paulo tem demandado um elevado número de espécies florestais nativas distintas (BARBOSA et al. 2003) e com proporções entre grupos funcionais (SÃO PAULO, 2008). Isto, após a constatação do declínio de diversos reflorestamentos experimentais implantados em um passado recente, com baixa diversidade específica. A reintrodução planejada da flora nativa atrai animais nativos para o ecossistema. A recomposição de matas ciliares e reserva legal com SAF é um instrumento de restauração que pode trazer benefícios ambientais e sócioeconômicos.

Em termos mundiais, a restauração florestal pode abranger bilhões de hectares com florestas plantadas ou em mosaico, combinando árvores e a agricultura familiar em SAF (MINNEMEYER et al., 2011). O plantio de enriquecimento é uma técnica de restauração mas, ainda são escassos os conhecimentos silviculturais e ecológicos sobre o crescimento e o manejo de espécies para exploração da madeira nativa (FORRESTER et al., 2010).

Para garantir a qualidade de vida dos agricultores, promover a restauração ambiental (vegetação, solo e água) e suspender a contaminação por agrotóxicos, recomendam-se incentivos à adoção de sistemas agroecológicos de produção, a implantação de florestas biodiversas e funcionais com SAF, reabilitando a paisagem associando a mão humana aos processos naturais (RODRIGUES et al., 2007). Porém, ainda é um desafio para a agricultura

familiar estabelecer-se em bases sustentáveis em solos de baixa fertilidade natural (RIECHHELLMANN, 2006), como ocorre no Vale do Paraíba.

2.2 Sistemas Agroflorestais – SAF

Mitigar a degradação ambiental requer uma abordagem experimental de incentivo à produção orgânica e agroflorestal. Para reversão dos impactos antropogênicos, deve compatibilizar a produção de alimentos e água em paisagens alteradas, que ainda abrigam razoável percentual de fauna e flora nativas.

Para protegerem-se de flutuações extremas do microclima, baixando a temperatura, os ventos, a evaporação e a exposição solar, interceptando o granizo e fortes chuvas, muitos agricultores preferem desenvolver os cultivos abaixo da cobertura das árvores (ALTIERI & NICHOLLS, 2008).

De maneira geral, é denominado SAF o sistema de uso da terra quando árvores e arbustos são associados com cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma área de maneira simultânea ou em sequência temporal (DUBOIS, 1996), podendo ser classificados quanto à funcionalidade e estruturação em:

- Silviagrícola ou agrossilvicultura: combinam árvores com espécies agrícolas;
- Silvipastoril: combinam árvores com pastos e animais;
- Agrossilvipastoril: consórcio de animais com o manejo silviagrícola.

Entretanto, o uso do termo SAF recebe críticas por generalizar uma gama de arranjos. Nesse trabalho, são considerados todas as definições de sistemas que incluem culturas anuais e/ou pastagens com árvores e arbustos: multiestrato, regenerativo análogo, *alley cropping*, taungya, agrossilvicultura, quintais agroflorestais, cabruca, faxinais, agricultura sintrópica, SAF Biodiverso e outros.

Os quintais agroflorestais (*homegardens*) são sistemas antigos que marcam a ancestralidade de uso do solo (WIESUN et al., 2006); com densidade e variações em Ilhas do Pacífico e América Central, normalmente em áreas com lençol freático proeminente (NAIR & KUMAR, 2006). Nos trópicos, os SAF devem balizar-se na agroecologia e na sucessão natural: biodiversidade, ciclagem de nutrientes, cobertura permanente do solo, que são fatores essenciais para elevar a quantidade e a qualidade de vida consolidada (GÖTSH, 1995).

Nos SAF biodiversos obtém-se a produção agrícola nos estádios iniciais, conservando a floresta futura (CALDEIRA, 2011), recuperando áreas degradadas, melhorando a fertilidade, a estrutura do solo, incrementando a biodiversidade (PENEIREIRO, 1999). Nesses SAF as espécies comerciais são manejadas na lógica de sucessão florestal, beneficiando-se inicialmente do espaço disponível e dos recursos, tais como luz, água e nutrientes (PENEIREIRO, 2007).

Em SAF regenerativo os consórcios simultâneos; incluindo espécies pioneiras, secundárias e climácicas; são manejados por meio da capina seletiva, raleamento e poda, que aceleram a sucessão controlando plantas indesejáveis no início do ciclo e selecionando as mais vigorosas e funcionais do futuro; aumentando a entrada de luz, reduzindo a competição, acumulando carbono e nutrientes na serapilheira formada pelos resíduos orgânicos.

No Sistema Regenerativo Análogo (SAFRA) - sistema multiestrato - as culturas anuais e semiperenes são plantadas no mesmo espaçamento recomendado para o cultivo isolado, porém, agregando alta densidade de arbóreas em semeadura direta. O raleamento e a seleção das plântulas vigorosas seguem os princípios da sucessão natural e da biodiversidade nativa (VIVAN, 1998). Nas podas parciais retira-se de 30 a 60% da copa das árvores e nas totais, cortam-se rentes ao solo ou à altura do peito no início da estação chuvosa, para possibilitar vigorosa rebrota (TAVARES et al., 2006).

Sobre os padrões de luminosidade das florestas naturais, para o estrato emergente a

cobertura ideal é de 15 – 25%, no estrato alto de 25 – 50%, para o médio de 40 – 60%, o baixo 70 – 90% e o rasteiro, 100% (PENEIREIRO, 2007, conforme Ernst Götsch). Porém, árvores em consórcios podem reduzir o rendimento de cultivos devido à competição por luz, devendo priorizar espécies arbóreas tolerantes à poda (DUBOIS et al., 1996).

No Brasil, os SAF são regionalizados. Na bacia Amazônica predominam os sistemas regenerativos em um arranjo similar ao da sucessão natural; muitas populações ribeirinhas cultivam espécies adaptadas à inundação do solo de várzea (NODA et al., 2001; CASTRO et al., 2009).

Na Serra do Mar os SAF silvibananeiros priorizam a bananeira como cultura âncora, com estímulo à introdução comercial da palmeira juçara para extração da polpa em municípios de Santa Catarina (CORADIN et al., 2011), Ubatuba/SP e Paraty/RJ (OLIVEIRA et al., 2014).

Ne estado da Bahia há o SAF cabruca cuja cultura do cacau se sobressai na capoeira; no SAF faxinal, no Paraná, a erva-mate é cultivada abaixo da copa das araucárias juntamente com atividade pastoril. Na Serra da Mantiqueira e na Serra do Mar também há sistemas autóctones com a araucária sendo explorada em meio aos bananais e pastagens extensivas realizando-se a tradicional coleta do pinhão, respectivamente, em Campos do Jordão, São Bento do Sapucaí, Santo Antônio do Pinhal, São Francisco Xavier, Visconde de Mauá, Cunha, Silveiras, entre outros. Porém, são raros os plantios da araucária por receio de se tratar de espécie protegida. A produção da araucária demanda políticas públicas focadas no manejo e na conservação. No caso da palmeira juçara há diversos projetos fomentando o aproveitamento dos frutos para polpa e o artesanato com as sementes, ao invés do abate para o palmito, que a extingue.

No Oeste Paulista e Centro Oeste do Brasil o sistema silvipastoril se expandiu com a epígrafe de iLPF (integração lavoura-pecuária-floresta). Como se baseia no consórcio de criações animais geralmente com monoespécie arbórea introduzida de maneira planejada, poderia se chamar de iLPS, com S de silvicultura. No continente europeu há SAF que maximizam os benefícios econômicos com aleias silviculturais associadas com cultivos anuais em faixas, como cereais, couza e a canola.

Além de restaurarem o ambiente e reduzirem os efeitos das mudanças climáticas (MONTAGNINI, 2012), os SAF são acumuladores de carbono na biomassa aérea e subterrânea. Estimam-se mais de 1.000 milhões de hectares de SAF no mundo todo e de 200 a 357 milhões de hectares na América Latina representando uma fixação de carbono em SAF com cultivos perenes superiores aos SAF com cultivos anuais. Com um potencial de captura de carbono no componente aéreo de 0,29 a 15,21 Mg de C ha⁻¹ ano⁻¹, dependendo do local, desenho, espécies, idade e do manejo, é possível fixar nos solos cerca de 30 a 300 Mg de C ha⁻¹ até 1,0 m de profundidade. Enquanto os reflorestamentos fixam de 10 a 14 Mg C ha⁻¹ em intervalos de rotação de 10 anos, os SAF podem fixar de 6 a 9 Mg de C ha⁻¹ ano⁻¹ em rotação de 40 anos (SALATI et al., 1999).

2.3 Reflorestamentos e SAF no Vale do Paraíba

Dos 272 milhões de hectares globalmente existentes com plantações florestais e o componente arbóreo em florestas seminaturais, 26% das florestas plantadas e seminaturais encontram-se no domínio de pequenos produtores e 32% de florestas produtivas são de pequenos proprietários com menos de 100 hectares, abrangendo diversidade de ambientes, de espécies, práticas silviculturais, rotações e utilização final da produção (FAO, 2006).

Nos países em desenvolvimento, pequenas plantações podem contribuir positivamente para a segurança alimentar e redução da pobreza. São demandas dos pequenos produtores: o financiamento público, sanar problemas de ordem técnica e política, o combate à

exclusividade comercial e a vulnerabilidade jurídica que deveria regulamentar a pequena produção florestal (FAO, 2009).

No Vale do Paraíba, os primeiros reflorestamentos focaram o eucalipto, no ano de 1960, em São Luiz do Paraitinga (FREITAS JUNIOR et al., 2012) e em Pindamonhangaba (VERDADE et al., 1961b). Atualmente, a essência exótica ocupa 9,8% de todas as terras da região (KRONKA et al., 2013). Em 2011, a área cultivada chegou a 12% do estado e 2,5% do País, com um aumento de 32% (2001-2007) (ARGUELLO et al., 2010) sobre áreas de pastagens (55%), vegetação secundária (15%), mata de galeria (9%), solo exposto (7%) e o restante sobre áreas queimadas. Dos 70% de plantios em terras menos produtivas, quase ¼ ocupou áreas de mata de galeria ou em regeneração (CARRIELO & VICENS, 2011).

No Brasil, muitos dos planos de ‘manejo florestal sustentável’ não adotam técnicas de impacto reduzido e tratamentos silviculturais. A atividade madeireira deve considerar as alterações na estrutura e o depauperamento do estoque remanescente de madeira da área explorada, que pode comprometer os recursos da comunidade florestal futura.

No estado de São Paulo a reposição florestal em volume equivalente ao utilizado alivia a pressão sobre os ecossistemas naturais, sendo o consumo consciente de madeira legal organizado no cadastro da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SMA), de pessoas jurídicas voluntárias que comercializam produtos e subprodutos de origem nativa da flora brasileira (SÃO PAULO, 2008).

Como alternativa para a região do Vale do Paraíba estimam-se mais de 500 hectares cultivados com o guanandi, demandando adesão governamental para validar as experiências locais, elaborar diretrizes técnicas e implementar políticas públicas focadas ao pagamento por serviços ambientais (PSA), para a certificação de madeira nativa (Cademadeira) com incentivos fiscais à reposição florestal e doações de mudas para restauração comercial em áreas de preservação.

Entretanto, a não adoção de diretrizes técnicas em projetos de reflorestamento pode causar perdas de camadas férteis de solos de até 200 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ (FRANCO & CAMPELLO, 2005). Atualmente, no Vale do Paraíba, máquinas e caminhões compactam o solo em estradas íngremes (FREITAS JUNIOR et al., 2012), que transportam enxurradas, elevando a turbidez e a condutividade elétrica da água (LIMA & ZAKIA, 2006).

Para Romeiro et al. (2004), 46,5% das terras do Vale do Paraíba são aptas para os SAF. Integrar os remanescentes nativos aos reflorestamentos comerciais é solução ecológica e econômica, recupera áreas degradadas, agrega valor a terra e protege do fogo pastagens e matas nativas em recuperação (DEVIDE & CASTRO, 2011).

Nessa região, os SAF foram disseminados em lotes de reforma agrária e propriedades rurais por meio de mutirões agrofloretais (OLIVEIRA et al., 2014; REDE AGROFLORESTAL DO VALE DO PARAÍBA, 2014), reabilitando áreas ciliares com plantas adaptadas e trazendo retorno econômico aos produtores rurais (DEVIDE e CASTRO, 2011; RODRIGUES et al., 2007).

Dentre as ações prioritárias defendidas pelo terceiro setor em comunidades tradicionais que necessitam de incentivo público, destacam-se o manejo da araucária (*Araucaria angustifolia*) para a colheita do pinhão, pela OSCIP ‘SerAcima’ em Cunha; o resgate do cambuci (*Campomanesia phaea*), da palmeira juçara (*Euterpe edulis*) e de diversidade de frutas nativas cultivadas, processadas e comercializadas em supermercados e na merenda escolar em São Luiz do Paraitinga (‘Akarui’), Ubatuba (‘IPEMA-Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica’) e Paraibuna (‘Instituto H&H Fauser Agroflorestal’ e ‘Sítio do Bello’) (OLIVEIRA et al., 2014), e a atuação do Instituto Auá no incentivo à produção sustentável, compra e comercialização de frutas nativas no empório Mata Atlântica. Atualmente, o Instituto Oikos, de Lorena, está articulando a formação de uma rede de atores da restauração florestal, abrangendo o Vale do Paraíba e a Mantiqueira.

2.4 Critérios para os SAF no Estado de São Paulo

A restauração ambiental no Vale do Paraíba demanda subsídio às políticas públicas de apoio aos SAF para pesquisas sobre o manejo de espécies da flora nativas e do retorno econômico ao produtor com o aproveitamento de produtos florestais e não florestais, bem como sobre os serviços ecossistêmicos.

No estado de São Paulo os SAF são vistos como o consórcio de culturas agrícolas, forrageiras e/ou em integração com animais em uma mesma unidade de manejo, de acordo com um arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre esses componentes (SÃO PAULO, 2008).

A implantação de SAF em áreas de preservação permanente em pequena propriedade desprovida de vegetação nativa ou recoberta por vegetação secundária de Mata Atlântica, em estágio inicial de regeneração, e na recomposição da reserva legal - Resolução SMA nº44 (SÃO PAULO, 2008) independe de licenciamento, devendo empregar espécies nativas e atender à legislação para o transporte e a comercialização de produto de origem florestal.

O manejo do solo no SAF deve ser com o mínimo revolvimento empregando-se a adubação verde, mantendo-o totalmente coberto e acumulando serapilheira. A densidade e a diversidade mínima devem ser de no mínimo 30 espécies nativas por meio do plantio e/ou conservação, respeitando o limite de espécies exóticas, favorecendo a sucessão com grupos ecológicos de múltiplos estratos, sem utilizar espécie-problema ou competidora (SÃO PAULO, 2008).

Os Institutos de Pesquisa e os órgãos licenciadores da Secretaria do Meio Ambiente, integrados com outras instituições, devem apoiar o desenvolvimento dos SAF no estado de São Paulo, estimulando pesquisas, capacitação e extensão focadas no monitoramento e avaliações ambientais, sociais e econômicas (SÃO PAULO, 2014). Porém, o manejo de SAF na restauração ecológica (BRASIL, 2006; SÃO PAULO, 2010) ainda se depara com normas e rotinas operacionais de licenciamento conflitivas por desconhecimento dos gestores dos órgãos públicos (DARONCO et al., 2012).

Essa pesquisa reúne informações do manejo do guanandi em SAF como estímulo à restauração ambiental com baixo uso de insumos externos, empregando-se a adubação verde, obtendo-se produtos agrícolas, frutas nativas e exóticas, além de produtos madeireiros e não madeireiros das espécies florestais consortes, até que o guanandi atinja o ponto de corte.

CAPÍTULO I
HISTÓRIA DA FAZENDA CORUPUTUBA,
CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E
CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

RESUMO

Em Pindamonhangaba, SP, em uma centenária fazenda vocacionada ao empreendimento florestal, caracterizou-se a socioeconomia e o meio físico, classificando-se os solos em áreas experimentais de cultivo de guanandi em monocultura e SAF. A classificação dos solos abrangeu três perfis no terço superior, médio e inferior do terraço e quatro perfis na várzea. Na parte alta do terraço ocorreram Cambissolos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente e caráter distrófico. A fertilidade do solo aumentou cota abaixo por processo de iluviação e deposição fluvial, dando origem a Planossolos eutróficos em zona ripária conectada à várzea, com variações de granulometria e carbono em profundidade, sendo os solos suscetíveis ao ressecamento devido ao alto teor de areia. Na várzea a desargilização superficial e a concentração subjacente deu forma ao horizonte B plânico em Planossolo, seguindo à jusante o caráter redóxico em Argissolo, exibindo a segregação do ferro em saturação hídrica temporária acima de um horizonte B com baixa condutividade hidráulica; cota abaixo Gleissolos endurecidos muito mal drenados formaram-se com a deposição de argila e silte carreados de montante. Na seca a massa desses solos se contraiu surgindo estruturas prismáticas e fendas por onde percolam as bases e os minerais dispersos na ferrólise, predominando o caráter distrófico. A conversão agroflorestal resultou em significativa melhoria da fertilidade química dos solos no SAF Biodiverso, sendo o K^+ , P e o pH as variáveis que sofreram os maiores incrementos na camada superficial. O solo no SAF Simples apresentou tendência de acidificação pouco diferindo do solo em monocultivo de guanandi.

Palavras chave: ecologia da paisagem, morfologia do solo, relevo, restauração ambiental.

ABSTRACT

History of Coruputuba Farm, characterisation of the physical environment and soil classification

In Pindamonhangaba, SP, in a centenary farm dedicated to the forest venture, it was characterized the social, economic and the physical environment, classifying the soils in experimental areas of cultivation of Guanandi in monoculture and SAF. The soil classification comprised three profiles in the upper, middle and lower third of the terrace and four profiles in the lowland. At the top of the terrace they occur Cambissolos little developed with incipient B horizon and dystrophic character. Soil fertility has increased below by process of nutrient loss and river deposition, giving rise to Planossolos eutrophic in riparian area connected to the lowland, with variations of particle size and carbon in depth, being the soils susceptible to dryness due to high sand content. In the lowland the superficial clay loss and the underlying concentration formed the horizon B plânico in Planossolo, following the downstream character redox in Argissolo, displaying the segregation of the iron in temporary water saturation above a B horizon with low conductivity hydraulic. Below, Gleissolos hardened very poorly drained formed with the deposition of clay and silt given of mullion. In the dry the mass of these soils contracts arising prismatic structures and crevices where they percolate the bases and minerals scattered in the reduction and oxidation, predominating the dystrophic character. The agroforestry conversion resulted in significant improvement of the chemical fertility of soils in the biodiversification, the K^+ , P, and the pH variables that suffered the largest increments in the superficial layer. The solo in the single AFS presented acidification tendency, however, about differed from the soil in monocultivation of Guanandi.

Key words: landscape ecology, soil morphology, relief, environmental restoration.

1 INTRODUÇÃO

Do século XVI ao XVII o Vale do Paraíba figurou como rota de passagem das Minas Gerais ao Rio de Janeiro e o Sul do Brasil, por trilhas indígenas situadas na margem direita do rio Paraíba do Sul. Consolidada como região produtora de alimentos para os mineiros, tropeiros e a capital fluminense, também, se abastecia da lenha da floresta atlântica para o funcionamento dos engenhos de cana-de-açúcar (MARCONDES, 2011).

Nas terras baixas, inicialmente em Tremembé, os monges trapistas (XVIII) estabeleceram a rizicultura, expandida a partir do ano de 1920 em várzeas em São José dos Campos, Caçapava, Pindamonhangaba, Roseira, Guaratinguetá e Lorena (DINIZ et al., 2010).

Do século XVIII ao XIX, o Ciclo do Café acentuou o desmatamento (DEAN 2007), alterando definitivamente a paisagem natural e cultural (MARQUESE, 2010). Com o declínio, em função do desgaste dos solos, surgiram as ‘cidades mortas’ distantes do eixo rododiferroviário, devido ao forte êxodo rural. Instalou-se a pecuária extensiva como meio de controlar grandes extensões de terras como reserva de valor (ROMEIRO et al., 2004). Se de um lado essas cidades ficaram isoladas com um crescimento humano e econômico negativos, àquelas situadas em terras baixas ao longo do novo eixo econômico passaram a ser densamente ocupadas, com a crescente industrialização, incrementando-se atividades comerciais e de serviços.

No final do século XX a pecuária de corte e a cultura do eucalipto avançaram, principalmente, sobre as áreas de pastagens, devido ao declínio da pecuária leiteira, suprimindo remanescentes de matas antrópicas (CARRIELLO e VICENS, 2011). A falta de cuidado com o solo e o não aproveitamento de espaços adequados para uma silvicultura de fins múltiplos, que poderia combinar florestas homogêneas para complementar o orçamento familiar com o reflorestamento de áreas degradadas (AB’SABER et al., 1990; ROMEIRO et al. 2004), acentuaram a degradação socioambiental.

Em termos culturais, a colonização miscigenou europeus, índios e negros resultando em um povo com características e costumes peculiares, conhecido por ‘caipiras’. A cultura agropecuária vigente ainda adota os princípios do modelo de especialização; só que agora, muito mais dependente por insumos externos, pouco contribuindo para o restabelecimento de processos ecológicos que possibilitariam o progressivo crescimento econômico e humano sustentáveis.

A piora do quadro ambiental impacta a dinâmica econômica e social na região. Em uma análise dos ciclos interdecadais de oscilações climáticas, as crises hídricas dos anos de 2003 e 2013 colocaram em alerta todas as atividades produtivas e de serviços. Alterações antropogênicas no meio físico modulam a dinâmica da vida no território. É necessário regenerar e harmonizar as relações humanas no ambiente, recompondo a estrutura e a funcionalidade das florestas, garantindo a produção de água e alimentos na bacia hidrográfica.

Os SAF podem se tornar um meio para despertar valores socioambientais. Criar SAF demanda reconhecer a importância da cultura indígena e a complexidade da Mata Atlântica para a humanidade.

Essa pesquisa, balizada na Agroecologia, busca despertar reflexões sobre a dinâmica humana nas terras baixas da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul e sobre como os SAF podem regenerar a ligação humana com a natureza. Neste capítulo são abordados o resgate da história oral, a caracterização da dinâmica humana no território e do meio físico, com ênfase na classificação dos solos, comparando-se os efeitos do manejo do guanandi em monocultivo e SAF na fertilidade química.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 História Oral

A pesquisa baseou-se em entrevistas com os administradores da Fazenda Coruputuba, em conversas com antigos moradores, funcionários e historiadores, na consulta aos registros disponíveis no Museu de Pindamonhangaba e em revisão bibliográfica sobre o componente humano na localidade de Coruputuba, a origem e o significado do nome, a sucessão e a partilha das terras.

2.2 Caracterização do Meio Físico

A caracterização do meio físico visou estabelecer parâmetros que permitissem compreender a geomorfologia e como ocorreram as alterações na paisagem, conforme o uso do solo, balizando a escolha dos métodos para a restauração ambiental com o mínimo dispêndio energético, tornando compatível a exploração comercial dos SAF com a conservação ambiental. Informações obtidas por levantamento expedito, manipulação de imagens aéreas e a revisão bibliográfica, compondo o instrumental utilizado.

Visitas às áreas inundáveis em processo de restauração natural e de uso consolidado local e redondezas, no distrito de Moreira César, subsidiaram a análise descritiva dos recursos naturais (relevo, drenagem, recursos hídricos, flora e fauna) e a coleta de sementes de espécies arbustivas e arbóreas nativas, por serem adaptadas à inundação do solo.

2.3 Caracterização Climática

Os dados ambientais foram sistematizados, obtidos da Estação Climatológica do Pólo APTA Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba, SP e estão disponíveis na íntegra no portal CIIAGRO/IAC <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/menuresenha.htm>. Abrangeram a temperatura do ar média, mínima e máxima; o número de dias com temperaturas mais elevadas a 32 °C e mais baixas de 13 °C; número de dias de chuva, chuva total, média mensal, chuva máxima e mínima.

2.4 Caracterização dos Recursos Hídricos

Foram descritos os recursos hídricos disponíveis na propriedade e a dinâmica associada à formação dos solos. O nível do lençol freático foi aferido com régua graduada em perfis abertos no início das pesquisas, com a descrição da dinâmica dos corpos d'água.

2.5 Caracterização da Vegetação e Fauna

A caracterização das formações vegetacionais e da fauna foi realizada por meio de revisão bibliográfica e de maneira expedita, com visitas nas áreas da fazenda e no Distrito de Moreira César, em Pindamonhangaba, SP. Buscou-se caracterizar de maneira geral a situação passada e atual, bem como no enquadramento das áreas objetos da pesquisa quanto à relevância para a conservação da biodiversidade.

2.6 Classificação dos Solos

Foram abertos oito perfis de solo no final da estiagem, em 08/09/2011, atingindo até 200 cm de profundidade nos terraços, a contar da superfície do solo, ou ao nível do lençol freático, na várzea. No terraço, os perfis abrangeram o terço superior, médio e inferior da topossequência; e ao longo da várzea, quatro perfis isolaram as variações do microrelevo de

tabuleiros remanescentes do cultivo de arroz, onde se cultiva o guanandi atualmente.

Amostras triplicatas de solo indeformadas foram obtidas com anel volumétrico em cada camada, sendo usadas na caracterização física (massa aparente), mineralógica e química; foram secas, destorroadas e peneiradas (2,00 mm) até obter-se a terra fina seca ao ar (TFSA). A interpretação abrangeu além desses componentes, a descrição do relevo conjugado às condições hídricas, características externas ao solo e relações solo-paisagem, conforme Santos et al. (2013). Adotaram-se rígidos critérios para a coleta dos materiais, descrevendo as características completas, abrangendo fendilamentos, altura e flutuação do lençol freático, cores indicativas de oxidação e redução, horizontes de eluviação, camadas coesas, profundidade das raízes e atividade biológica ao longo do perfil. A cor úmida e seca dos horizontes superficiais, úmidas dos horizontes subsuperficiais, conforme caderneta de cores de Munsell, textura, estrutura, cerosidade, consistência, transição e outras características peculiares dos horizontes diagnósticos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) e atividade da argila, descontando a matéria orgânica, segundo a fórmula:

$$T_{\text{argila}} (\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) = (\text{CTC pH } 7,0 / \% \text{ argila}) \times 100$$

Chegou-se ao 4º nível categórico com a chave do SiBCS: 1º nível categórico (ordens), 2º (subordens), 3º (grandes grupos), 4º (subgrupos). O horizonte diagnóstico superficial e subsuperficial (1º nível) caracterizados com análises físicas e químicas. A nomenclatura das classes do 1º nível discriminou a presença/ausência de atributos de formação do solo passíveis de identificação no campo, tais como horizontes diagnósticos ou propriedades que refletem a natureza do meio ambiente.

As classes do 2º nível ressaltaram as características não diferenciáveis do horizonte diagnóstico, envolvendo a gênese do solo abrangendo processos com características diferenciais no 1º nível categórico. As classes do 3º nível abrangeram os arranjos de horizontes, atividade da argila, condição de saturação do complexo sortivo por água, alumínio e/ou presença de minerais solúveis, horizontes que restringem o crescimento radicular e afetam o movimento da água no solo. As classes do 4º nível consideraram a organização de horizontes e sinais dos processos pedogenéticos que os definem como intermediários ou com características intermediárias.

As classes de 1º e 2º níveis foram escritas com todas as letras maiúsculas; as classes de 3º nível, apenas com a primeira letra maiúscula e no 4º nível, os nomes aparecem com todas as letras minúsculas. No texto, as classes de 1º, 2º e 3º nível foram escritas com a primeira letra maiúscula e no 4º nível com todas minúsculas.

2.6.1 Composição Granulométrica

Amostras de solo dispersas com NaOH 1 mol litro⁻¹ agitadas em baixa rotação por 16 horas. O teor de argila total foi feito pelo método da pipeta e as frações areia grossa e areia fina, separadas por tamisação em peneiras de 0,2 mm e 0,053 mm de malhas, respectivamente. O silte foi obtido por diferença.

2.6.2 Densidade do Solo

O grau de compactação foi determinado por meio da Densidade do solo (Ds), estimado com anel volumétrico (Kopecky) (EMBRAPA, 1997), expressa em Mg m⁻³. O excesso de solo foi eliminado com espátula, aparando os bordos até que o volume fosse igual ao do cilindro. Amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, levadas à estufa a 105 °C por 48 h, determinando-se a densidade: $D_s = M_s/V_t$, onde: D_s = densidade do solo, M_s = massa de solo seca a 105°C e V_t = volume do cilindro.

2.6.3 Caracterização Química

As propriedades químicas dos solos foram determinadas em amostras compostas de cada parcela, formada por quatro amostras simples, cujas coletas com trado tubular antes (08/2011) e após (12/2014) o experimento, no terraço e várzea, foram obtidas a 0 - 5, 5 - 10 e 10 - 20 cm de profundidade, na linha, espaçadas ao acaso, e na entrelinha do guanandi, equidistantes entre árvores, sendo feitas as comparações dos efeitos dos tratamentos por meio do Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Inicialmente, avaliou-se a média (Md), o desvio padrão (Dp) e o percentual de desvio padrão (%Dp) dos teores de nutrientes e demais dados em relação aos blocos, profundidade e posição de coleta, sendo caracterizado:

- pH em água - preparo de suspensão solo-líquido de 1:2,5 mantida por mais de hora e agitada antes da leitura com potenciômetro.
- Cálcio e Magnésio trocáveis - extraídos com solução de KCl 1 mol L^{-1} na proporção de 1:10, obtidos por complexometria em presença do coquetel tampão. Ca^{+2} determinado em presença de KOH a 10%; ambos titulados com EDTA 0,0125 mol L^{-1} e Mg^{2+} , por diferença.
- Potássio trocável - extraído com solução de HCl 0,05 mol L^{-1} e H_2SO_4 0,0125 mol L^{-1} na proporção solo-solução 1:10, sendo determinado por fotometria de chama.
- Alumínio trocável (Al^{+3}) - extraído com solução de KCl 1 mol L^{-1} na proporção de 1:10, sendo determinado por meio de titulação com NaOH 0,025 mol L^{-1} .
- Valores S, T e V – Valor S calculado pela soma dos teores de cálcio, magnésio, potássio e sódio trocáveis. O Valor T, por meio da equação: $T (\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) = VS + (\text{H} + \text{Al})$. O Valor V obtido com a equação: $V (\%) = 100 (\text{valor S} / \text{valor T})$.
- Carbono orgânico do solo - determinado por oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio em meio sulfúrico e titulação feita com sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L^{-1} (EMBRAPA, 1997).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 História Oral

O nome Coruputuba é um topônimo de palavra semelhante sem registro na língua Tupi. No sentido geral significa ‘rio de muitos seixos’. Documentos datados do ano de 1650 apresentam diferentes grafias: *Curupaytuba*, *Curupahitiba*. *Curu-pe-y-tuba*, *curu* = seixos; *pe* = simples elemento afixal; *y* = rio; *tuiba* ou *tiba* = abundância, multidão; talvez, possível alusão aos cascalhos do ribeirão de Coruputuba (ABREU, 1977). Essa condição é similar de área vizinha situada na Estação de Pesquisa de Água Preta, onde os terraços contêm areia branca e camada de seixos rolados de quartzito na base do declive para a várzea (VERDADE et al., 1961b).

Registros da ocupação europeia da região datam o século XVIII, mas o significado de nome indígena indica que foi habitada por índios Puris, provavelmente, expulsos ou mortos por colonizadores. Nos registros da posse de terras, *Curupaitiba* é citada como a paragem mais antiga das sesmarias regionais, cedida pelo rei de Portugal aos donatários de capitâneas hereditárias para o cultivo agrícola e povoamento (MARCONDES, 1922), passando mais tarde ao paulista Antonio Bicudo Leme.

Os familiares relatam que no ano de 1911 o sr. Cícero Prado da Silva chegou à localidade em uma pane do trem que o levava ao Rio de Janeiro. Veio a adquirir as terras dos herdeiros dos descobridores das minas de Ouro Preto pelo dobro do valor praticado à época, quando já eram consideradas degradadas. Fundou a Companhia Agrícola e Industrial e converteu áreas de pastagens nos terraços em mandiocais, visando à extração de fécula; introduziu a cultura do arroz nas várzeas e passou a fabricar o papelão a partir da palha residual da lavoura, inaugurando no ano de 1927 uma fábrica de papel.

O progresso econômico regional transformou a antiga paragem de Coruputuba em um dos mais importantes núcleos sócioeconômicos do vale (MARCONDES, 1922). A fazenda foi pioneira na produção de eucalipto (1964) e os herdeiros introduziram a acácia australiana (2006) e o guanandi (2007), respectivamente, para celulose/energia e madeira. Atualmente, apenas uma parte da antiga fazenda segue nas mãos dos herdeiros. Após a venda da fábrica de papel no ano de 1985, houve o desmembramento das terras para fins urbanos e industriais, conservando atualmente 209 hectares, dos quais, 82 hectares são de várzeas e 127 hectares abrangem os terraços fluviais.

Coruputuba abrigou um grande contingente de trabalhadores na época da fábrica de papel; com vila de moradores, mercearia, escola, enfermaria, clube de campo, capela e cine. Com a mudança intergeracional na posse das terras e os ciclos econômicos a produção industrial declinou, a fábrica fechou, mas, permaneceu na memória dos antigos moradores a saudosa lembrança e o orgulho de ser do meio rural, retratando-a até os dias atuais como um modelo avançado de colonização de ocupação do vale.

Em termos gerais, o patrimônio histórico está relativamente conservado, mas, o resgate do componente humano; abrangendo a origem indígena e o papel da mão de obra do escravo negro; ainda não foram incorporados, talvez, pelos poucos registros históricos.

Assim como é relevante estabelecer-se os padrões para o desenvolvimento sustentável e a regeneração do componente natural, incluindo a floresta nativa nos SAF, é desejável buscar-se a origem dos habitantes que antecederam os desbravadores. A ligação harmônica da produção florestal com a sociedade pode ser favorecida com o resgate dos povos de eras pré-colombianas e o pós-descobrimento, valorizando a mão de obra do negro africano, fornecendo subsídios que explicassem melhor as ligações humanas com a paisagem, possivelmente, com a ajuda de estudos arqueobotânicos e arqueológicos.

3.2 Meio Físico

3.2.1 Localização

A Fazenda Coruputuba (coordenadas: 22°53'39,24" S e 45°23'34,34" W) compreende uma porção de terras cercada por corpos d'água; tal como uma ilha fluvial em planície situada a 4 km da margem direita do rio Paraíba do Sul (sentido Oeste-Leste), no distrito de Moreira César, a 13 km da sede de Pindamonhangaba (Figura I-1). O distrito faz divisas com a serra do Quebra Cangalha (1.680 m de altitude), na região conhecida por "Macuco", e a Serra da Mantiqueira (1.700 m), próximo ao Pico do Itapeva, a 7 e 12 km, respectivamente.

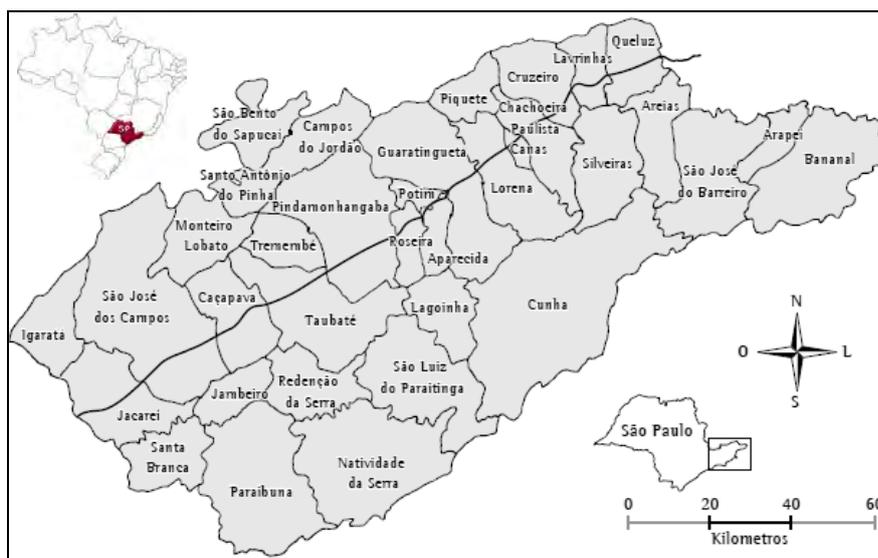


Figura I-1: Divisão municipal do Vale do Paraíba Paulista.

3.2.2 Geomorfologia

O relevo da bacia sedimentar de Taubaté abrange a calha do rio Paraíba do Sul e contrasta várzeas contornadas por colinas que terminam em muralhas do vale de afundimento, entre a Serra da Mantiqueira ao Norte e a Serra do Mar a Sudeste (COLUMBUS et al., 1980). No interior, a topografia suave ondulada apresenta altitudes entre 560 e 650 m compreendendo a depressão tectônica de cerca de 200 km de extensão e 500 m de profundidade, formada por afundamento no Cenozóico; que recebeu a sedimentações do Terciário formando camadas pirobetuminosas com material orgânico (DIAS et al., 2004). Em termos gerais, a inclinação dos terraços se dá no sentido do antigo leito do rio Paraíba do Sul.

O local das pesquisas em Coruputuba situa-se na zona Terciária, entre 20 e 25 m acima do nível das várzeas do rio Paraíba, com altitude média de 544 m, predominando a sedimentação mineral com argilas, sedimentos micáceos e materiais variados nas várzeas (VERDADE et al., 1961). Estudos do ano de 1961 caracterizaram a fração argila de gnaiss com fitados de cor cinza, leitos claros de quartzo e feldspatos alternados irregularmente com leitos de biotita; pedregosidade ausente, não rochoso; cor amarelo-claro devido aos compostos oxigenados de ferro, quando bem drenados, tendendo ao tipo argilo-arenoso (VERDADE et al., 1961).

No entorno, os "mões de morros" abrangem as colinas onde a "mamelonização" traduziu o processo fisiográfico que deu a forma ao relevo de "meia laranja" - um sistema de evolução rápida da paisagem na ausência de mudanças climáticas extremas, estabilizada pela

floresta -, alternando um período seco e curto no Quaternário, que regrediu a cobertura vegetal, substituída por vegetação seca (cerrado ou caatinga) em algumas áreas (AB'SABER, 2000).

Dos 209 hectares dessa fazenda a maioria estava sendo cultivada de maneira convencional com espécies florestais - *Eucalyptus*, *Acacia mangium* e o guanandi; com produção de mel, mudas de rosas, rosas de corte (até 2015), nos terraços e a cultura do arroz, na várzea (Figura I-5). Os plantios de guanandi em monocultivo foram realizados em várzea no ano de 2007, no sentido Sul – Norte (espaçamento: 3 x 3 m); e no ano de 2008 em terraço fluvial (3 x 2 m), sentido Leste – Oeste. Os experimentos foram instalados em novembro/2011 e conduzidos até o ano de 2015 (Figura I-2).



Figura I-2: Guanandi em várzea e terraço (terra alta) na Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP (2011).

3.2.3 Caracterização da situação ambiental

Com o plantio do guanandi consolidado abrangendo a parte superior, o terço médio e áreas baixas consideradas de preservação permanente (APP) dos terraços à várzea, a reforma do Código Florestal no ano 2012 possibilitou com que as APP com plantios realizados antes do ano de 2008 fossem consideradas de uso sustentável, sendo o produtor rural anistiado de restaurar o ambiente, mas, obrigado a adotar formas de manejo de baixo impacto ambiental que conservassem os solos.

A introdução dos SAF nesse contexto visou reduzir os impactos do sistema de produção, restaurando os solos e conservando os recursos hídricos na zona ripária; cujos limites de preservação em Coruputuba; em função da oscilação do lençol freático; ultrapassam aos preconizados pela nova lei. Com a expansão das áreas de SAF ampliou-se os limites da conservação da biodiversidade. Assim, a produção agroflorestal de madeira nativa pode vir a reduzir o escoamento superficial e os processos erosivos, emitindo menos poluentes que degradariam os ecossistemas aquáticos situados à jusante.

3.3 Caracterização Climática

Na classificação de Köppen, o tipo climático Cwa é o subtropical de inverno seco, com temperaturas inferiores a 18 °C e o verão quente com temperaturas superiores a 22 °C. No período das pesquisas observaram-se médias altas de precipitação pluvial nos anos de 2011 (1307 mm) e 2012 (1497 mm), decrescendo no ano 2013 (1158 mm) e 2014 (619 mm). A seca foi acompanhada da elevação da temperatura máxima, do número de dias com temperatura acima de 32 °C e do número de dias com médias abaixo de 13 °C (Tabela 1).

Normalmente o verão concentra 75% das precipitações pluviais; 1.300 a 1.400 mm; havendo uma “ilha de calor” em Pindamonhangaba (<1.100 mm), chegando a 3.000 mm de chuvas na Mantiqueira e acima disso na Serra do Mar, na bacia do Paraibuna (SCHRODER, 1956).

Atualmente, a baixa oferta de água na bacia do Paraíba do Sul deve-se à influência humana (MARENGO e ALVES, 2005); pelo desmatamento que modificou o clima na região (DANTAS & COELHO NETTO, 1996); e à variabilidade climática interdecadal, que alterna períodos secos e úmidos, com chuvas abaixo da média seguidas de ondas de calor nos verões, tal como verificado nos anos de 2003 e 2013.

Tabela I-1: Resumo de variação climática, Pindamonhangaba – SP, no intervalo do estudo

Resenha climatológica	2011	2012	2013	2014
Temperatura Média Diária	22,3	22,9	21,8	22,4
Temperatura Mínima Média Diária	16,5	17,1	16,3	15,9
Temperatura Máxima Média Diária	28,0	28,7	27,4	29,0
Dias com Temperatura Máxima de 32° C ou maior	6,4	8,2	4,9	9,0
Dias com Temperatura Mínima de 13° C ou abaixo	7,3	6,6	7,1	9,2
Dias de Chuva	115	116	117	83
Chuva Total	1307	1497	1158	619
Média Mensal da Chuva Total	109	125	97	55
Chuva Máxima	362,2	475,0	297,0	224,4
Chuva Mínima	32,2	16,0	26,5	15,3

Fonte: CIIAGRO/IAC <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/menuresenha.htm>

Durante o período das pesquisas as chuvas se estenderam de dezembro/2012 a julho/2013; com picos em fevereiro, abril e março e de agosto/2013 a outubro/2014, com médias máximas em janeiro e março/2014 inferiores a 100 mm (Figura I-3), sendo este considerado o período mais seco dos últimos 80 anos da região (TARGA e BATISTA, 2015). Os extremos climáticos devem aumentar em 75% as ondas de calor, sendo que 40% das tempestades devastadoras poderão se associar às modificações provocadas por atividades antrópicas (FISCHER e KNUTTI, 2015).

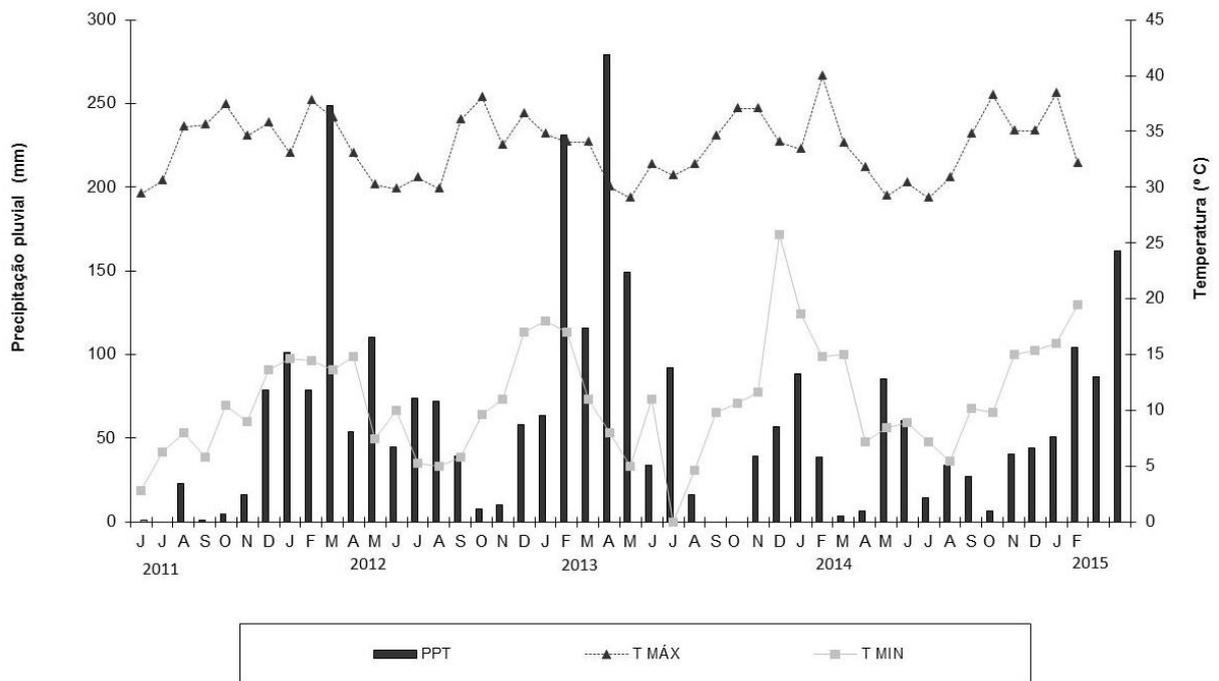


Figura I-3: Gráfico climático de Pindamonhangaba, SP (2011-2015).

3.4 Recursos Hídricos

Coruputuba é uma ilha fluvial banhada de um lado pelo ribeirão Capituba, que ingressa em meio à várzea e segue retificado na borda do terraço até desaguar de outro lado na represa abastecida pelo ribeirão Vermelho que redesenha o curso em um brejo antrópico formado por barramento de antigas represas de montante que ruíram no ano de 1984.

Em termos gerais os rios da bacia de Taubaté são heterogêneos e anisotrópicos, percolando em direção à calha do rio Paraíba em uma região de baixa declividade (0 – 15%) e densidade de fraturas. Assim, a descarga segue o fluxo discordante convergente com características hidrogeológicas típica de semiárido, incomum a maioria da região Sudeste.

Tabela I-2: Caracterização do nível do lençol freático (cm) em diferentes épocas, Pindamonhangaba, SP (2011 – 2014)

Local	Ano	Janeiro	Abril	Julho	Outubro
Terraço	2011	-	-		
	2012	38	123	178	195
	2013	78	100	186	195
	2014	195	195	195	195
Várzea	2011	-	-		
	2012	25	69	53	119
	2013	31	85	81	115
	2014	120	95	65	75

O aumento do gradiente potenciométrico devido ao bombeamento da água subterrânea em poços profundos por grandes empreendimentos, desde a década de 1930 tem favorecido à recarga do aquífero, infiltrando no leito. Com a reduzida precipitação pluviométrica na estiagem dos

anos de 2013 – 2014; insuficiente para recarregar o lençol freático; o ribeirão Capituba interrompeu o fluxo antes de ingressar na área experimental. Já os terraços, mais vulneráveis ao estresse hídrico devido ao substrato arenoso, ficaram extremamente ressecados, também, em função do rebaixamento do freático (Tabela I-2). A erosão de áreas de montante no domínio dos ‘mões de morros’; atualmente cultivadas com eucalipto e pastagens; também, contribui com o assoreamento de nascentes e dos ribeirões desprovidos de matas ciliares, agravando a baixa oferta de água em Coruputuba.

A irrigação na várzea se dá através de canais derivados do ribeirão Capituba, que funcionam como drenos quando as enxurradas que inundam a várzea.

3.5 Vegetação

A Floresta Estacional Semidecidual, com dossel uniforme ou emergente, cobria as terras baixas, com porcentagem de 20% a 50% de árvores caducifólias no conjunto florestal (IBGE, 2012). Abrangia de São José dos Campos ao Rio de Janeiro, dividindo espaços com as formações campestres (FREITAS JUNIOR & MARSON, 2007). No ano de 1928, já predominavam pastagens, vegetação secundária rala e baixa (VERDADE et al., 1961b).

A fisionomia aberta de campos com arbustos e manchas de mata estendia-se em uma faixa estreita de áreas úmidas de Jacareí a Guaratinguetá, na planície, próximo às vilas, possivelmente, incluindo os terraços de Coruputuba. Já os cerrados ocorriam em manchas, a leste, entre Taubaté e Caçapava.

Embora seja uma das bacias hidrográficas com maiores índices de vegetação remanescente e com as maiores diversidades do Estado, apresenta-se com 15.067 fragmentos (81,6%) com superfície de apenas até 20 hectares (KRONKA et al., 2005). No ano de 2001, havia 329.177 hectares de vegetação natural; 21,9% da superfície (KRONKA et al., 2005).

As matas ciliares se inserem na porção mais dinâmica da paisagem; em termos hidrológicos, geomorfológicos e ecológicos; abrangendo zonas ripárias que normalmente ultrapassam os limites da APP, com saturação do lençol freático por superficialidade.

As florestas inundáveis foram reduzidas a uns poucos agrupamentos (IBGE, 2012), apesar de serem corredores ecológicos, banco genético para a biodiversidade (BITTENCOURT e BATISTA, 2009). A saturação do solo reduz o oxigênio às raízes induzindo alterações ecofisiológicas nos vegetais (PIMENTA et al., 1998), que são selecionados por mecanismos de adaptação, tais como as mudanças morfológicas, anatômicas e fisiológicas (PIMENTA et al., 1998; LOPEZ e KURSAR, 1999; HERRERA et al., 2008; MARQUES e JOLY, 2000; OLIVEIRA e JOLY, 2010).

Em Coruputuba, há um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em declínio no terraço, com predomínio de anjico-vermelho (*Anadenathera macrocarpa*), com 18 m de altura e 50 cm de diâmetro a altura do peito (dap) e esparsa regeneração no sub-bosque. No entorno, a exploração data do século XVII, tendo suprimido a cobertura florestal nas várzeas com o uso do fogo, ainda utilizado na região.

Dos 25 hectares de área inundável da fazenda a regeneração em estágio inicial é dominada por taboa (*Tipha domingensis*), leguminosas arbóreas esparsas (*Erytryna* sp., *Aeschynomene* sp. e *Sesbania* sp.), embaúbas (*Cecropia* sp.) e *Pinus* exótico. A baixa resiliência ocorre possivelmente em função da ausência de matrizes no entorno e no montante.

Conservar a microbacia e os recursos hídricos demanda delimitar a zona ripária como um sistema tridimensional, conectando o lençol freático com o ambiente terrestre e fluvial, a bacia de drenagem, as copas das árvores que interceptam as chuvas e evaporam a água, organismos atuantes; quer seja por métodos expeditos focando a vegetação de áreas saturadas, por atributos do solo, como a cor e umidade, ou com meios científicos (ZAKIA et al., 2009).

Em Coruputuba, a zona ripária que margeia o ribeirão Capituba abrange áreas

saturadas do terço inferior do terraço, cuja infiltração é limitada e as concavidades recebem o fluxo convergente do escoamento superficial (Figura I-4). Ao passo que a várzea resseca no inverno e inunda no verão, alterando a fisiologia vegetal, a biota e a físico-química do solo (Figura I-5), inserindo-se no contínuo da zona ripária ou área variável de afluência. Os efeitos do cultivo de arroz podem ser minimizados com o SAF, melhorando a resiliência do ecossistema (AMADOR et al., 2008).



Figura I-4: SAF Simples com guanandi e araruta em terraço inundado (jan./2013).

Figura I-5: SAF Biodiverso com guanandi e inhame em várzea inundada (jan./2013).

3.6 Fauna

A remoção da Mata Atlântica e a degradação dos solos intensificaram a ação de cupins de montículos, que perfuram a superfície dos solos com tubulações muito características; e a formiga saúva (*Atta spp.*), que constrói ‘pneelas’ removendo o solo das camadas situadas a um metro ou mais de profundidade, distribuindo-o em superfície (VERDADE et al., 1961).

Ampliando a heterogeneidade do ambiente, a diversidade de formigas aumenta (VARGAS, 2011). No início das pesquisas predominavam nos terraços a formiga saúva e na várzea a formiga lava-pé (*Solenopsis*) com formigueiros elevados nas leiras do guanandi. O acúmulo de matéria orgânica no manejo dos SAF beneficiou as formigas de serapilheira, que passaram a construir seus ninhos com montes de retalhos de folhas e gravetos na partes elevadas do terreno, deslocando as saúvas e lava-pés.

Em relação aos animais, os funcionários da fazenda relataram a visualização frequente de cachorro vinagre (*Speothos venaticus*) e rara do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), com registros de fezes contendo pelos, ossos e sementes da lobeira (*Solanum lycocarpum*); planta muito apreciada pelo lobo-guará. O tatu galinha (*Dasypus novemcinctus*), também, foi considerado frequente no local.

3.7 Classificação dos Solos

Os solos de Coruputuba seguem a tendência dos solos tropicais, intemperizados, devido às altas temperaturas e precipitação pluvial (SANTOS et al., 2010). As imagens dos perfis são apresentadas no Anexo I-1 e a descrição completa no Anexo I-2.

O terraço compreende uma pente longa com declividade baixa (3 a 8%) e relevo suave ondulado. Foram estudados três perfis situados em diferentes posições da topossequência, isolando fontes de variações dos constituintes físicos e químicos. Os solos têm origem fluvial; influi a drenagem boa à moderada, dependendo da posição e da profundidade do lençol freático. A textura é arenosa a argilo-arenosa com fraca agregação. No terço superior e médio há Cambissolos com grau de desenvolvimento pedogenético mais

baixo, que perdem argila e bases depositadas no terço inferior, em Planossolo Háplico, situado na área variável de afluição. Nesse compartimento, o regime fluvial também deposita e retira sedimentos e nutrientes do perfil em uma condição de drenagem imperfeita e precipitação pluvial elevada (Tabela I-3 e Anexo I-1), com argila de atividade baixa.

Tabela I-3: Classificação do solo em uma toposequência do terraço à várzea, na Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba, SP (2011)

Local	1º nível	2º nível	3º nível	4º nível
Terraço	CAMBISSOLO	FLÚVICO	Tb Distrófico	típico (CYbd)
Terraço	CAMBISSOLO	FLÚVICO	Tb Distrófico	típico (CYbd)
Terraço	PLANOSSOLO	HÁPLICO	Tb Distrófico	típico (SXd)
Várzea	PLANOSSOLO	HÁPLICO	Tb Distrófico	gleissólico (CYbd)
Várzea	ARGISSOLO	AMARELO	Tb Distrocoesos	planossólico (PAdx)
Várzea	CAMBISSOLO	FLÚVICO	Tb Distrófico	gleissólico (CYbd)
Várzea	GLEISSOLO	HÁPLICO	Tb Distrófico	típico (GXbd)

Por sua vez, as várzeas são constituídas de materiais inconsolidados de granulação fina a grosseira, com sedimentos fluviais heterogêneos areno argiloso ou argilo arenoso. Há baixadas argilosas bastantes mineralizadas e outras arenosas; a pedregosidade é ausente e não rochosa. A erosão superficial laminar forma sulcos rasos ocasionais. Com o ressecamento, surgem fendas à profundidade variável. A má drenagem favorece a cultura do arroz, mas, foram solos florestados, posteriormente cultivados com a batatinha (*Solanum tuberosum*) e hortaliças na época do início da revolução verde (GOMES et al., 1962). Conhecidos por ‘_aguá’ ou ‘_barro de telha’ esses solos respondem às adubações, identificando-se quatro classes (1º nível) de acordo com a posição na toposequência (Tabela I-3 e Anexo I-1).

Na várzea o regime fluvial e características do manejo do solo no cultivo do arroz provocaram a formação de perfis com camadas extratificadas com diferentes granulometrias. Quando o ribeirão Capituba extravasa, deposita sedimentos grosseiros; porém, assoreado, perde energia passando a transportar sedimentos finos. Na ocasião de uma chuva torrencial, o ribeirão volta a ganhar energia e a depositar sedimentos grosseiros inundando toda a várzea. Assim, os perfis deixam de ter uma sequência AC e passam a AB com padrão de Neossolo flúvico e com horizonte B de Cambissolo ou Planossolo.

O Argissolo também pode ter se originado de uma borda aplainada de terraço ou via deposição de minerais carreados de montante, através de um leque do ribeirão Capituba, durante fortes chuvas. Na condição de drenagem imperfeita a melhorada, a argila se movimentada, expandindo-se e contraindo, dando origem aos agregados do tipo blocos subangulares com tamanho moderado a médio. Há cementação por óxidos de ferro e provavelmente alumínio, conforme Verdade et al. (1961), porém, não se trata de laterita.

O Gleissolo é muito mal drenado onde a oscilação do lençol provoca alterações nas propriedades físicas e químicas do perfil. O forte mosqueamento está presente em outras ordens. Os teores elevados de ferro demandam atenção, pois, o elemento se hidrata na inundação, passando a Fe^{+2} reduzido e quando drenado, se oxida e passa a Fe^{+3} acidificando o ambiente e liberando o alumínio; que é tóxico para a maioria dos vegetais cultivados. O processo chamado ferrólise causa variação no pH dispersando a argila e as bases essenciais, que, se não adsorvidas ao complexo sortivo, são removidas do perfil pela força da água.

3.7.1 Composição granulométrica

Os dados da composição granulométrica estão reunidos no Anexo I-3. Os solos de

terraço apresentam conteúdos de areia acima de 680 g kg^{-1} solo, baixando em profundidade de maneira errática, predominando a fração grossa ($> 450 \text{ g kg}^{-1}$), com teores de argila acima de 180 g kg^{-1} de solo, com materiais de baixa CTC. O silte foi o mineral com maior variação (10 a 100 g kg^{-1} de solo), incrementando em profundidade (Anexo I-3).

No relevo quase plano na várzea, as variações foram maiores dentro e entre os perfis. Próximo ao terraço e do cone de dejeção do ribeirão Capituba; que extravasa depositando sedimentos; os teores de areia diminuíram em oposição aos teores de argila em profundidade. No segundo e terceiros perfis situados cota abaixo a areia manteve-se em média a 500 g kg^{-1} solo, baixando em profundidade em oposição à argila ($> 300 \text{ g kg}^{-1}$ solo). O silte, muito móvel, apresentou maior variação dentro e entre perfis, em comparação aos demais minerais, partindo de 4 a 22 g kg^{-1} até chegar a 260 g kg^{-1} de solo no último perfil, cota abaixo (Anexo I-3). Os solos de várzea apresentaram forte restrição ao desenvolvimento radicular em função da saturação hídrica e do baixo teor de oxigênio disponível às raízes.

3.7.2 Densidade do solo

Os valores da densidade do solo são apresentados no Anexo I-3. Nos terraços a análise granulométrica apresenta elevados teores de areia, predominando a fração grossa, que confere maior resistência do material gnáissico ao intemperismo, concordando com Santos et al. (2010), em Pinheiral/RJ, no Médio Vale fluminense. A relação silte/argila permite avaliar o grau de intemperismo em solos de textura franco arenosa de regiões tropicais (SANTOS et al., 2013), situando-se abaixo de $0,7$ nos horizontes sub-superficiais, indicando alto grau de intemperismo.

Normalmente a densidade do solo (D_s) de textura média tem valores entre $1,25 - 1,40 \text{ Mg m}^{-3}$ (KIEHL, 1979). Porém, os elevados valores de D_s situados entre $2,26$ a $2,71 \text{ Mg m}^{-3}$ revelam a compactação dos solos, com uma menor porosidade total e maior restrição ao crescimento radicular, conforme Kiehl (1979). Em profundidade, o aumento da D_s está associado à diminuição dos teores de matéria orgânica e ao aumento dos percentuais de areia e silte.

Na várzea os elevados teores de areia, com predomínio da fração grossa, e elevados os teores de argila em profundidade, concordam com Verdade et al., 1961ab. A relação silte/argila situada abaixo de $0,7$ e decrescendo em profundidade revela o alto grau de intemperismo (SANTOS et al., 2010). A elevada D_s em solos argilosos; $2,16$ a $4,24 \text{ Mg m}^{-3}$; associa-se aos maiores teores de argila no perfil, à diminuição dos teores de matéria orgânica e ao uso pretérito, que compactava o solo para o cultivo do arroz inundado. Porém, a densidade na qual as raízes não conseguem penetrar na terra não é a mesma para todas as classes de solos. A maior D_s na várzea concorda com outros autores (SANTOS et al., 2012; VERDADE et al., 1961), que citam que áreas sem cobertura florestal é comum apresentarem maiores valores de D_s , pois, perdem a estrutura, aumentando a densidade e diminuindo a porosidade, elevando-se a compactação.

Assim, a densidade do solo restritiva nos dois ambientes; na várzea em maior grau; demanda medidas de restauração e conservação das condições físicas para beneficiar o guanandi e culturas consortes. A adição de matéria orgânica por meio da adubação verde, esterco e compostos possibilita diminuições na D_s (KIEHL., 1979).

3.7.3 Caracterização química dos perfis de solo

A caracterização química inicial da fertilidade do solo; com base em amostras retiradas dos perfis e utilizadas na classificação morfológica; está relacionada no Anexo I-4, sendo distinta nos dois ambientes, apresentando-se em melhor condição nos terraços.

Em termos gerais, o teor de matéria orgânica inicial dos solos foi muito baixo. Nos

terraços os Cambissolos apresentaram-se ácidos no terço superior e médio da toposequência; inicialmente, com níveis de fósforo e potássio médios no horizonte superficial, decaindo em profundidade; com cálcio e magnésio em níveis baixos e presença de alumínio tóxico em profundidade, concordando com Verdade et al., (1961) para solos da mesma região. Já o Planossolo, de melhor fertilidade ($V\% = 50\%$), apresentou pH médio 6,0 no terço inferior, ao passo que na várzea o pH se situou inicialmente na faixa de 4,5 a 5,0 sendo os níveis de nutrientes, em geral, em teores mais baixos que nos terraços (Anexo I-4).

Com acidez média até 30 cm de profundidade e a 15 cm na menor cota, obteve-se maiores valores de pH na camada superficial dos solos. No terço superior e médio os baixos teores de matéria orgânica e elevados de teores de H + Al indicaram um horizonte B exposto ou forte erosão em Cambissolo pouco desenvolvido. Em solo arenoso, o baixo poder tampão, devido ao menor teor de matéria orgânica, favorece a lixiviação de bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+). Para Tomé JR. (1997), os adubos salinos, tal como KCl, se adicionados a esses solos serão mais danosos que os fertilizantes orgânicos. No presente experimento empregou-se na fertilização das culturas consortes: sulfato de potássio e termofosfato magnésiano, calcário dolomítico e compostos orgânicos produzidos no Polo Regional do Vale do Paraíba – APTA/SAA, elaborados a partir da fermentação da mistura de esterco de curral fresco e cana picada. O cultivo intercalar de plantas adubadeiras com o guanandi também adicionou matéria orgânica ao solo. Na maior parte do Brasil, a adição de resíduos orgânicos pode ser elevada, mas, a mineralização também é acentuada. Em áreas agrícolas esse valor pode estabilizar abaixo de 25 a 30 g dm^{-3} em solos arenosos (TOMÉ JR., 1997).

Os teores de H + Al acompanharam a tendência da matéria orgânica, decrescendo no perfil de maneira errática nos Cambissolos distróficos, tornando-se álicos em profundidade, com $m\% > 50\%$, concomitante à saturação de mais de 1,0 $cmol_c dm^{-3}$ de alumínio. No Planossolo, $V\% > 50\%$ declinou a 34% no horizonte de eluviação, entre 30 – 90 cm de profundidade, sendo este um típico caráter de solo distrófico (Anexo I-4).

O nível de potássio muito alto e o fósforo, em nível médio para as culturas anuais, considerado muito alto para as essências florestais, com teores mais elevados no terço inferior, decrescendo ao nível baixo a médio a partir de 30 cm de profundidade nos Cambissolos e a 90 cm de profundidade no Planossolo, concordando com os dados de Verdade et al. (1961b), que descreve os solos da série Coruputuba, de área de pesquisa vizinha, com características semelhantes. A saturação de sódio inferior a 1 $cmol_c dm^{-3}$ caracteriza o caráter não salino.

O alumínio trocável oscilou no perfil dos Cambissolos; no terço superior aparecendo a partir de 35 cm de profundidade, no terço médio em níveis baixos $< 3 cmol_c dm^{-3}$ e ausente no Planossolo. Nos Cambissolos, em teor muito alto, ocupou mais de 50% dos sítios de troca catiônica a partir de 10 cm da superfície do solo. Os níveis de cálcio e magnésio estavam baixos e a adição de calcário dolomítico foi realizada para elevar os teores de magnésio.

Na várzea, em geral a acidez elevada na superfície dos solos ($pH < 5,0$) passou a média a 15 cm, e a 30 cm de profundidade no Cambissolo (V1). Os níveis de H + Al acompanharam variações da matéria orgânica no Argissolo (V2), Gleissolo (V4) e parcialmente no Cambissolo (V3), com teores iniciais muito baixos somados aos elevados níveis de H + Al, alta saturação por alumínio ($m\%$) no complexo de troca catiônica e à baixa CTC, que indicam a deficiência de fósforo devido à fixação combinada aos íons ferro e alumínio, formando compostos de baixa solubilidade indisponíveis às plantas. Em solos argilo arenosos a muito argilosos com baixa atividade catiônica, poder tampão reduzido, valores baixos de matéria orgânica e de T favorecem a intensa lixiviação de bases.

O teor médio de fósforo na camada superficial, alto para culturas anuais e considerado muito alto para as florestais, passou ao nível baixo para todas, em profundidade, com comportamento similar em Cambissolos e Argissolo; porém, em níveis ainda mais baixos no

Gleissolo. Os teores de potássio foram altos em todos os solos nos horizontes subsuperficiais dos Cambissolo V1 e V2 (> 55 cm e 95 cm) e Argissolo (> 28 cm); no Gleissolo ocorreu declínio (> 40 cm de profundidade). A frequente saturação de sódio a $1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ oscilou profundidade.

Com muitos anos de uso para a cultura do arroz, os solos de várzea perderam a estrutura porosa devido ao preparo; que consiste em amassar o barro; tornando-os compactados com baixa permeabilidade, favorecendo a remoção de nutrientes essenciais através do escoamento superficial.

3.7.4 Efeitos dos SAF na fertilidade química dos solos em terraço fluvial

A variabilidade da fertilidade química inicial no terraço foi baixa, com reduzidos desvios dos padrões em relação a média entre os blocos, profundidade de coleta (0 - 5, 5 - 10 e 10 - 20 cm) e posição de coleta (linha e entrelinha de cultivo do guanandi) (Anexo I-5). Em função dos blocos distribuídos na topossequência os menores percentuais de desvio ocorreram para pH (4,87 %) e valor S (9,74 %) e os maiores estiveram associados aos teores de P (50%), Al^{3+} (98%) e valor m% (95,68%), que reflete a saturação de alumínio na CTC Efetiva. Para profundidade a maior similaridade foi para H+Al (3,03%), valor T (3,33%) e o pH (3,56%), com maiores desvios para o incremento do Al^{3+} (76,62%) e valor m% (75,27%). Os teores de P apresentaram-se 34,88% em oposição ao Al^{3+} . Em relação à posição de coleta, as maiores diferenças foram para o P (24,83%) e M.O. (23,53%); ambos mais abundantes nas entrelinhas.

Não foram significativas as diferenças dentro da posição e dentro da profundidade de coleta para a fertilidade química do solo antes da implantação do experimento (Anexo I-6). Porém, ao final de três anos de experimentação constatou-se efeitos positivos e significativos na melhoria da fertilidade dentro da linha e na entrelinha do guanandi, em todas as profundidades, no SAF Biodiverso (Anexo I-7). Em termos gerais, o SAF Biodiverso proporcionou elevação dos teores de nutrientes de maneira proeminente na camada superficial, destacando o K e o valor S, com a redução da acidez do solo.

Na linha de cultivo do guanandi, na profundidade de 0 a 5 cm, o SAF Biodiverso proporcionou significativa elevação do pH e do valor V%, com aumento dos teores de P e K, reduzindo a acidez H+Al, sem diferenças significativas para os teores de Ca e Mg. O manejo do SAF Simples não gerou diferenças em relação ao monocultivo para o pH, P, K^+ , H+Al e V%, sendo a disponibilidade de Al^{3+} aumentada significativamente; ao passo que o SAF Biodiverso, com valores de S similares ao do monocultivo, não diferiu estatisticamente do SAF Simples (Anexo I-7).

Na linha, na profundidade de 5 a 10 cm, houve significativa elevação do pH e dos teores de K e S no SAF Biodiverso, sem diferenças significativas em relação aos teores de P, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H+Al, valor V% e Na para os três sistemas de produção. O valor T no SAF Biodiverso igualou-se ao do monocultivo e o SAF Simples gerou o menor valor (Anexo I-7).

Na linha, na profundidade de 10 a 20 cm, o SAF Biodiverso proporcionou significativa elevação dos teores de K^+ e valor S, sem diferenças entre os três sistemas para as demais variáveis (Anexo I-7).

Na entrelinha, na profundidade de 0 a 5 cm, o SAF Biodiverso proporcionou significativa elevação do pH e valor S; inerente ao aumento dos teores de P e K^+ ; sem diferenças significativas para as demais variáveis. O manejo do SAF Simples não proporcionou melhorias na fertilidade química do solo em relação ao monocultivo. Porém, para Ca e valor T, o SAF Biodiverso igualou-se estatisticamente ao SAF Simples, que por sua vez não diferiu do monocultivo (Anexo I-7).

Na entrelinha, na profundidade de 5 a 10 cm, o manejo do SAF Biodiverso elevou o pH e dos teores de K^+ e valor S, sem diferir dos demais tratamentos para as variáveis Mg^{2+} ,

Al^{3+} , H+Al e V%. Para os teores de P, Ca^{2+} , T e Na^+ , o SAF Biodiverso proporcionou melhorias que não diferiram do SAF Simples, que por sua vez foi similar ao monocultivo (Anexo I-7).

Na entrelinha, na profundidade de 10 a 20 cm, o SAF Biodiverso proporcionou significativa elevação dos teores de K^+ e S, sem diferenças para o SAF Simples em relação ao valor T e aos níveis de Na, sendo estes similares entre o SAF Simples e o monocultivo. Para as demais variáveis não houve diferenças entre os sistemas (Anexo I-7).

3.7.5 Efeitos dos SAF na fertilidade química dos solos em várzea

A variabilidade da fertilidade química na várzea foi relativamente baixa, pouco maior em função dos blocos, seguida da profundidade e por fim da posição de coleta (Anexo I-8). A maior similaridade entre blocos foi para pH (3,45%) e valor T (8,35%) e baixa para os teores de P (46%), Al^{3+} (40,24%) e o valor m% (46,79%), observando-se valores muito baixos de m% nos blocos 7 e 8 (Gleissolo), o que reflete baixa saturação de alumínio da CTC Efetiva.

Mesmo com baixo relevo a água se movimentava arrastando nutrientes, sedimentos finos e ácidos orgânicos, que são depositados cota abaixo, abrangendo os blocos 7 e 8. Em relação à profundidade, apresentaram maior incremento Al^{3+} (23,50%) e o valor m% (29,30%), sendo pH (2,32%) e H + Al (5,45%) as variáveis com menor desvio padrão. Comparando-se a fertilidade entre os locais de coleta, K^+ (34,02%) e valor n% (21,01%) revelaram maior variação. A fertilidade na entrelinha foi superior ao passo que a acidez apresentou-se mais elevada na linha de cultivo do guanandi.

Em relação à similaridade na fertilidade química do solo antes da implantação do experimento, não foram significativas as diferenças dentro da posição e dentro da profundidade (Anexo I-9), com exceção para V% na profundidade 10 – 20 cm na entrelinha.

Após três anos de experimentação não foram notadas diferenças na fertilidade dentro da linha; ao passo que na entrelinha do guanandi os efeitos dos SAF foram positivos e significativos na melhora dos atributos químicos do solo (Anexo I-10).

Na entrelinha na profundidade de 0 a 5 cm os SAF proporcionaram significativa elevação do pH, com o SAF Biodiverso favorecendo significativa elevação dos teores de P, Mg^{2+} e valor S do solo, destacando-se do SAF Simples que por sua vez superou o monocultivo. Já os teores de K^+ apresentaram-se elevados, enquanto de Na foram reduzidos no SAF Biodiverso, possivelmente, devido ao manejo da bananeira, cujos resíduos são muito ricos em K^+ . Em relação ao Ca^{2+} , valor T e V% os efeitos positivos dos SAF se igualaram e superaram o monocultivo de guanandi, enquanto os teores de Al^{3+} reduziram significativamente nos SAF.

Na profundidade de 5 a 10 cm, os SAF destacaram-se na elevação do pH, nos teores de K^+ e Ca^{2+} , valor S e V%, superando o monocultivo, enquanto Mg^{2+} e valor T foram significativamente mais elevados nos solos com SAF Biodiverso, superando o SAF Simples, que se destacou do monocultivo com menores valores dentre todos os tratamentos; ao passo que os teores de Al foram os mais reduzidos nos SAF nessa profundidade.

De 10 - 20 cm de profundidade, na entrelinha, os efeitos dos SAF foram positivos para elevação dos teores de K^+ , Ca^{2+} , S, V%, com significativa redução do teor de Al^{3+} tóxico.

4 CONCLUSÃO

1. A fertilidade inicial dos solos no terraço superou aos solos de várzea; ocorrendo o processo de eluviação no terço superior e médio do terraço, com o depósito por iluviação dos minerais na parte baixa.
2. Na várzea, a alta densidade dos solos, a alternância de períodos secos e superúmidos provocaram a acidificação pela ferrólise, com a dessorção dos elementos químicos seguida da lixiviação com a inundação do solo.
3. O manejo dos SAF aportou matéria orgânica e nutrientes melhorando a fertilidade dos solos destacando o pH e os teores de P e K⁺ na camada superficial dos terraços. Na várzea houve incremento nos teores de todos os elementos químicos nos três sistemas de produção.

CAPÍTULO II
SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM GUANANDI
(*Calophyllum brasiliense*) EM TERRAÇO FLUVIAL

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi comparar o crescimento do guanandi em monocultura e SAF, computando-se o desenvolvimento das árvores e a produtividade das espécies consorciadas em terraço fluvial. Os tratamentos foram: 1. Guanandi (monocultura); 2. SAF Simples e 3. SAF Biodiverso. O plantio do guanandi foi realizado no ano de 2008 no espaçamento 3 x 2 m e a conversão iniciada em 09/2011, com associação de mandioca ‘Ouro’ IAC 6-01’, produzindo em média 6,3 Mg ha⁻¹ de raízes comerciais e acumulando 3 Mg ha⁻¹ de resíduos, de maneira similar nos SAF. No SAF Biodiverso, o guandu aportou em duas podas 3,5 Mg ha⁻¹ massa seca, 1,3 Mg ha⁻¹ de lenha e 210 kg ha⁻¹ de grãos para o consumo humano, atingindo 280 cm de altura. A araruta, em rotação com a mandioca, foi superior no SAF Simples, produzindo 7,6 Mg ha⁻¹ de rizomas e 15 Mg ha⁻¹ de parte aérea. No segundo ciclo, habilitou-se como planta espontânea sem diferir do replantio; apesar da baixa produtividade devido à seca obteve-se 2,5 Mg ha⁻¹ de rizomas e 4 Mg ha⁻¹ de parte aérea no SAF Simples superando o SAF Biodiverso. A bananeira BRS Conquista produziu 20,6 Mg ha⁻¹ (24,7 kg cacho⁻¹), incrementando no segundo ano: 25,4 Mg ha⁻¹ (30,4 kg cacho⁻¹), aportando 39,4 Mg ha⁻¹ de matéria fresca (2,9 Mg ha⁻¹ massa seca) no primeiro ano e 53,2 Mg ha⁻¹ (4 Mg ha⁻¹) no segundo, distribuídos na forma de telhas no entorno de juçara; produzindo 3527 brotos ha⁻¹ para uso na expansão do SAF Biodiverso. O pico de colheita na primeira safra (633 dap) estendeu-se na segunda (989 dap), reduzindo o número de folhas (14 para 10) e incrementando a CAS (81 para 92) em um ano seco. Os SAF não prejudicaram o crescimento do guanandi, que incrementou a CAS em 2014 no SAF Simples, com tendências de vantagens dos SAF na altura e na menor amplitude de suas avaliações no SAF Biodiverso. A baixa TCR (2,8%) do guanandi o caracterizou como espécie de lento crescimento, com rendimento de madeira se relacionando moderadamente ao Ctop (r²=0,57). A taxa de sobrevivência (%) das espécies florestais consortes superou 69%, para urucum, ipê-rosa, aroeira, eritrina, ingá-do-brejo, anjico-preto, ipê-amarelo-do-brejo, capixingui, imbirussú, boleiro e mamica-de-porca; com maiores alturas em ordem decrescente (600 a 345 cm): capixingui, mamica-de-porca, guapuruvú, imbirussú, anjico-preto, pau-viola; com maiores TCR em altura para guapuruvú (41%), mamica-de-porca (39%), pau-viola (35%) e capixingui (29%) e as menores para pinha-do-brejo, juçara e ipê-amarelo-do-brejo. Os maiores % de árvores podadas (>86%) foram em anjico-preto, mamica-de-porca, aroeira, urucum e capixingui; aportando 2,8 Mg ha⁻¹ de folhas e 2,5 Mg ha⁻¹ de lenha; capixingui acumulou 14,8 kg de folhas e 19 kg de lenha por planta. A juçara apresentou TCR de 6,3% e 60% de sobrevivência no terço médio e inferior dos terraços. O lento crescimento do guanandi favoreceu a conversão agroflorestal. O SAF Simples apresentou-se como um sistema de manejo intensivo da cultura consorte com o guanandi; porém, foi sensível ao estresse hídrico. O SAF Biodiverso, mais resiliente, garantiu a produtividade de plantas anuais, bananas, guandu, abundante aporte de fitomassa que cobriu o solo e de lenha para energia, melhorando a economia e o meio ambiente, com condições favoráveis à sobrevivência de juçara no terço médio e inferior dos terraços, além de abrigar os morcegos dispersores do guanandi.

Palavras chave: árvore nativa, biodiversidade, Mata Atlântica, Agroecologia.

ABSTRACT

Agroforestry systems with guanandi (*Calophyllum brasiliense*) on the river terrace

The objective of the research was to compare the growth of guanandi in monoculture and agroforestry system (AFS), computing the development of the trees and the productivity of the species consortium on the river terrace. The treatments were: 1. Guanandi (Monoculture); 2. Simple AFS and 3. Biodiverse AFS. The planting of the guanandi was carried out in the year of 2008 in the spacing 3 x 2 m and the conversion initiated in 09/2011, with the association of cassava 'gold' IAC 6-01, producing on average 6.3 Mg ha⁻¹ of commercial roots and accumulating 3 Mg ha⁻¹ of residues. In a similar way in AFS. In the Biodiverse AFS, the pigeonpea arrived in two prunes 3.5 Mg ha⁻¹ dry matter (DM), 1.3 Mg ha⁻¹ of firewood and 210 kg ha⁻¹ grain for human consumption, reaching 280 cm high. The arrowroot, in rotation with cassava, was superior in the Simple AFS, producing 7.6 Mg ha⁻¹ of rhizomes and 15 Mg ha⁻¹ of aerial part. In the second cycle, it was enabled as a spontaneous plant without differing from the replanting; despite the low productivity due to drought, it was 2.5 Mg ha⁻¹ of rhizomes and 4 Mg ha⁻¹ of aerial part in the Simple AFS surpassing the Biodiverse AFS. Banana 'BRS Conquista' produced 20.6 Mg ha⁻¹ (24.7 kg curl⁻¹), incrementing in the second year: 25.4 Mg ha⁻¹ (30.4 kg curl⁻¹), accumulating 39.4 Mg ha⁻¹ of fresh matter (FM) (2.9 Mg ha⁻¹ DM) in the first year and 53.2 Mg ha⁻¹ FM (4 Mg ha⁻¹ DM) in the second, distributed in the form of tiles in the surrounding palm juçara; Producing 3527 sprouts ha⁻¹ for use in the expansion of Biodiverse AFS. The peak harvest in the first crop (633 DAP) extended in the second (989 DAP), reducing the number of sheets (14 to 10) and incrementing CAS (81 to 92) in a dry year. The AFS did not impair the growth of the guanandi, which incremented the CAS in 2014 in the Simple AFS, with trends of advantages of the AFS at the height and the lowest amplitude of their evaluations at Biodiverse AFS. The low relative growth rate (RGR = 2.8%) of the Guanandi characterizes as a kind of slow growth, with wood yielding moderately related to Ctop ($r^2 = 0.57$). The survival rate (%) of forest species consorts surpassed 69%, for Urucum, Ipê-rosa, Aroeira, Eritrina, Ingá-do-brejo, Anjico-preto, Ipê-amarelo-do-brejo, Capixingui, Imbirussú, Boleiro and Mamica-de-porca; with higher heights in descending order (600 to 345 cm): Capixingui, Mamica-de-porca, Guapuruvú, Imbirussú, Anjico-preto, Pau-viola; with greater RGR in height for Guapuruvú (41%), Mamica-de-porca (39%), Pau-viola (35%) and Capixingui (29%) and the smaller ones for Pinha-do-brejo, Juçara and Ipê-amarelo-do-brejo. The largest % of pruned trees (> 86%) were in Anjico-preto, Mamica-de-porca, Aroeira, Urucum and Capixingui; porting 2.8 Mg ha⁻¹ sheets and 2.5 Mg ha⁻¹ of firewood; Capixingui accumulated 14.8 kg of sheets and 19 kg of firewood per plant. The Juçara presented RGR of 6.3% and 60% survival in the middle and lower third of the terraces. The slow growth of Guanandi favored the agroforestry conversion. The Simple AFS presented itself as an intensive management system of the consort culture with the Guanandi; however, it was sensitive to water stress. The Biodiverse AFS, more resilient, assured the productivity of annual plants, bananas, pigeonpea, abundant supply of phytomass that covered the soil and firewood for energy, improving the economy and the environment, with favorable conditions for the survival of palm juçara in the middle third and inferior of the terraces, besides sheltering the scattered bats of the Guanandi.

Key words: native tree, biodiversity, Atlantic Rainforest, Agroecology.

1 INTRODUÇÃO

A associação espacial e temporal de cultivos em SAF começa com as culturas alimentares anuais, semi-perenes e perenes de vida curta, que gradualmente são substituídas por árvores longevas. As colheitas das plantas alimentícias cumprem as funções ecológicas e econômicas, mantendo o agricultor nos primeiros anos, enquanto as árvores crescem, retornando investimentos, otimizando o uso dos nutrientes, cobrindo o solo e reduzindo o crescimento de ervas espontâneas indesejáveis (SCHROTH et al., 2004).

Os terraços fluviais da Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP, têm séculos de exploração agropecuária e florestal. Originalmente, foram cultivados com mandioca e lavouras anuais, passando à pastagem, por 12 anos com eucalipto, retornando a braquiária por mais quatro anos, vindo a ser plantado o guanandi no ano de 2008.

Para reconstruir funções ecológicas e tornar o monocultivo de guanandi rentável no curto espaço de tempo, diversificou-se o reflorestamento com SAF. O novo olhar econômico e ambiental visa à conservação dos solos e dos recursos hídricos. Os SAF podem amenizar a perda de nutrientes e constituintes da matéria orgânica do terço superior e médio da topossequência, por processo de iluviação; proporcionando melhores condições de conservação do solo no terço inferior, na zona variável de afluência, que estende-se além da área de preservação ambiental legal, sujeita ao acréscimo e à perda de constituintes móveis do perfil, devido à oscilação do lençol freático e à inundação temporária do ribeirão Capituba.

Como justificativa dessa pesquisa, considera-se que o monocultivo de guanandi para exploração da madeira é um investimento de longo prazo e de baixo impacto ambiental, que pode amenizar os problemas do desgaste dos solos e da ausência da mata ciliar nos terraços, quando comparado à pastagem ou lavoura anual, além de servir de corredor ecológico, refúgio e fonte de alimento para os animais silvestres. Entretanto, a monocultura de guanandi pode não ser tão atrativa, em termos ambientais e econômicos, se comparada aos SAF, considerando a baixa biodiversidade específica - apesar de populações naturais quase puras de guanandi ocorrerem em matas ciliares (SOUZA et al, 2007), formando grandes agrupamentos (SOUZA, et al, 2007; LORENZI, 2002). Os SAF podem prover melhores serviços ambientais devido à elevada biodiversidade e maior resiliência. Em termos econômicos, ainda podem garantir o retorno dos investimentos no curto e médio prazo.

Dentre os objetivos dessa pesquisa, avaliaram-se os efeitos dos SAF no crescimento do guanandi e das espécies consortes, a produção agrícola no curto prazo e o aporte de resíduos orgânicos. Além de fortalecer a renda, reinsere o homem na cultura agroflorestal, restaurando a paisagem. Ainda é possível obterem-se produtos não madeireiros e madeiras nativas certificadas no médio e longo prazo. Trata-se de uma pesquisa aplicada de seleção de espécies consortes visando o manejo agroflorestal com o guanandi em terraço fluvial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento Experimental

O reflorestamento de guanandi foi plantado em julho/2008 no espaçamento 3 x 2 m, nas entrelinhas com cepas de eucalipto em decomposição, cortado aos 12 anos de idade. O experimento de conversão agroflorestal seguiu o delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos e oito repetições, abrangendo o terço superior, médio e inferior da topossequência do terraço fluvial, em Pindamonhangaba, SP, sendo os tratamentos:

- (1) Guanandi em monocultivo (Figura II-1);
- (2) SAF Simples (Guanandi + Cultura anual) (Figura II-2);
- (3) SAF Biodiverso (Guanandi + diversidade de espécies) (Figura II-3).

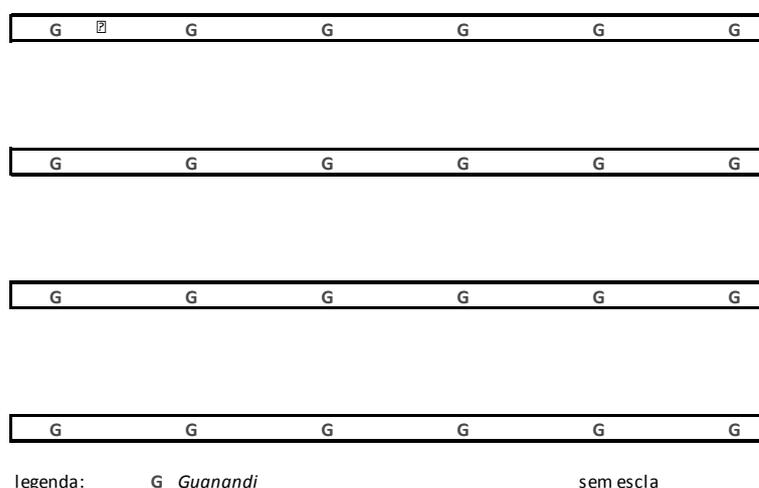


Figura II-1: Parcela experimental de Guanandi em monocultivo.

A hipótese científica testada é de que os SAF Simples tipo *taungya*; com o guanandi associado a uma cultura anual; e o SAF Biodiverso; tendo além da cultura anual a associação com bananeiras, palmeira juçara e diversidade arbustiva e arbórea adaptadas; são mais produtivos e não interferem no crescimento do guanandi.

Hipótese estatística:

H₀: os tratamentos têm o mesmo efeito.

H₁: ao menos um tratamento tem efeito diferente.

O crescimento do guanandi foi avaliado em parcelas de 144 m² contendo quatro linhas com seis árvores de três anos e meio de idade, com porte médio de 3,16 m de altura e diâmetro da copa de 131 cm. Nas linhas centrais marcaram-se cinco árvores para amostras fixas e nas entrelinhas, avaliou-se a fitomassa da poda e o rendimento das culturas em kg planta⁻¹ ou kg parcela⁻¹, convertidas para Mg ha⁻¹, conforme a densidade de plantio ajustada pelo estande final (Anexo II-1). Culturas anuais, leguminosas rústicas e espécies florestais nativas adaptadas ao ambiente seco foram introduzidas e manejadas no SAF Biodiverso.

A normalidade foi testada para todos os erros ($p < 0.001$), segundo o teste Shapiro-Wilk; mais robusto para amostras menores que 50 unidades. A homocedasticidade de variâncias foi avaliada com o teste F. Em geral, utilizou-se a análise não paramétrica quando a distribuição das variâncias não foi homogênea. As transformações dos dados, se necessária, foi explicada de maneira independente para cada cultura.

Para efeitos de análise dos dados, adotou-se o modelo $Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$, onde:

Y_{ij} = valor do caráter;
 M = média;
 T_i = efeito do tratamento, sendo $i= 1, 2$ e 3 ;
 B_j = efeito do bloco j , sendo $j= 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ e 8 ;
 E_{ij} = erro associado ao tratamento i no bloco j .

SAF Simples

O SAF Simples foi concebido como um arranjo silviagrícola, tendo uma cultura anual (Figura II-2); empregou-se a mandioca IAC 6-01, com raízes amarelas ricas em carotenóides pró-vitâmicos para o consumo de mesa (FAPESP, 2012), no primeiro ano agrícola e nos anos subsequentes foi substituída por araruta, sendo esta espécie mais tolerante ao sombreamento provocado com o crescimento do guanandi e das espécies consortes no SAF Biodiverso.

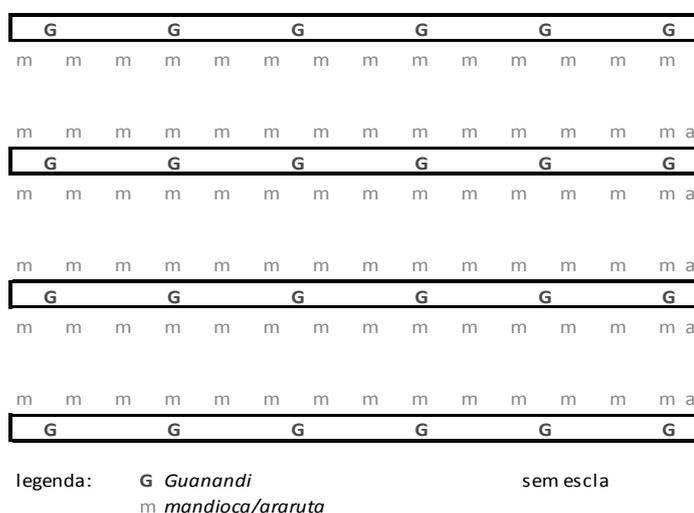


Figura II-2: Parcela experimental com a cultura anual no SAF Simples com Guanandi.

SAF Biodiverso

O SAF Biodiverso visou estabelecer um arranjo multiestrato com diversidade de espécies nas entrelinhas e entreplantas do guanandi. As fileiras duplas de culturas anuais se estabeleceram da mesma maneira que no SAF Simples. A mandioca, no primeiro ciclo, protegeu as mudas de bananeira, da palmeira juçara e de 14 espécies florestais, plantadas espaçadas cerca de 1,0 m entre si nas entrelinhas duplas da mandioca. Dois guanandus arbóreos foram plantados nas linhas do guanandi intercalados com a juçara ao centro (Figura II-3).

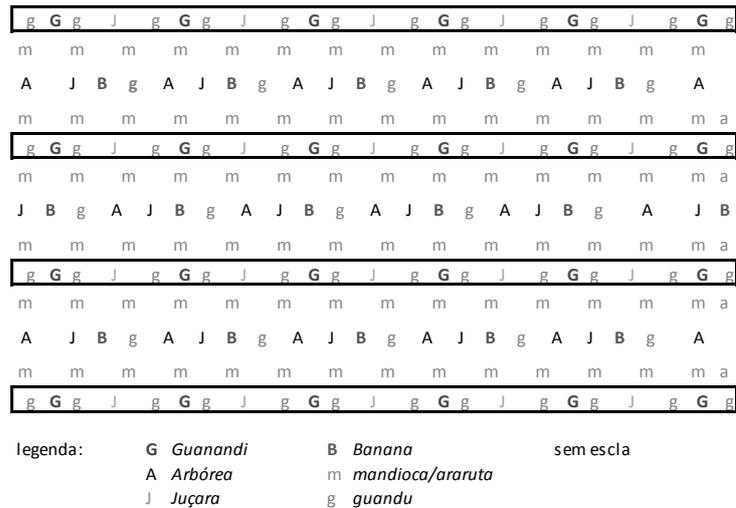


Figura II-3: Parcela experimental com o arranjo das espécies no SAF Biodiverso.

No segundo ciclo (2012 - 2013), a araruta plantada em rotação com a mandioca finalizou os experimentos críticos; ao passo que no terceiro ano (2013-2014), aproveitando-se de uma parcela relativamente grande para as pesquisas de conversão agroflorestral do guanandi, avaliou-se em caráter demonstrativo a capacidade da rebrota da araruta comparada ao replantio, em parcela subdividida em faixas. Então, o modelo matemático, conforme Pimentel Gomes (1990) ficou assim:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + r_k + (\alpha r)_{ik} + b_j + (br)_{jk} + (\alpha b)_{ij} + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

Y_{ijk} = é a observação relativa à subparcela, que recebeu o nível i do fator α , o nível j do fator b , no bloco k .

Y_{ijk} = observação do nível i do fator α , no nível j do bloco e nível k do fator b ;

μ = média geral;

α_i = efeito devido nível i do fator α ;

b_j = efeito devido ao j -ésimo bloco;

e_{ij} = erro associado à parcela (ij);

γ_k = efeito devido ao nível k do fator b ;

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = efeito da interação entre os fatores α e b ;

e_{ijk} = erro associado à sub parcela (ijk).

A fisionomia característica na Floresta Estacional semidecidual apresenta-se na densidade entorno de 1.000 árvores por hectare com DAP maior ou igual 5 cm, sendo que em florestas maduras as árvores perdem totalmente as folhas (DURIGAN et al., 2012). Neste experimento utilizou-se estande superior, considerando a possibilidade de declínio e a exploração comercial futura. A densidade de plantio das espécies associadas ao guanandi no SAF Biodiverso consta no Anexo II-1. A caracterização de todas as espécies, inclusive do guanandi, consta no Anexo II-2, com informações ecológicas no Anexo II-3.

2.2 Caracterização das Culturas e Parâmetros Fitotécnicos

2.2.1 Guanandi

Em todo o período experimental foram avaliadas nas mesmas cinco plantas de guanandi, previamente demarcadas: altura total (H) e altura da copa (Hc), com trena e fita métrica descartável; o raio médio da copa (Rc) com duas medidas perpendiculares à linha de cultivo tomadas do tronco à projeção lateral da copa; circunferência à altura do solo (CAS) e a

altura do peito (CAP) (130 cm) em 23/09/2011, 28/12/2012, 01/05/2013 e 16/06/2014. Os efeitos dos SAF no guanandi foram comparados com método não paramétrico, o Teste de Kruskall-Wallis ($p < 0.05$). Estimou-se a taxa de crescimento relativa (TCR) para a média de cada parâmetro nos respectivos intervalos de tempo (meses após o plantio = map) entre avaliações, por meio da fórmula: $TCR = \{(Mf/Mi)/\Delta t - 0.05\} * 100$, onde Mf = valor final, Mi = valor inicial, Δt = intervalo em meses entre as duas avaliações.

Os tratos culturais no monocultivo consistiram de roçada mecanizada e coroamento manual; e nos SAF, capina manual, com plantios e colheitas das culturas consórcios. Realizou-se a desbrota (30/10/2012) dos ramos do guanandi situados abaixo de 150 cm do nível do solo para evitar a possível formação de marcas futuras no tronco (nós) e facilitar o manejo nos SAF, determinando-se o aporte de fitomassa fresca e seca em cinco subamostras levadas à estufa de circulação de ar a 65 °C até peso constante, convertendo-se os resultados para $t\ ha^{-1}$ de matéria seca. Os resíduos foram acamados sobre o solo nas entrelinhas das culturas anuais e no entorno da juçara, no SAF Biodiverso.

Em junho/2014, desbastou-se o guanandi, cortando as árvores tortas, ramificadas, pouco desenvolvidas e com lesões, aferindo em quatro amostras as variáveis já citadas, computando-se ainda a massa fresca e seca separadamente dos ramos herbáceos e galhos (matéria lenhosa) com mais de 3,0 cm de diâmetro, produção de casca, lenha (m^3) e madeira. O fuste útil para artesanato ou movelaria compreendeu da base até cerca de 150 cm de altura, avaliando-se altura com fita métrica, diâmetro basal e apical por meio da média cruzada com paquímetro digital.

O volume de madeira foi estimado com a relação: $V = (H/4\pi * C^2) * 0,7$, onde: V = Volume H = Altura comercial C = CAP (circunferência à altura do peito) 0,7 = Fator de Forma – conicidade (HEINSDIJK, 1960) e $\pi = 3,1415$. Verificou-se a aderência dos dados biométricos da tora descascada com a equação de crescimento proposta por Piotto et al. (2009). Os gráficos e análises estatísticas referem-se à mediana com intervalo de confiança 25 - 75% (mínimo-máximo), utilizando-se o software STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004).

2.2.2 Espécies florestais

A altura das espécies florestais foi monitorada aos 119 dap - dias após o plantio (20/03/2012), 392 dap (19/11/2012), 680 dap (03/09/2013) e 833 dap (03/02/2014); a circunferência a altura do solo (CAS), circunferência a altura do peito (CAP) medida a 130 cm acima do nível do solo e o raio da copa (RC), nas duas últimas avaliações. A taxa de crescimento relativo (TCR) foi estimada para a média de cada parâmetro em separado nos intervalos de meses após o plantio, determinando-se a taxa de sobrevivência no final do experimento. A análise refere-se à mediana com intervalo de confiança 25 - 75% (mínimo-máximo) gerados com o software STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004). Em 01/10/2014 as árvores foram podadas computando-se o aporte de fitomassa fresca e seca, convertida para $Mg\ ha^{-1}$ com base em subamostras da parte herbácea e lenhosa, secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante. As espécies agrupadas em famílias botânicas tiveram os nomes científicos e autores atualizados pela base de dados do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (angiospermsdatabase).

2.2.3 Juçara

A juçara foi introduzida no SAF Biodiverso para fundar uma população comercial e fomentar o cultivo comercial da polpa dos frutos na região. As mudas foram adquiridas de agricultores vinculados ao 'Projeto Juçara', de São Luiz do Paraitinga. O açai (*Euterpe oleraceae* e *E. precatória*) não foi empregado em função do cruzamento com a juçara nativa originar plantas inférteis acentuando o potencial de sua extinção no médio prazo.

Avaliou-se o estande, altura da planta e número de folhas abertas viáveis (20/03/2012, 19/11/2012, 03/09/2013, 03/02/2014) e circunferência do colo ao nível do solo (03/09/2013, 03/02/2014). Os dados de crescimento foram avaliados por meio de estatística não paramétrica com o Teste de Kruskal-Wallis e a taxa de crescimento relativa (TCR) foi estimada para a altura entre os intervalos de 9, 10, 15 e 24 meses após o plantio (map).

2.2.4 Bananeira BRS Conquista

A bananeira BRS Conquista foi plantada de mudas micropropagadas obtidas da empresa Multiplanta, com registro no Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA e indexadas para o vírus do mosaico do pepino CMV. Foram recebidas com 30 cm de altura em torrão, transplantadas para sacolas de 14 x 18 x 2 cm com substrato orgânico, plantadas no campo em 20/12/2011 no espaçamento 4 x 3 m (833 plantas ha⁻¹) em berços adubados com 1,0 kg de calcário dolomítico, 150 g de sulfato de potássio e 150 g de termofosfato. Caracterizou-se o padrão das mudas antes do plantio (24/01/2012) e avaliações biométricas em 19/03/2012, 05/11/2012, 26/02/2013 e 26/03/2014, computando-se a altura das plantas, o comprimento e a largura da penúltima folha aberta, com régua graduada; a circunferência a 20 cm acima do solo, com fita métrica descartável; o número de rebentos e de folhas viáveis na colheita; o peso médio do cacho e da penca; o número médio de pencas por cacho e de frutos por cacho; e o rendimento por hectare. Na colheita, avaliaram-se duas plantas das fileiras centrais e uma de cada fileira lateral. Estimou-se o número de mudas de rebento obtidas em três desbrotas (29/10/2012, 21/01/2013 e 10/12/2013) e o aporte de fitomassa fresca de folhas, pseudocaule e brotações; com subamostras secas em estufa a 65 °C até peso constante. Determinou-se o número de dias do plantio à colheita, o intervalo entre dias de colheita e a média ponderada. Os resultados foram convertidos para Mg ha⁻¹ e a produção entre safras analisada para duas amostras pareadas, com o Teste de Wilcoxon.

O controle biológico preventivo da broca-da-bananeira, conhecido popularmente por “moleque” (*Cosmopolites sordidus* Germar, 1924), foi feito com *Beauveria bassiana* (Beauverbio, Agribio/Pesagro-Rio/CEPAO); extraíndo esporos de 100 gramas de arroz infectado deixado de molho em água, diluindo para 20 litros, agitando a solução por 20 minutos (1 kg para 20 litros de água) e acrescentando detergente neutro (uma gota litro⁻¹), coando a calda e pulverizando pela manhã em dias nublados. A adubação anual consistiu de 150 g de sulfato de potássio e 300 g de calcário dolomítico no entorno dos perfilhos.

2.2.5 Mandioca IAC 6-01

Para o plantio da mandioca o solo foi escarificado superficialmente (preparo mínimo a 20 cm) com trator Agrale 4100 Diesel acoplado ao implemento de arrasto com duas hastes, destocando as cepas do eucalipto em decomposição. O plantio (06/11/2011) foi realizado em fileiras duplas (0,8 x 0,8 m) equidistantes 1,1 m do guanandi, recebendo adubação de calcário (2,0 Mg ha⁻¹) e composto orgânico de bagaço de cana e esterco curtidos (60 litros por leira 12 m²), espalhados a lanço e incorporados com enxada. No berço da mandioca aplicou-se 100 g de torta de mamona e 100 g de farinha de ossos; e 50 dap, sulfato de potássio (10 g planta⁻¹). As ramas da mandioca IAC 6-01 foram obtidas do Programa de Produção de Mudanças e Matrizes do IAC/APTA, selecionadas em Pindamonhangaba, no Polo APTA Vale do Paraíba.

Os tratamentos culturais limitaram-se ao coroamento seletivo manual entorno das mandiocas nas duas primeiras capinas, e em área total coincidindo com o plantio dos consórcios no SAF Biodiverso. Na colheita aos oito meses de idade (03/07/2012) amostraram-se 20 plantas das fileiras duplas centrais, desprezando as plantas de cabeceira, computando-se: produções total (PT), descarte de raízes (PDr) e comercial (PCr); aporte total (PTa) da fitomassa de raízes, cepas (maniva-mãe), hastes (plantio) e rama fina (folhas, pecíolos e haste herbácea). O Índice

de colheita (IC%) foi obtido da relação entre a massa fresca de raízes e a massa fresca total da planta, em cada parcela. A produção comercial foi considerada com base nos padrões do CEAGESP, avaliado o descarte de raízes miúdas e defeituosas. Dados biométricos foram aferidos com régua graduada em cinco plantas ao acaso, para altura total até o broto terminal e altura da primeira ramificação.

A análise estatística não paramétrica foi realizada com o Teste Mann-Whitney U, para dois grupos independentes, considerando a hipótese nula de que tanto as distribuições dos grupos quanto as medianas eram iguais, uma vez que não atenderam aos pressupostos de normalidade, com variâncias heterogêneas.

2.2.6 Guandu BRS Mandarin

O feijão guandu BRS Mandarin, oriundo da Fazendinha Agroecológica, foi semeado na linha e entrelinha do guanandi (06/12/2011). Podaram-se os ramos laterais em 29/10/2012, deixando-se pontas de 10 cm de comprimento para possibilitar a rebrota, rebaixando a copa para 150 cm para permitir os tratamentos culturais e a entrada de luz. Em 21/01/2013, foram suprimidos os ramos laterais na base e em 03/07/2013, as plantas foram cortadas, avaliando-se, antes de cada manejo, seis plantas na linha do guanandi. Amostras do tecido vegetal de cada época foram secas em estufa a 65 °C até peso constante, convertendo-se os resultados para Mg ha⁻¹ com base no estande atualizado a cada manejo. Entre 14/08 e 15/09/2012, colheram-se as vagens secas semanalmente. Após secar ao sol até atingir 12% de umidade; determinada com medidor de caneca ajustado para a cultura da soja; estimou-se o rendimento dos grãos em kg ha⁻¹ após a retirada de impurezas. Armazenado em garrafas pet em freezer por 72 h para eliminar os carunchos, a produção comercial foi distribuída em restaurantes de São Paulo, para testes culinários. Parte foi embalada, sendo comercializado em rede de supermercados. A análise do guandu foi feita com a média e o desvio padrão, comparando-se os efeitos das épocas de poda, aporte de fitomassa e a biometria, por meio do Teste de Friedman, para três grupos pareados.

2.2.7 Araruta

- Ciclo agrícola 2012-2013: Em 19/09/2012, a araruta foi introduzida em rotação com a mandioca, por ser nativa e adaptada à sombra (WILKINSON e ELEVITCH, 2000; CLERCK & NEGREROS-CASTILLO, 2000; DUFOUR, 1990). Os rizomas-semente foram obtidos na Fazendinha Agroecológica, em Seropédica, RJ e na Seção de Raízes e Tubérculos do IAC/APTA, em Campinas, SP. O preparo do solo para o plantio consistiu de abertura manual de berços adubados com farinha de ossos (100g planta⁻¹), dispondo os rizomas (18 x 2 cm) na horizontal, adicionando 60 litros de composto por leira de 12 m², cobertos com terra e o *mulch* residual da mandioca, bananeira e guandu. Na primeira capina coroaram-se as plantas manualmente e a seguinte foi em área total, adicionando sulfato de potássio (10 g planta⁻¹) 45 dap. Avaliou-se a biometria em cinco plantas das fileiras centrais. Na colheita manual (03/07/2013), com picareta e enxadão, desprezaram-se as plantas de cabeceira, computando-se o estande, a produção de rizomas e o aporte de fitomassa fresca e seca (folhas e raízes), após a bateção para a retirada do solo aderido. Os dados foram convertidos para Mg ha⁻¹ com base em cinco amostras de cada parcela, secas em estufa a 65 °C até peso constante. A análise não paramétrica foi realizada com o Teste Mann-Whitney U (Wilcoxon rank-sum test), comparando-se dois grupos não pareados e insensíveis aos *outliers* de variações dos blocos; cujos requisitos para aplicação do teste t de Student não foram atendidos; verificando se há tratamento superior com a hipótese de que a distribuição das medianas iguais.

- Ciclo agrícola 2013-2014: No segundo ano subdividiu-se a parcela em faixas fixas,

sendo as parcelas casualizadas com os efeitos dos SAF e na subparcela avaliado o efeito da espontaneidade comparada ao replantio da araruta (23/09/2013) nas fileiras duplas centrais sem adubações. Embora leve à diminuição dos graus de liberdade de variâncias aleatórias (PIMENTEL GOMES, 1990), sacrificar a precisão dos efeitos principais ajuda na precisão da interação dos dois fatores.

Foram realizadas duas capinas no SAF, sendo a primeira seletiva. No SAF Biodiverso houve ataque do ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*) no final do ciclo da araruta. Na colheita (02/07/2014), determinou-se o estande, com base nas plantas das fileiras centrais e fileiras internas laterais, desprezando-se as cabeceiras e bordaduras laterais externas. A biometria foi avaliada em cinco plantas de cada fileira; a fitomassa aérea e os rizomas, nas plantas úteis; convertendo-se os dados para Mg ha⁻¹, sendo cinco amostras de cada parte da planta secas em estufa regulada a 65°C. Por meio não paramétrico com o Teste de Kruskal-Wallis (p<0.05) comparou-se mais de três amostras independentes dentro e entre anos, no caso da araruta replantada, indicando diferenças entre pelo menos dois deles, utilizando-se valores numéricos transformados em postos, agrupados em um só conjunto de dados. A comparação dos grupos foi realizada por meio da média dos postos (posto médio). As análises foram feitas com o software STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004).

O calendário de todas as operações de manejo dos sistemas em terraço fluvial consta no Anexo I-14.

2.2.8 Contribuições dos SAF para a Biologia da Conservação

A contribuição dos sistemas de produção para a Biologia da Conservação das Espécies foi determinada de maneira prática, por meio da contagem dos pontos de dispersão de sementes de guanandi situadas no interior das parcelas experimentais. Determinadas plantas são utilizadas preferencialmente como poleiros naturais por agentes dispersores; que no caso do guanandi são os morcegos. Assim, realizou-se a contagem dos pontos de dispersão de frutos de guanandi despolidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Mandioca IAC 6-01

O preparo mínimo para o plantio da mandioca foi eficiente no controle da braquiária já instalada naturalmente; conservando o solo e prevenindo a erosão ao evitar o revolvimento. O plantio com alta precipitação pluvial associado ao desenvolvimento lento da mandioca nos três primeiros meses, aos amplos espaçamentos praticados no monocultivo e reduzida área foliar no início e no final do ciclo, favorecem a erosão, que pode superar 11 Mg de solo ha⁻¹ ano⁻¹ (MARGOLIS & CAMPOS FILHO, 1981).

A precipitação pluvial elevou-se do primeiro (353 mm) ao segundo trimestre (544 mm), seguido de estiagem de julho a setembro, com temperatura máxima acima de 34 °C, elevando a competição por água, principalmente no SAF Biodiverso.

A mandioca acumulou em média 9,2 Mg ha⁻¹ de fitomassa aérea e 17,7 Mg ha⁻¹ de fitomassa total incluindo as raízes (Tabela II-1). No SAF Biodiverso, o crescimento em altura das plantas foi pouco maior, obtendo-se número de raízes por planta ligeiramente menor, possivelmente, devido a maior competição interespecífica. O aumento do número de raízes por planta ocorre nas menores densidades (AGUIAR, 2011).

Tabela II-1: Diferenças no desempenho da mandioca IAC 6-01 em SAF Simples e SAF Biodiverso, com o Teste de Mann-Whitney (Pindamonhangaba, SP - 2011)

Avaliações	(1) SAF Simples	Desvio	(2) SAF Biodiverso	Desvio	(1) – (2)	p<0.05
Estande final	5408	±463	5979	±326	-571	0.0222
Nº hastes/planta	3,03	±0,66	2,55	±0,57	0,48	0.2046
Altura final/cm	255,47	±15,57	270,59	±20,56	-15,13	0.2268
Nº raízes/planta	8,82	±2,56	7,27	±1,76	1,55	0.2936
Rendimento(%)	74,03	±7,40	67,60	±4,50	6,42	0.0742
IC (%)	47,34	±2,09	42,47	±2,85	4,86	0.0046
		Massa fresca (Mg ha ⁻¹)				
Produção total	8,29	±1,62	6,91	±1,68	1,38	0.1152
Prod. comercial	6,86	±1,39	5,56	±1,55	1,31	0.0929
Raízes descarte	1,43	±0,44	1,36	±0,29	0,07	0.9581
Rama fina	3,07	±0,62	2,80	±0,62	0,27	0.5286
Hastes	6,15	±1,40	6,47	±1,45	-0,32	0.6742
Parte aérea	9,22	±1,84	9,28	±1,81	-0,06	0.9164
Cepa	1,60	±0,37	1,48	±0,32	0,13	0.4008
		Massa seca (Mg ha ⁻¹)				
Rama fina	0,77	±0,25	0,73	±0,18	0,04	0.8336
Hastes	0,45	±0,35	0,45	±0,33	0,45	0.7527
Parte aérea	2,27	±0,45	2,29	±0,45	-0,01	0.9164
Cepa	0,54	±0,13	0,59	±0,23	-0,04	0.8336

A mandioca IAC 6-01 apresentou o IC superior no SAF Simples (47,3%) (Tabela II-1), e produção comercial de 6,2 Mg ha⁻¹. Em Pindamonhangaba, a IAC 6-01 produziu entre 17,5 Mg ha⁻¹ de raízes comerciais no espaçamento 1,0 x 0,8 m (CASTRO et al., 2009) e 20 Mg ha⁻¹ de raízes, aos 10 meses de idade, com 73% de rendimento em sistema agroecológico,

associando-a ao feijão de porco e à mucuna anã para adubação verde (DEVIDE e CASTRO, 2010). As leguminosas conservam o solo e ainda favorecem os fungos micorrízicos benéficos (SOUZA et al., 1999).

Nos SAF, a mandioca IAC 6-01 produziu em média oito raízes por planta e 1,4 Mg ha⁻¹ de descarte. Amostras de raízes foram distribuídas nos restaurantes paulistas, obtendo-se pratos finos com raízes miúdas; consideradas normalmente como descarte; e também raízes grossas, validando sua qualidade. A *chef* Helena Rizzo (Restaurante Maní) descreveu *...cocção conforme o tamanho da raiz, de 15 a 20 minutos em água fervente... textura macia, poucas fibras... nenhuma ficou dura. Cor amarela, sabor suave com notas terrosas e herbáceas com pequena diferença da mandioca convencional. Depois de colhida, durou uma semana na geladeira e após cozida, uns quatro dias. Para purê é ótima, textura cremosa e macia, mas é preciso retirar o "pavio". Para chips, ficaram sequinhos e crocantes fritos em óleo de girassol a 175 °C*" (RIZZO, 2012 - comunicação pessoal; FAPESP, 2013).

José Luiz da Costa Porto (Oficina das Delícias) relatou *...tempo de cozimento de 15 a 20 minutos depende da espessura da raiz. Após a cocção, fibras centrais (pavio) retiradas com facilidade e o preparo de purê mais fácil que as convencionais. Coloração bem amarela, textura cremosa, deliciosa, aroma muito bom de "mandioca" com sabor excelente. Excelente frita, purê muito saboroso e aveludado; com ele fiz um pão, que além de macio ficou com um tom lindo amarelinho. A destaque para pães, chips e massas. Sugere o „nome de batismo“: Mandioca Ouro. No preparo industrial de gnocchi de mandioca: ~~uniformidade de tamanho e o formato das raízes ideais para maquinários para o beneficiamento em larga escala... amarelo intenso de batata baroa, houve um ganho de peso de 43,3% após o pré-cozimento~~ (amido de alta atividade), sendo possível substituir a farinha de trigo por fécula de mandioca, de arroz ou amido de milho"* (PORTO, 2012 – comunicação pessoal).

A qualidade sensorial da mandioca de mesa está relacionada à fertilidade dos solos, que devem ser estruturados, drenados e ricos em matéria orgânica, com colheita precoce (7 a 12 meses) (LORENZI, 2003); ao passo que o cozimento insatisfatório se associa aos teores de Ca e Mg do solo, enquanto que as raízes que cozinham bem apresentam maiores concentrações de P, K, Mn, Zn e Cu (VALLE et al, 2009). No Vale do Paraíba, o cultivo da mandioca geralmente é feito sem adubações, após aração e gradagem em terraços e morros. A mandioca IAC 6-01 foi selecionada do Programa de Melhoramento do IAC no Polo Vale do Paraíba APTA/SAA exclusivamente para o manejo orgânico (CASTRO al., 2009), razão da escolha como carrochefe do primeiro ano.

O aporte de fitomassa aérea obtido (média de 9,2 Mg ha⁻¹); incluindo rama fina (3 Mg ha⁻¹), hastes (6,3 Mg ha⁻¹) e cepas (1,5 Mg ha⁻¹); cobriu o solo. Como cerca de 20% de hastes são replantadas, restam de 30% a 50% da fitomassa de alto valor nutricional (VALLE et al., 2007) para uso na dieta de animais - folhagem e a raiz fresca, feno da folhagem triturada, raspa integral, farinha integral (pedaços de raízes secos ao sol) e silagem (mandioca triturada e ensilada) (ALMEIDA e FERREIRA FILHO, 2005). A parte aérea, com maior quantidade de fibras, é indicada para ruminantes e as raízes para os monogástricos (LORENZI, 2003), substituindo total ou parcialmente o milho; as ramas são ricas em proteínas, vitaminas, beta-caroteno e quantidade razoável dos minerais: Fe, Zn e Cu (SAMPAIO et al., 1994).

O aporte de resíduos com diferentes níveis de resistência à decomposição ajuda a manter os níveis de matéria orgânica do solo, liberando os nutrientes de maneira contínua no tempo. O cultivo da mandioca em SAF gera renda e resíduos com diversas aplicações.

3.2 Guandu BRS Mandarin

O guandu, plantado em 06/12/2011, beneficiou-se inicialmente com as chuvas; que declinaram a 56,6 mm antes da primeira poda, realizada com temperatura elevada (33 °C) e

mínima baixa (10,3 °C); possivelmente, favorecendo o crescimento radicular, pois, reduzindo a condutância estomática o guandu mantém o status hídrico aprofundando as raízes (SEKIYA e ARAKI, 2013; KHOURY, 2015).

O guandu e a mandioca desenvolveram-se simultaneamente no SAF Biodiverso, cobrindo o solo. A poda do guandu aumentou a entrada de luz e aportou fitomassa para as espécies consortes. A altura, como era de se esperar, foi influenciada pela poda, não diferindo o aporte de fitomassa fresca e seca e o estande final, no tempo (Tabela II-2).

Tabela II-2: Comparações do guandu em três épocas no SAF Biodiverso, com o Teste de Friedman (Pindamonhangaba, SP - 2013)

Época	Altura	Estande	MF PA	MS PA
30/10/2012	Não	Não	Não	Não
21/01/2013	Não	Não	Não	Não
03/07/2013	Sim	Não	Não	Não
P-valor	0,001	0,097	0,417	0,072

Na primeira poda, realizada com facão, cortou-se os ramos da saia (esqueletamento) para facilitar os tratos culturais, rebaixando a copa (decote) a 150 cm de altura, com tesoura de poda; pois, a altura suplantava as plantas de mandioca, entremeando-se ao dossel do guanandi (Tabela II-3). A vigorosa rebrota lateral após o decote demandou uma segunda poda, suprimindo, então, os ramos laterais com tesoura de poda (toalete do esqueletamento), rebaixando a copa novamente.

Tabela II-3: Biometria de guandu no SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP - 2013)

Análise	Poda 29/10/2012		Corte 30/7/2013	
	Altura	Altura da copa	Altura	Altura da copa
	----- cm -----			
Média	279,48	101,08	304,50	100,38
Desvio	±18,041	±2,957	±7,616	±12,409

Nas duas primeiras podas obteve-se a média de 2,74 Mg ha⁻¹ de matéria fresca, havendo um decréscimo para 2,22 Mg ha⁻¹ na terceira poda, em razão da seca (Tabela II-4). A precipitação acumulada entre as duas primeiras podas (29/10/2012 e 21/01/2013) foi de 130 mm com temperatura máxima de 34,8 °C e precipitação pluvial dos meses de janeiro a fevereiro abaixo de 10 mm. A partir desse período até o corte do guandu (03/07/2013) choveu apenas 200 mm em um intervalo de cinco meses (40 mm mês⁻¹), com temperaturas elevadas.

Tabela II-4: Acúmulo de fitomassa do guandu em três épocas de poda, em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2013)

Análise	MF PA			Total	MS PA			Total
	30/10/12	21/01/13	03/07/13		30/10/12	21/01/13	03/07/13	
	----- Mg ha ⁻¹ -----							
Média	2,79	2,68	2,22	7,69	1,55	0,88	1,02	3,45
Desvio	±1,133	±0,425	±0,829	±0,847	±0,746	±0,149	±0,369	±0,552

O aporte de fitomassa fresca total foi da ordem de 7,69 Mg ha⁻¹ de rama fina (Tabela

II-4) e 1,30 Mg ha⁻¹ de lenha, vindo o guandu a florir no mês de maio, colhendo-se as vagens secas a partir de setembro/2012, obtendo-se um rendimento de 210 kg ha⁻¹ de grãos (Tabela II-5) com um estande médio de 3.344 plantas ha⁻¹ (88% do estande inicial).

A estiagem prolongada, a redução do fotoperíodo, o ataque de mosca branca (*Bemisia* sp.) e a ocorrência de fungos foliares levaram à desfolha das plantas e ao aborto floral. Cortado rente ao solo em 03/07/2013, após a colheita da mandioca, a matéria lenhosa foi picada com 40 cm de comprimento, sendo disposta rente ao solo e a parte aérea colocada por cima, no entorno das palmeiras juçara.

Tabela II-5: Rendimento do guandu no SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP - 2012)

Análise	Grãos	Lenha
	MS	MF
	kg ha ⁻¹	Mg ha ⁻¹
Média	210,36	1,30
Desvio	±48,938	±0,427

O guandu reciclou nutrientes de camadas profundas, adicionando matéria orgânica rica em nitrogênio em superfície, favorecendo à decomposição dos resíduos lenhosos lignificados (ex.: cepa de mandioca). Aportou, também, uma parcela de resíduos em profundidade, que não foram computados, via decomposição do sistema radicular. Em Campinas, SP, o guandu acumulou 6.185 kg ha⁻¹ de fitomassa de raízes frescas em terra roxa, sendo que 91% se situou nos primeiros 30 cm de profundidade e o restante atingiu até 295 cm, aos dois anos de idade (INFORZATO, 1947).

O guandu ativa a biota do solo por meio da fixação biológica do nitrogênio e micorrização (MARTINS et al., 2011), beneficiando as consortes dependentes por micorrizas, tais como a mandioca, a araruta, a bananeira e o próprio guanandi.

3.3 Araruta

– Ciclo 2012-2013: O clima favorável ao crescimento inicial da araruta (86% da precipitação em 10 meses após o plantio e temperatura máxima de 33,6 °C) modificou-se com a escassez hídrica na colheita (03/07/2013). Conforme esperado, a araruta adaptou-se ao ambiente agroflorestal (NEVES, 2014), mas, com desempenho superior no SAF Simples (Tabela II-6), com plantas alongadas, número folhas e brotações por planta, produção de rizomas e índice de colheita de 34%.

Tabela II-6: Desempenho da araruta no SAF Simples e SAF Biodiverso com o Teste de Mann-Whitney U (p<0.05) (Pindamonhangaba, SP- 2013)

Análises	Unidade	SAF Simples		SAF Biodiverso		p<0.05
		Média	Desvio	Média	Desvio	
Nº folhas	planta ⁻¹	63,25	±10,66	23,25	±6,80	0,0008
Altura final	cm	148,1	±10,99	127,9	±17,22	0,0117
Nº brotações	planta ⁻¹	6,44	±1,08	3,38	±0,65	0,0007
Nº rizomas	planta ⁻¹	11,86	±1,69	3,84	±1,47	0,0008
Mf Produção	Mg ha ⁻¹	7,61	±1,53	1,92	±0,74	0,0008
Mf Resíduos	Mg ha ⁻¹	15,03	±2,37	4,54	±1,22	0,0008
Ms Produção	Mg ha ⁻¹	2,44	±0,49	0,61	±0,24	0,0008
Ms Resíduos	Mg ha ⁻¹	3,19	±0,50	0,97	±0,26	0,0008

Com uma baixa densidade de plantio (11.111 plantas ha⁻¹); em virtude das associações nos SAF; a produção de 7,6 Mg ha⁻¹ de rizomas no SAF Simples pode ser considerada satisfatória. Com uma população de 99.000 plantas ha⁻¹ usualmente empregada em monocultivo obtém-se a produção média entre 14 e 23 Mg ha⁻¹ (ZÁRATE e VIEIRA, 2005). A maior densidade de espécies no SAF Biodiverso, provavelmente, restringiu mais a fotossíntese da araruta, que vegetou continuamente, emitindo novas brotações e acumulando elevada fitomassa de folhas. Porém, o crescimento exuberante pode indicar que as plantas interromperam a maturação dos rizomas, canalizando os fotoassimilados para a parte aérea. Embora a planta inteira seja autotrófica, seus órgãos dependem uns dos outros para obter-se nutrientes e fotoassimilados (ZÁRATE e VIEIRA, 2005).

A fitomassa fresca de 15 Mg ha⁻¹ obtida no SAF Simples cobriu o solo nas entrelinhas do guanandi, abafando a vegetação espontânea até o início do novo ciclo de cultivo; enquanto no SAF Biodiverso (4,5 Mg ha⁻¹) foi concentrada no entorno da palmeira juçara. Para agregar renda na nutrição animal, a parte aérea pode ser fenada, pois, incrementa a postura e a eclosão de ovos em aves, sendo o esterco um excelente co-produto para adubação da lavoura (SILVA e CAVALCANTI, 2015).

O amido da araruta possui propriedades funcionais (GRADADOS et al., 2014); fonte de inulina (45% em base seca) para a indústria de alimentos (ROSSI et al., 2011), os extratos dos rizomas são imunoestimulantes (KUMALASARI et al., 2012), atuando seletivamente nas bactérias intestinais, modulando a produção de anticorpos e favorecendo o sistema imunossupressor (SEIFERT e WATZL, 2007). O incentivo à produção da araruta atende aos novos mercados que buscam alimentos mais saudáveis.

- Ciclo 2013-2014: O segundo ciclo de produção (23/09/2013 - 02/07/2014) foi conduzido na maior estiagem dos últimos 80 anos do Vale do Paraíba. Da época do plantio ao mês de março/2014, precipitou 70% das chuvas (apenas 318 mm) e mais 136 mm até a época da colheita, com temperaturas médias máxima (35,7 °C) e mínima (12,5 °C) mais elevadas (Tabela II-7). Assim, o desempenho da araruta replantada e espontânea foi similar nos SAF.

Tabela II-7: Diferenças da araruta replantada e espontânea no SAF Simples e SAF Biodiverso com o Teste de Kruskal-Wallis (p<0.05) (Pindamonhangaba, SP – 2014)

Tratamentos	Altura	Nbrot	Nrizpl	ProdMF	ResMF	ProdMS	ResMS
1_1 - 1_2	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
1_1 - 2_1	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
1_1 - 2_2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
1_2 - 2_1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
1_2 - 2_2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
2_1 - 2_2	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
p<0.05	3,2E-05	8,6E-05	0,00	4,1E-05	3,0E-05	41E-05	3,24E-05

Legenda: Trat 1_1= SAF Simples replantada; Trat 1_2 = SAF Simples espontânea; Trat 2_1 = SAF Biodiverso replantada e Trat 2_2 = SAF Biodiverso espontânea.

O estresse hídrico e térmico resultou na baixa produção de rizomas (2,5 Mg ha⁻¹) e de fitomassa (4 Mg ha⁻¹); obtendo-se um IC superior no SAF Simples, relativamente equilibrado de 44% (Tabela II-8).

Tabela II-8: Desempenho de araruta nos tratamentos SAF Simples e SAF Biodiverso com o Teste de Mann-Whitney U ($p < 0.05$) (Pindamonhangaba, SP- 2014)

Variável	Unidade	SAF Simples		SAF Biodiverso		p<0.05
		Média	Desvio	Média	Desvio	
Nº folhas	planta ⁻¹	45,00	±8,42	22,00	±3,33	0.46093
Altura final	cm	127,69	±3,06	94,72	±10,35	0.00078
Nº brotações	planta ⁻¹	5,16	±1,10	3,34	±0,69	0.00078
Nº rizomas	planta ⁻¹	7,38	±1,85	4,13	±0,99	0.00229
MF Produção	Mg ha ⁻¹	2,51	±1,09	0,56	±0,18	0.00345
MF Resíduos	Mg ha ⁻¹	4,01	±1,21	0,99	±0,24	0.00078
MS Produção	Mg ha ⁻¹	0,90	±0,39	0,20	±0,06	0.00078
MS Resíduos	Mg ha ⁻¹	0,79	±0,24	0,20	±0,05	0.00078

Ao final do ciclo, no SAF Simples, a araruta chegou a 128 cm de altura, com cinco brotações e sete rizomas por planta, ao passo que no SAF Biodiverso foi intenso o ataque do ácaro branco. Apesar do baixo desempenho comercial, a araruta espontânea (que não foi replantada) recolonizou o sub-bosque dos SAF, competindo com a braquiária. Apresenta a vantagem ambiental e econômica por se tratar de planta nativa, podendo gerar renda em um modelo extrativista que dispensa o preparo do solo em áreas de proteção permanente. Reintroduzir a araruta estimula o resgate de valores históricos ligados à cultura alimentar indígena e incrementa a biodiversidade.

3.4 Bananeira BRS Conquista

A bananeira BRS Conquista produziu no primeiro ano 25 kg de cachos e no segundo, 30 kg de cachos; representando um incremento de 5,0 Mg ha⁻¹ na produtividade (25,54 Mg ha⁻¹), plantada na densidade de 833 plantas ha⁻¹ e em consórcio com 1666 árvores de guanandi ha⁻¹, sob forte estiagem (Tabela II-9). Na Amazônia a produtividade obtida com a mesma cultivar em monocultivo e sem restrição hídrica foi de 48 Mg ha⁻¹, com cachos de 28 kg para uma população de 1666 plantas ha⁻¹ (PEREIRA & GASPAROTTO, 2008).

Tabela II-9: Desempenho produtivo de bananeira BRS Conquista no SAF Biodiverso em duas safras com o Teste de Wilcoxon ($p < 0.05$) (n=32 plantas) (Pindamonhangaba, SP - 2014)

Avaliações	Unidade	Safrá 2013		Safrá 2014		W
		Média	Desvio	Média	Desvio	
Peso do cacho	kg pl ⁻¹	24,68	±4,56	30,44	±7,59	0,0012
Nº pencas	planta ⁻¹	13,31	±1,28	15,06	±2,90	0,0030
Nº frutos	penca ⁻¹	224,78	±27,55	243,09	±53,91	0,0669
Prod. cacho	Mg ha ⁻¹	20,56	±3,80	25,35	±6,32	0,0012
MF folhas	Mg ha ⁻¹	8,28	±2,24	7,75	±3,36	0,4774
MF pseudocaule	Mg ha ⁻¹	39,36	±6,73	53,24	±17,63	0,0007
MS folhas	Mg ha ⁻¹	2,41	±0,65	2,26	±0,98	0,4774
MS pseudocaule	Mg ha ⁻¹	2,94	±0,50	3,98	±1,32	0,0007

Os números de pencas e de frutos por penca (Tabela II-9) incrementaram no segundo ano: 15 pencas e 243 frutos por cacho. Pereira & Gasparotto (2008) relataram a obtenção de 326 frutos com uma média de 13 pencas por cacho, na ausência de seca.

A bananeira BRS Conquista aportou 39,4 Mg ha⁻¹ de fitomassa fresca no primeiro ano e 53,2 Mg ha⁻¹ no segundo, equivalendo, respectivamente, a 8,3 Mg ha⁻¹ e 7,8 Mg ha⁻¹ de folhas. O pseudocaule picado em toletes de 40 cm de comprimento foi aberto na forma de telhas e acamado no entorno da juçara, recebendo por cima as folhas, mantendo o solo coberto, favorecendo a palmácea, que demanda solos úmidos e ricos em matéria orgânica.

A ampla área foliar, o aporte de resíduos e a reciclagem de nutrientes; principalmente o potássio; principal constituinte da seiva do pseudocaule; foram relevantes para o equilíbrio do SAF Biodiverso, pois, ativa e incrementa a biomassa microbiana e a respiração edáfica na camada superficial, reduz o pH em sub-superfície e baixa a taxa fotossintética, a condutância estomática e a transpiração das culturas que recebem e se beneficiam dos resíduos ricos em potássio (SEVERINO, 2011). Com base na diferença da fitomassa fresca e seca, estima-se ter sido adicionado 49,8 Mg ha⁻¹ de seiva no primeiro ano e 63,7 Mg ha⁻¹, no segundo. Não se computou os resíduos da retirada das folhas secas, amareladas e dobradas no pecíolo; que não contribuem fisiologicamente para a bananeira, mas, que representa um trato cultural importante para manutenção da sanidade do bananal; ajudando na cobertura do solo.

Tabela II-10: Caracterização das operações de desbrota da bananeira BRS Conquista em dois ciclos vegetativos em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2013)

Épocas (dap)	Nº brotos planta ⁻¹		Nº brotos ha ⁻¹		MF Mg ha ⁻¹		MS Mg ha ⁻¹	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
2012	4,10	±0,72	3419	±597	9,53	±3,44	0,43	±0,14
2012	4,53	±1,18	3775	±979	4,18	±0,81	0,52	±0,20
2013	5,06	±0,94	4217	±784	14,43	±6,91	0,94	±0,45
2013	3,91	±1,18	3254	±982	8,23	±6,66	0,53	±0,43
Média	4,40	1,00	3666	836	9,09	4,46	0,60	0,31
Desvio	±0,444	±0,191	±369	±159	±3,658	±2,513	±0,196	±0,137

Para garantia da qualidade dos frutos na colheita escorou-se os cachos com duas varas de bambu, espetadas no local do lançamento, sustentando-os; eliminou-se a inflorescência masculina após a abertura da última penca, cortando-se com foice o "coração"; desbaste dos perfilhos, selecionando o mais bem localizado e vigoroso, melhorando a entrada de luz e mantendo a densidade do bananal para facilitar os tratamentos culturais. A escolha da brotação levou em consideração vigor e não a altura, cortando-se as plantas variantes de porte mais alto (LICHTEMBERG e LICHTEMBERG, 2011). No manejo da touceira mãe-filha-neta, com dois desbastes ao ano, de quatro brotações em média por planta, obteve-se mais de 5 Mg ha⁻¹ de fitomassa fresca, computando-se em média 3666 filhotes ha⁻¹, passíveis de uso para a expansão do SAF Biodiverso (Tabela II-10).

Analisando os intervalos de confiança do crescimento da bananeira, aos 90 dap as plantas alongaram em busca da luz - 170 cm de altura, 95 cm até a inserção das folhas e apenas 16 cm de circunferência do pseudocaule ao nível do solo -; plástica, superou 400 cm de altura total e circunferência de 56 cm após a colheita da mandioca (Tabela II-11), com incremento das variáveis no segundo ciclo (Figura II-4); com exceção para folhas vivas (Tabela II-11); chegando a 650 cm de altura e 92 cm de circunferência ao nível do solo. O diâmetro do pseudocaule se relaciona ao vigor das plantas para sustentar o cacho e a quantidade e a manutenção das folhas garante o enchimento dos frutos; já que não há emissão de folhas após a floração (RODRIGUES et al., 2006). A CAS é a variável que melhor define o crescimento da bananeira; na fase inicial as mudas sombreadas pela mandioca até os 101 dap

revelaram baixos valores e na rotação com araruta, a CAS incrementou, mas o comprimento das folhas reduziu na estiagem.

Tabela II-11: Desenvolvimento da bananeira BRS Conquista em SAF Biodiverso no intervalo de confiança de cinco épocas (dap) (média ± erro-padrão) (Pindamonhangaba, SP – 2014)

Avaliação	24/01/12 (0)		19/03/12 (90)		29/10/12 (314)		26/02/13 (433)		26/03/14 (827)	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
H	53,9	±2,6	169,7	±15,7	421,4	±51,9	608,1	±25,9	653,8	±46,3
HF	16,4	±1,5	94,8	±10,3	168,8	±9,1	211,8	±22,9	357,8	±28,2
CAS	7,3	±0,4	16,1	±2,1	55,7	±7,2	80,6	±6,4	92,0	±10,6
NºFolhas	4,0	±0,0	6,6	±1,2	10,0	±1,3	14,3	±0,8	10,8	±1,3
L folha	14,9	±0,9	33,0	±3,4	82,1	±12,6	75,8	±3,0	72,3	±4,9
C folha	28,5	±3,6	70,4	±7,4	168,8	±16,9	263,9	±6,5	260,6	±5,8

Aos 685 dap a altura total da bananeira se sobrepôs ao dossel do guanandi. O incremento de produtividade pode ocorrer com o aumento de luminosidade interceptada pelas folhas (TURNER et al., 2007). A altura de inserção das folhas no pseudocaule; estimada em função da influência no estrato inferior; elevou-se por causa da senescência precoce na escassez hídrica. Ainda assim, a bananeira incrementou o rendimento chegando ao final do primeiro ciclo com 14 folhas vivas, declinando para 11 no segundo. Bananeiras são sensíveis ao déficit hídrico; limitam a expansão das folhas e o crescimento dos frutos. Com o solo secando os estômatos se fecham, mas, as folhas se mantêm hidratadas pela pressão radicular.

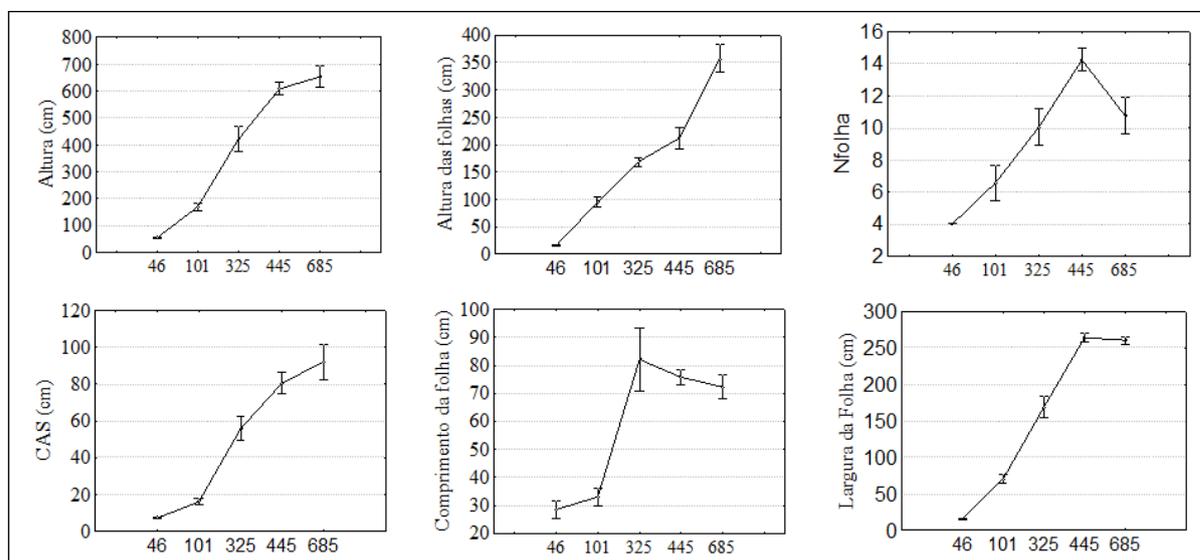


Figura II-4: Caracterização gráfica do crescimento da bananeira em função de dias após o plantio no SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP - 2014)

A colheita do primeiro cacho foi concentrada entre 11/07/2013 e 18/12/2013, e do segundo, estendeu-se de 10/01/2014 a 04/09/2014. O intervalo de dias até a colheita prolongou-se na primeira safra dos 569 aos 729 dap, com média ponderada aos 631 dap, sendo que 31% dos cachos foram obtidos aos 633 dap. Na segunda safra, o intervalo estendeu-se dos 752 aos 989 dap, com média aos 912 dap, sendo 25% dos cachos obtidos aos

989 dap (Figura II-5). A duração do ciclo vegetativo é importante na genética da bananeira, pois, reflete a precocidade e visa ciclos sucessivos em menor espaço de tempo, aumentando a produtividade (SILVA et al., 2000). A redução do número de dias até a emissão do cacho antecipa o retorno do investimento aplicado (SANTOS et al., 2006).

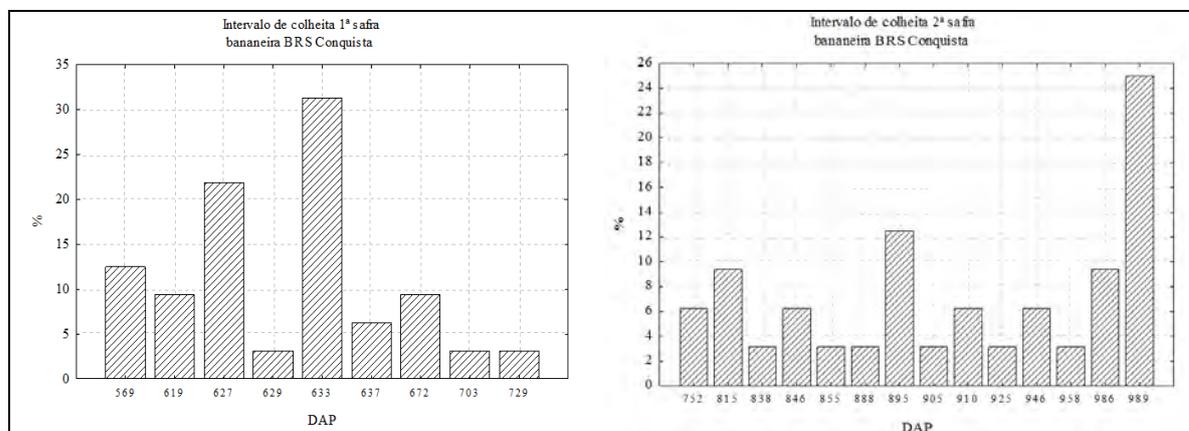


Figura II-5: Intervalo de dias após o plantio, dentro e entre as safras da BRS Conquista consorciada com o guanandi em SAF Biodiverso, Pindamonhangaba, SP (2014).

A biodiversidade no SAF Biodiverso manteve o ambiente mais estável e a bananeira em associação também se beneficiou, pois, é cultura dependente da micorrização (DECLERK et al., 1995; MELO et al., 1997), certamente, estimulada pela mandioca, guandu e araruta.

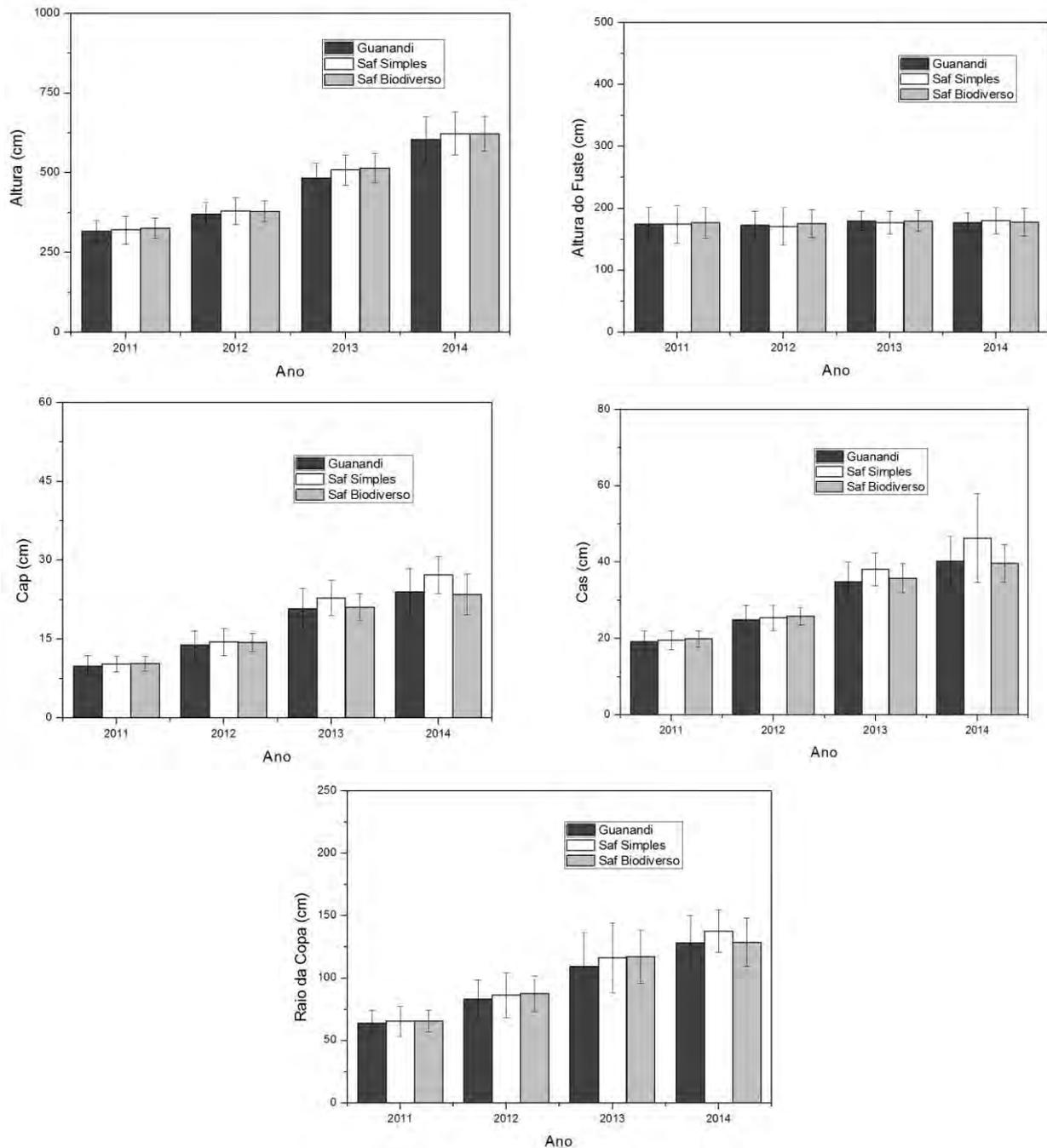
3.5 Guanandi

Enquanto as operações nos SAF foram direcionadas ao cultivo dos consórcios, o monocultivo do guanandi demandou duas roçadas ao ano e repasses à enxada no entorno das árvores, para controlar a braquiária e espécies trepadeiras das famílias Convolvulaceae e Fabaceae. Os consórcios não prejudicaram o crescimento do guanandi (Tabelas II-12 e II-13).

Tabela II-12: Diferenças biométricas do guanandi em terraço fluvial com o Teste de Kuskal-Wallis ($p < 0.05$) (Pindamonhangaba, SP)

Avaliações	2011	2012	2013	2014
Altura	0,7705	0,9254	0,1831	0,7845
Altura da copa	0,8780	0,8672	0,8104	0,9329
CAP	0,9254	0,7965	0,2949	0,0333
CAS	0,4694	0,5483	0,1074	0,0999
Raio da copa	0,9202	0,7283	0,4317	0,0999

Todas as variáveis apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variâncias para blocos e tratamentos, dentro de cada ano. Os SAF apresentaram tendência de contribuição para o crescimento do guanandi; que atingiu a CAP significativamente superior no ano de 2014. Os efeitos dos tratamentos na altura do guanandi e do fuste, CAP, CAS e raio da copa estão representados por meio de gráficos com barras e desvio padrão (Figuras II-6).



Figuras II-6: Altura total, altura da copa, CAS, CAP e raio da copa de guanandi em monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP - 2011 a 2014).

As tendências de diferenças no crescimento do guanandi entre os sistemas; como ocorreu com a CAS; indicam possíveis favorecimentos dos SAF. Para amplificar essas diferenças deve ser contínuo o manejo agroflorestal, para que incremente o aporte de resíduos orgânicos e a reciclagem de nutrientes, possibilitando a entrada de luz para o dossel inferior.

Tabela II-13: Biometria de guanandi em monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP)

Análises	Ano	Guanandi		SAF Simples		SAF Biodiverso	
		Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
H	2011 ¹	316,8	±28,1	320,6	±37,8	326,2	±18,4
	2012 ²	370,2	±28,9	379,7	±34,2	379,6	±9,0
	2013 ³	483,4	±34,1	509,3	±36,3	514,0	±16,0
	2014 ⁴	604,2	±52,4	623,1	±44,8	622,8	±27,8
Hc	2011	174,8	±18,6	174,4	±27,7	176,7	±20,0
	2012	172,7	±15,4	170,9	±25,7	175,4	±18,1
	2013	180,0	±8,5	177,2	±15,3	179,6	±13,3
	2014	177,1	±7,7	180,0	±15,9	178,0	±9,3
CAP	2011	9,9	±1,5	10,3	±1,2	10,3	±0,4
	2012	13,9	±2,2	14,4	±2,2	14,4	±0,8
	2013	20,7	±3,0	22,9	±2,9	21,1	±1,5
	2014	24,0	±3,2	27,2	±2,8	23,5	±2,6
CAS	2011	19,1	±2,0	19,5	±1,9	19,9	±0,7
	2012	25,0	±2,7	25,5	±2,9	25,9	±1,3
	2013	34,9	±3,7	38,1	±3,6	35,9	±2,1
	2014	40,3	±4,8	46,3	±3,7	39,8	±3,2
Rcopa	2011	64,1	±5,6	65,5	±6,7	65,8	±5,9
	2012	83,0	±10,7	86,3	±13,1	87,7	±6,2
	2013	109,3	±15,8	116,3	±24,1	117,1	±11,1
	2014	128,1	±11,5	137,8	±13,5	128,8	±9,4

¹23/09/2011, ²28/02/2012, ³22/05/2013 e ⁴16/06/2014.

O crescimento mensal do guanandi foi da ordem de 2,8% ao longo de 27 meses de experimentação, sendo 3,93% para a CAP e 2,88% para a CAS. Observam-se maiores incrementos nos intervalos (3) e (2), no período entre 28/12/2012 e 01/05/2013; e (3) e (4), até 16/06/2014 (Tabela II-14), sendo concentrado na primavera-verão (setembro-fevereiro); época que concentra a precipitação pluvial com temperaturas elevadas e amplitude térmica baixa; passando ao repouso vegetativo no outono-inverno (março-agosto), época mais seca e com baixas temperaturas noturnas.

O manejo de SAF em APP consolidou a estabilidade de taludes fluviais, reforçou a recarga hídrica, conectando fragmentos florestais em um corredor ecológico; gerando renda com culturas agrícolas, tornando o empreendimento mais atrativo no ponto de vista econômico.

Na poda de qualidade do guanandi (desrama); preconizada a partir do 4º ano no cultivo de teca (*Tecona grandis*); eliminando os ramos inferiores. O número de brotações e a contribuição de fitomassa fresca e seca não diferiram entre os sistemas (Tabelas II-15 e II-16).

Previamente ao desbaste; para redução da competição por luz e eliminação das árvores defeituosas; estimou-se a sobrevivência do guanandi. O raleio normalmente é feito quando as árvores atingem 10 m de altura; o que, no espaçamento 3 x 2 m, deve ocorrer antes dos 12 anos (ano 2020); sendo que a última operação deve ser realizada entre 18 e 20 anos, com colheita esperada aos 20 anos (2028). No primeiro desbaste, reduziu-se a densidade em 30%, restando cerca de 1100 árvores ha⁻¹. No segundo corte pré-comercial 500 árvores deverão ser abatidas, finalizando com 500 árvores úteis ha⁻¹ com diâmetro basal do tronco de no mínimo 30 cm.

Tabela II-14: Taxa de crescimento relativo (TCR) do guanandi em terraço em função dos intervalos entre avaliações em Pindamonhangaba, SP (2011 - 2014)

Avaliações	Sistemas	Intervalo entre avaliações (meses)			
		(2) - (1) 15	(3) - (2) 7	(4) - (3) 5	(4) - (1) 27
H	Monocultivo	2,79	13,65	20,00	2,06
	SAF Simples	2,90	14,16	19,47	2,20
	SAF Biodiverso	2,76	14,34	19,23	2,07
CAP	Monocultivo	4,36	16,27	18,19	3,98
	SAF Simples	4,32	17,72	18,76	4,78
	SAF Biodiverso	4,32	15,93	17,27	3,45
CAS	Monocultivo	3,73	14,94	18,09	2,81
	SAF Simples	3,72	16,34	19,30	3,79
	SAF Biodiverso	3,68	14,80	17,17	2,41
Rcopa	Monocultivo	3,63	13,81	18,44	2,40
	SAF Simples	3,78	14,25	18,70	2,79
	SAF Biodiverso	3,89	14,07	17,00	2,25

Tabela II-15: Análise da similaridade do número de brotações do guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2011)

Análise	G.L.	2011		2012	
		Quadrado Médio	P-valor	Quadrado Médio	P-valor
Bloco	7	0,0281	0,5486	0,1385	0,1305
Trat	2	0,0091	0,7567	0,0672	0,4057
Resíduos	14	0,0321		0,0698	

* Número de brotações transformado: $\log(x-1)$.

Tabela II-16: Similaridade para massa fresca e seca da desrama do guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2011)

Análise	G.L.	2011		2012	
		Quadrado Médio	P-valor	Quadrado Médio	P-valor
Bloco	7	0,0281	0,5486	0,0191	0,5154
Trat	2	0,0091	0,7567	0,0050	0,7882
Resíduos	14	0,0321		0,0205	

*Dados transformados: $\log(x+1)$.

Na estimativa do aporte de resíduos (folhas, galhos, lenha e madeira), verificou-se a aderência das variáveis biométricas das árvores abatidas à equação sugerida por Piotto et al. (2009): $\ln Y = a + b \ln(\text{dbh})$, para o ajuste alométrico do crescimento. Como a operação de desbaste focou árvores tortas e ramificadas, a matriz de correlação entre CAP e CAS com a massa resultou em valores de r muito baixos (0.49; 0.27) (Tabelas II-17 e II-18).

Tabela II-17: Matriz de correlação Pearson das variáveis biométricas da madeira do guanandi sem casca após o corte (Pindamonhangaba, SP - 2015)

	Cbasal	Cmeio	Ctop	Cap	Cas	m (kg)
Cbasal	1	0,8607	0,7697	0,7204	0,6093	0,6570
Cmeio	0,8607	1	0,9413	0,7971	0,6551	0,7150
Ctop	0,7697	0,9413	1	0,7539	0,5704	0,7333
Cap	0,7204	0,7971	0,7548	1	0,7769	0,4901
Cas	0,6093	0,6551	0,5704	0,7769	1	0,2775
m (kg)	0,6570	0,7150	0,7333	0,4901	0,2775	1

A variável que apresentou o maior r na matriz de correlação com a massa medida em campo foi Ctop (0.7332) (p-valor <0.05). Na equação de regressão os parâmetros dbh substituídos por Ctop revelaram um $r^2 = 0.57$, correlação significativa moderada positiva.

Tabela II-18: Matriz de P-valores para variáveis biométricas do guanandi no terraço fluvial em Pindamonhangaba, SP (2015)

	Cbasal	Cmeio	Ctop	CAP	CAS	m (kg)
Cbasal	1	6,84361E-08	1,09816E-05	7,18554E-05	0,001575088	0,000487829
Cmeio	6,84361E-08	1	7,49023E-12	3,1214E-06	0,00051257	8,61448E-05
Ctop	1,09816E-05	7,49023E-12	1	2,10022E-05	0,003608035	4,57708E-05
Cap	7,18554E-05	3,1214E-06	2,10022E-05	1	8,0019E-06	0,015056547
Cas	0,001575088	0,00051257	0,003608035	8,0019E-06	1	0,189207106
m (kg)	0,000487829	8,61448E-05	4,57708E-05	0,015056547	0,189207106	1

O monocultivo apresentou o maior número de árvores cortadas, com um aporte médio de 8,1 Mg ha⁻¹ de matéria fresca de ramos e galhos, 0,83 Mg ha⁻¹ de cascas, respectivamente, equivalentes a 3,25 Mg ha⁻¹ e 0,36 Mg ha⁻¹ de matéria seca, com um rendimento médio de 6,73 m³ de lenha e 6,60 m³ de madeira para artesanato (Tabela II-19). Os toretes de guanandi obtidos no SAF Simples apresentaram um diâmetro basal superior médio de 11,07 cm; 6,86 cm de diâmetro no topo e altura média de 127,33 cm.

O aproveitamento da madeira para artesanato (ex.: potes, porta-copos, descanso de panelas) e movelaria (ex.: pés de mesa, bancos, cadeiras) é uma alternativa para agregar valor à madeira obtida de árvores consideradas fora de padrão, descarte do plantel cultivado.

A casca do guanandi tem diversas aplicações medicinais, sendo empregada no tratamento de reumatismo, problemas venosos, hemorroidas e úlceras gástricas; sem que haja efeito tóxico para os seres humanos (OLIVEIRA et al., 2014). A proteína GUT-70; patenteadada no exterior; é extraída da casca e inibe o crescimento de células leucêmicas humanas e a replicação do HIV, sendo um importante composto para novos agentes terapêuticos contra o câncer e infecção de HIV-1(KIMURA, 2014). Uma cumarina presente na casca, também, inibiu o parasita *Tripanossoma cruzi*, causador da doença de Chagas (REA et al., 2013).

Tabela II-19: Aporte de fitomassa (Mg ha^{-1}) e caracterização da madeira no desbaste do guanandi em monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso em Pindamonhangaba, SP (2014)

Avaliações		Unidade	Monocultivo		SAF Simples		SAF Biodiverso		KW
			Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	p<0,05
MF	Ramos+Galhos	Mg ha^{-1}	8,01	$\pm 3,20$	9,44	$\pm 3,38$	6,85	$\pm 3,21$	
	Ramos		5,21	$\pm 2,08$	6,14	$\pm 2,20$	4,46	$\pm 2,09$	0,3096
	Galhos		2,80	$\pm 1,12$	3,30	$\pm 1,18$	2,40	$\pm 1,12$	
	Casca		0,85	$\pm 0,22$	0,91	$\pm 0,17$	0,74	$\pm 0,23$	0,3981
MS	Ramos+Galhos	Mg ha^{-1}	3,21	$\pm 1,28$	3,79	$\pm 1,36$	2,75	$\pm 1,29$	
	Ramos		1,79	$\pm 0,71$	2,11	$\pm 0,75$	1,53	$\pm 0,72$	0,3096
	Galhos		1,43	$\pm 0,57$	1,68	$\pm 0,60$	1,22	$\pm 0,57$	
	Casca		0,37	$\pm 0,10$	0,39	$\pm 0,07$	0,32	$\pm 0,10$	0,3981
	Ø basal	cm	10,48	$\pm 0,87$	11,07	$\pm 0,57$	10,01	$\pm 0,78$	0,0409
	Ø meio		7,25	$\pm 0,73$	7,59	$\pm 0,44$	7,10	$\pm 0,65$	0,2814
	Ø topo		6,87	$\pm 0,86$	7,12	$\pm 0,67$	6,58	$\pm 0,89$	0,2894
	Altura útil		115	$\pm 15,44$	137	$\pm 21,96$	130	$\pm 17,56$	0,1303
	Madeira	m^3	6,00	1,21	7,80	1,58	6,00	1,34	0,0568
	Lenha		7,10	-	7,00	-	6,10	--	
	Árvores cortadas	nº	495	-	484	-	479	-	-

3.6 Espécies Florestais

A maioria dos fragmentos de Floresta Estacional semidecidual do estado de São Paulo são considerados pequenos, isolados e perturbados; sendo que 87,8% possuem menos de 50 hectares (NASCIMENTO et al., 1999). Integrar espécies nativas e pesquisá-las para preconizar o manejo agroflorestal é essencial para expandir o interesse por um modelo de exploração comercial mais sustentável.

Para garantir a estabilidade na conservação e restauração de remanescentes florestais (DIAS, 2007), devem ser considerados o número de indivíduos por espécie e as espécies dominantes e raras (MARTINS et al., 2007). O enriquecimento pode acelerar a restauração ambiental; mas, ainda há pouco conhecimento silvicultural para recomendações generalistas (RAPPAPORT e MONTAGNINI, 2014).

A forma densa e compacta da copa do guanandi possibilitou o consórcio com outras espécies; pois, inicialmente, não cobre totalmente o solo nas entrelinhas. A associação com arbóreas nativas visando à exploração futura pode tornar o empreendimento mais vantajoso economicamente, além de auxiliar no incremento da biodiversidade.

Na presente pesquisa empregou-se a diversidade de oito espécies pioneiras (P) de rápido crescimento: anjico preto, ingá-do-brejo, eritrina, pau-viola, boleiro, guapuruvú, aroeira e urucum, com diferentes arquiteturas de copa; duas espécies secundárias iniciais (Si): imbirussú e mamica-de-porca; e três secundárias tardias (St): ipê-roxo, ipê-amarelo-do-brejo e pinha-do-brejo; além das climácicas (C): juçara e o guanandi – ambas, também, podem ser consideradas pioneiras quando colonizam brejos e várzeas (LORENZI, 2002); condições naturais na origem da planície fluvial do rio Paraíba do Sul.

Cada parcela de SAF Biodiverso recebeu o plantio de 19 Pi : 9 Si : 2 St : 36 climácicas (juçara) nas entrefileiras duplas de mandioca situadas nas entrelinhas do guanandi, após a segunda capina. Sombreadas pela mandioca perceberam no ciclo inicial a competição por luz, seguindo-se a rotação com araruta sob os efeitos da maior estiagem das últimas oito décadas.

Ao final de 24 meses a taxa de sobrevivência oscilou nos grupos ecológicos, situando-

se acima de 80% para as Pi; exceções para pau-viola e guapuruvú. Dentre as Si, o imbirussú (84%) apresentou maior tolerância à luz difusa, por adaptar-se às formações pioneiras e florestas maduras (LORENZI, 2002), seguido de mamica-de-porca (69%) (Tabela II-20). Das St, a pinha-do-brejo (26%) não se adaptou. Espécies raras do gênero *Handroanthus*, apesar das diferenças no crescimento, apresentaram taxas de sobrevivência superior às Si, com mortalidade baixa após 24 meses (Tabela II-20). O microclima dos reflorestamentos em áreas degradadas ajuda a reabilitar florestas nativas, não como plantação *per si*, mas, dando condições ambientais para a recuperação (FAO, 2009).

Tabela II-20: Percentual de sobrevivência de 12 espécies arbóreas nativas da floresta semidecídua e duas exóticas aos 24 map em SAF Biodiverso com Guanandi em Pindamonhangaba, SP (2015) (n = n° de indivíduos)

Sobrevivência (%)	Espécies
100	Urucum (32), Ipê-roxo (8)
96	Aroeira (24)
94	Eritrina (16), Ingá-do-brejo (16)
88	Angico preto (16), Ipê-amarelo-do-brejo (8), Capixingui (16)
84	Imbirussú (32)
69	Boleiro (16), Mamica-de-porca (16)
44	Pau-viola (8)
34	Juçara (288)
26	Guapuruvú (8), Pinha-do-brejo (8)

A escolha das espécies para o SAF Biodiverso levou em conta os atributos fenotípicos. Dentre as variáveis de crescimento analisadas, o guapuruvú, imbirussú e boleiro revelaram o fuste cilíndrico e uniforme, com ramos horizontais estratificados e/ou brotações laterais tardias, decrescendo em altura e copas compactas e pouco ramificadas até o momento da poda; o ipê-amarelo-do-brejo, com brotações adventícias; o ipê-roxo, bifurcado a 180 cm de altura acima do solo e em intervalos uniformes de cerca de 50 cm a partir de então; o anjico preto, ingá-do-brejo, eritrina, capixingui, pau-viola e mamica-de-porca, todas com bom desenvolvimento apresentaram diferenças em relação ao fuste, ramificação e formato da copa, sendo o anjico preto com ramificação alta horizontal inclinada; o ingá-do-brejo com ramificação precoce, tal como pau-viola, sendo que seus ramos baixos secaram naturalmente, posicionando novos ramos horizontais elevados em busca da luz difusa abaixo das bananeiras e do guanandi; a eritrina apresentou o crescimento desuniforme, produziu brotações rente ao solo e a presença de acúleos dificultou o manejo, também, presentes em mamica-de-porca, esta com fuste retilíneo, copa alta estratificada em ramos verticalizados.

Arbóreas heliófitas, com necessidades ecológicas específicas, são importantes em reflorestamentos biodiversos para a restauração ambiental. O urucum e a aroeira, de porte mais baixo em comparação às anteriores, produziram abundante quantidade de ramos horizontais; no urucum, os ramos ascendentes em forma piramidal e na aroeira, horizontais a pendentes. O ipê-amarelo-do-brejo e a pinha-do-brejo revelaram os menores desenvolvimentos, sendo esta última a mais tardia das espécies, ramificando a 100 cm de altura ao final do quarto ano de monitoramento.

A taxa de crescimento relativa (TCR) das espécies para cada parâmetro nos intervalos entre os períodos de avaliações - 24 (total), 9 (2) – (1), 10 (3) – (2), 5 (4) – (3), 15 (4) – (2) meses após o plantio - está representada na Tabela II-21. Os maiores valores mensais em altura foram obtidos com o guapuruvú (41%), mamica-de-porca (39%) sangra-d'água (35%) e capixingui (29%); imbirussú, anjico preto e boleiro (17%) formaram um grupo intermediário,

seguido por ipê-amarelo-do-brejo, aroeira, ingá-do-brejo e urucum (13,5%); e as demais apresentando o crescimento mensal inferior a 10%.

Tabela II-21: Variações percentuais de incremento em altura (TCR) de espécies arbóreas em intervalos mensais após o plantio em SAF Biodiverso em Pindamonhangaba, SP (2011-2015)

Espécie	(4) - (1)	(2) - (1)	(3) - (2)	(4) - (3)	(4) - (2)
	24	9	10	5	15
Guapuruvú	41	21	29	23	27
Mamica-de-porca	39	24	23	24	22
Sangra-d'água	35	32	17	21	14
Capixingui	29	28	17	20	13
Imbirussú	19	13	17	26	18
Boleiro	17	20	11	25	11
Anjico preto	17	18	17	18	12
Ipê-roxo	14	12	17	22	15
Aroeira	14	19	14	17	8,6
Ingá-do-brejo	13	16	14	19	10
Urucum	13	14	17	18	12
Ipê-amarelo-do-brejo	9,4	20	4,6	28	5,4
Juçara	6,3	11	13	17	7,8
Pinha-do-brejo	5,5	17	6	18	3,4
Eritrina	5,3	7,2	12	22	10

As espécies responderam de maneira diferenciada ao manejo e ao ambiente. No início do trabalho os maiores índices de crescimento em altura foram verificados em sangra-d'água e capixingui e o menor em eritina, no período (1) 20/3/2012 a 9/11/2012 (2) na estiagem no outono-inverno, durante o ciclo da mandioca. No período seguinte; (2) até 3/9/2013 (3); houve redução do crescimento mensal, no consórcio com araruta; com exceção para o guapuruvú, imbirussú, ipê-roxo, urucum e eritina. No último ciclo; (3) a 3/2/2014 (4); após o período mais seco, todas as espécies revelaram incrementos mensais em relação ao período anterior, destacando o ipê-amarelo, pinha-do-brejo, imbirussú e boleiro (Tabela II-21).

O incremento do CAS no intervalo de 15 meses foi similar à tendência da altura; com diferenças para aroeira e sangra d'água, com menor investimento na base do tronco, comparado ao urucum. No período mais seco (19/11/2012 – 03/09/2013), mamica-de-porca e imbirussú incrementaram a CAS acima da média mensal do período anterior e de todo o período. Nos últimos cinco meses (4) – (3), com chuvas frequentes, boleiro, guapuruvú, capixingui, anjico preto, ingá-do-brejo e eritina investiram mais no incremento da CAS (Tabela II-22).

Na avaliação de 19/11/2012 identificou-se herbivoria por coleópteros em aroeira e urucum; em 03/09/2013, herbivoria de capivara em juçara; desfolha intensa em urucum com crestamento dos bordos foliares por doença fúngica; duas árvores de ingá, uma de imbirussú e uma boleira secaram, revelando vasos condutores escurecidos em análise de campo, provavelmente, causado por doença fúngica transmitida por coleobrocas na região do colo.

Em 03/12/2014, o urucum metade das folhas foi consumida por herbivoria de coleópteros; em capixingui, 1/3 das folhas foi consumida por formiga saúva (*Atta* sp.); ingá-do-brejo, eritrina, sangra d'água, guapuruvú, imbirussú, anjico preto, boleiro e ipê-roxo apresentaram desfolha moderada; e cochonilha escama farinha colonizava o colo da eritrina.

Tabela II-22: Variações percentuais de incremento em CAS (TCR) de 16 espécies arbóreas em intervalos mensais em SAF Biodiverso com guanandi em Pindamonhangaba, SP (2011-2015)

Espécie	(4) - (2) 15	(3) - (2) 10	(4) - (3) 5
Guapuruvú	20,8	20,8	25,1
Capixingui	14,9	18,3	20,6
Mamica-de-porca	14,9	21,6	17,5
Imbirussú	14,5	20,0	18,4
Anjico preto	13,0	16,6	20,0
Boleiro	10,3	10,7	24,3
Urucum	9,1	14,7	16,5
Ipê-roxo	7,3	12,7	15,9
Ingá-do-brejo	7,0	10,6	18,2
Erithrina	7,0	10,4	18,3
Sangra d'água	6,6	10,6	17,3
Ipê-amarelo-do-brejo	4,2	7,3	17,5
Aroeira	3,6	7,2	16,1
Pinha-do-brejo	3,3	7,4	15,1

Com base nos indicadores ambientais e fitossanitários, realizou-se a poda de rejuvenescimento do sistema e para a formação das espécies em condições climáticas favoráveis, aportando matéria orgânica e reciclando nutrientes com vigorosa rebrota. O percentual de árvores podadas por espécie aos 24 meses de idade e o respectivo aporte de fitomassa constam na Tabela II-23. O aporte de fitomassa; parte aérea folhosa + ramos herbáceos e madeira; foi superior em capixingui com proeminente crescimento e variações relativas às diferenças de porte, hábito de crescimento, arquitetura e densidade da copa.

Tabela II-23: Percentual de árvores podadas e aporte de fitomassa aérea (folhas e madeira) de 10 espécies cultivadas em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2015)

Espécies	%	Árvores	Folhas	Madeira	Folhas	Madeira
		ha ⁻¹	kg planta ⁻¹		kg ha ⁻¹	
Capixingui	93	112	14,8	19,0	1658	2135
Urucum	81	225	1,7	1,0	387	216
Aroeira	87	174	0,9	0,1	148	17
Mamica-de-porca	73	69	2,0	-	138	-
Anjico preto	86	104	1,1	0,5	112	48
Boleiro	45	43	2,3	0,3	99	13
Imbirussú	7	17	4,3	-	73	-
Ingá-do-brejo	53	69	1,0	0,4	72	26
Eritrina	53	69	0,9	-	64	-
Ipê-amarelo-do-brejo	29	17	0,5	-	9	-

Espécies vulneráveis aos fitopatógenos receberam a poda de limpeza elevando a copa. Na poda de formação retiraram-se os ramos baixos reduzindo o diâmetro da saia,

selecionando-se os ramos ortotrópicos em aroeira e urucum. O fuste do anjico arqueou-se (03/09/2013), suprimindo os ramos plagiotrópicos elevados, e abaixo de 2,5 m em ingá e aroeira. O imbirussú produziu brotações horizontais acima de 150 cm de altura, sendo desbastadas e orientadas para a entrelinha do guanandi. O ipê-roxo, como estratégico recurso madeireiro, necessita ser avaliado no longo prazo, pois, bifurcou a 2/3 da altura (> 100 cm), sendo podado e conduzindo-se fuste único. O urucum foi esqueletado e decotado, tal como o guandu, demandando avaliação da resposta para produção do corol das sementes, pois, mostrou-se infrutífero no segundo ano (jan.-jun./2014), possivelmente, devido à desfolha na seca prolongada e doenças foliares. Ingá-do-brejo e sangra d'água perderam naturalmente os ramos baixos secos; mamica-de-porca, anjico preto e capixingui sofreram o desbaste da copa alta; ipê-roxo, imbirussú e boleiro sofreram pequenas podas de correção. Nenhuma planta de pinha-do-brejo foi podada devido ao baixo crescimento.

3.7 Desempenho da Palmeira Juçara

Para estabelecer a juçara em bases sustentáveis em SAF buscou-se criar um ambiente protegido por meio de consórcios, rotacionando culturas anuais (mandioca e araruta), guandu, espécies arbóreas nativas e a bananeira; muitas delas com dependência micorrízica. Assim, a sobrevivência da palmeira juçara no terraço se condicionou à melhoria do ambiente edáfico. Observou-se alta mortalidade no período seco, resultando em um índice médio de sobrevivência de 32% em Cambissolo arenoso no terço superior, devido à baixa capacidade de retenção de umidade e mais suscetível ao aquecimento da camada superficial do solo; ao passo que nas cinco parcelas situadas no terço médio e na zona ripária, a sobrevivência foi de 60%.

Sob déficit hídrico, a competição por água com espécies arbóreas é desigual, pois, estas apresentam sempre alta evapotranspiração (FAO, 2009). Regra geral, se a floresta perde mais umidade do que é recebida na precipitação não haverá recarga e as reservas subterrâneas serão exploradas até que se esgotem. Na toposequência do terraço, o nível do lençol freático é mais profundo nos solos elevados. O cultivo de juçara deve-se, portanto, se concentrar na área variável de afluência, perto das margens dos ribeirões, até o terço médio dos terraços, em SAF, não é recomendável o cultivo em áreas mais elevadas suscetíveis ao ressecamento.

A juçara é uma espécie climática (CRESTANA, 2006) com distribuição agrupada no estágio médio da Floresta Estacional semidecidual.

Na presente pesquisa, a taxa de crescimento da juçara ao final de 24 meses foi considerada baixa (6,3%). No outono-inverno (20/03/2012 a 09/11/2012), sombreada pela mandioca, situou-se em 11%; no período seguinte, (2) até 03/09/2013, em consórcio com araruta, incrementou para 13% o crescimento e no último período, (3) a 03/02/2014, na época seca elevou-se para 17%, atingindo o porte médio de 50 cm aos 833 dap, com declínio da variação do intervalo de confiança no tempo em função do recrutamento de plantas no final do período seco (Tabela II-21).

A espécie juçara é considerada muito vulnerável no estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2004). Estudos de modelagem demonstram que com o aquecimento da Terra as áreas naturais podem diminuir de 20 a 25%. Como espécie bioindicadora, deve perceber a maior queda na distribuição, dentre 38 espécies avaliadas de Mata Atlântica (COLOMBO e JOLY, 2010).

A juçara tem valor ornamental, seu palmito é alimento, os estipes e folhas são empregados na construção, artesanato e dos frutos obtêm-se uma polpa similar a do açaí; porém, mais rica em antocianina (134,7 mg 100 g⁻¹) e compostos antioxidantes do que o açaí-do-pará (33,6 mg 100 g⁻¹) (KINUP e LORENZI, 2014). Suas sementes têm papel fundamental para a fauna, alimentando mais de 70 espécies silvestres (SÃO PAULO, 2007). O _Projeto

Juçara⁴ abrange municípios fluminenses e paulistas do litoral, estendendo-se ao Vale do Paraíba, disseminando o cultivo e a culinária por uma rede de povos caiçaras e caipiras. A polpa é comercializada nos estados de SC, RS e SP na forma concentrada ou fabricando-se geleias e sucos.

Cada palmeira produz até cinco infrutescências (cachos) por ano; em média 3.330 frutos (MANTOVANI e MORELLATO, 2000). Com frutos de um grama cada cacho pode atingir até 5 kg, sendo a média 3 kg (REIS, et al., 1994). Porém, nem sempre o mesmo indivíduo floresce e frutifica todos os anos consecutivamente (BOVI et al., 1988). Se a sobrevivência de 11% não se alterar e a produção de cachos situar-se em 3 kg por planta para uma população média atual de 275 ind ha⁻¹, na conversão de 2,25 litros por cacho, pode-se obter 618 litros de polpa ao ano por hectare, na presente pesquisa. Se considerarmos o zoneamento de cultivo da juçara nos terraços, mantendo-se a sobrevivência de 60% (1500 plantas ha⁻¹) nas cotas baixas, o potencial de produção de polpa bruta chega a 3.375 litros convertendo um cacho de 3 kg ao ano por planta em 2,25 litros de polpa.

3.8 Contribuições dos SAF para a Biologia da Conservação

O guanandi é visitado por morcegos frugívoros do gênero *Artibeus* Leach, 1821 (família Phyllostomidae, subfamília Stenodermatinae); que selecionam os frutos mais vigorosos, consumindo a polpa e dispersando as sementes abaixo de plantas utilizadas como poleiros. A presença do dispersor em 'ilhas' de SAF Biodiverso em meio à monocultura de guanandi; por vezes permanecendo o dia todo em grupos de dois ou três na face abaxial das folhas das bananeiras; habilita o SAF como trampolim, fonte de recursos alimentares e refúgio, beneficiando a biologia da conservação, auxiliando a reabilitação de habitats degradados, fornecendo sementes para a recolonização.

Nesta pesquisa, o SAF Biodiverso contribuiu significativamente na dispersão de frutos de guanandi despolpados por morcegos (Tabela II-24).

Tabela II-24: Presença de áreas de dispersão de frutos de guanandi despolpados por morcegos nos três sistemas de cultivo (Pindamonhangaba, SP - 02/07/2013)

Sistema	Total	Média	Desvio
Monocultivo de guanandi	0,0	0,0	±0,0
SAF Simples	3,0	0,4	±0,7
SAF Biodiverso	24,0	3,0	±1,5

Diversas espécies arbóreas cultivadas no SAF Biodiverso são benéficas para a fauna, além do guanandi, tais como: ingá-do-brejo, aroeira e mamica-de-porca. As maritacas e papagaios se alimentam de sementes de anjico preto, eritrina, guapuruvú, imbirussú, boleiro e sangra-d'água. A juçara é a campeã de acessos na Mata Atlântica. Em Teresópolis, RJ, em Floresta Ombrófila Densa, foi considerada a melhor indicadora da chuva de sementes (FREIRE, 2006). Mas, para que a biodiversidade incremente e não se extinga é necessário diminuir o isolamento das espécies, reduzindo a fragmentação dos remanescentes e ampliando áreas conservadas para baixar a probabilidade da extinção (FAHRIG, 2003), o que torna os SAF, principalmente, no terço médio e inferior, abrangendo a zona variável de afluência, como sistema estratégico para a conservação da biodiversidade.

4 CONCLUSÃO

1. O guanandi apresentou baixa taxa de crescimento relativo, com significativo incremento da CAS no SAF Simples e menores amplitudes de todas as variáveis analisadas no SAF Biodiverso.

2. O SAF Simples caracterizou-se como um sistema intensivo de exploração de culturas anuais em meio ao guanandi.

3. O SAF Biodiverso destacou-se na oferta de diversidade de produtos e no aporte de resíduos orgânicos ao longo do tempo.

4. No SAF Biodiverso, o guandu produziu grãos para o consumo humano. A bananeira incrementou a produtividade no segundo ano, forneceu brotações para expansão dos SAF, beneficiou a biologia da conservação devido à ampla área foliar e canalizou quantidade de resíduos ricos em potássio para a palmeira juçara; espécie que apresentou 60% de sobrevivência no terço médio e inferior do terraço, com possibilidade de exploração comercial para polpa.

5. A produtividade de raízes de mandioca foi satisfatória em ambos SAF. Em rotação, a araruta se destacou no SAF Simples, habilitando-se como planta espontânea com stress hídrico em ambos sistemas.

6. O SAF Biodiverso modificou o monocultivo de guanandi em SAF multiestrato, com a juçara no sub-bosque e 11 espécies florestais com taxa de sobrevivência superior a 69%, ocupando todos os estratos, com destaque para o crescimento do guapuruvú, mamica-de-porca, capixingui e sangra-d'água. Os maiores percentuais de árvores podadas foram em anjico preto, mamica-de-porca, aroeira, urucum e capixingui, gerando resíduos orgânicos e acelerando a restauração ambiental.

CAPÍTULO III
SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM GUANANDI
(*Calophyllum brasiliense*) EM VÁRZEA

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi comparar o crescimento do guanandi em monocultivo e em SAF, computando-se o desenvolvimento das árvores e a produtividade das espécies consorciadas em várzea. Os tratamentos foram: 1. Guanandi (monocultivo); 2. SAF Simples e 3. SAF Biodiverso. O plantio do guanandi foi realizado no ano de 2007, em leiras elevadas, no espaçamento 3 x 3 m. A conversão foi iniciada em 09/2011, sob inundação, plantando-se no SAF Biodiverso a leguminosa anual 'paquinha', que atingiu 305 cm de altura e senesceu naturalmente, aportando 21 kg ha⁻¹ de sementes; e artemísia em ambos os SAF, acumulando 302 g planta⁻¹ de folhas secas. O inhame, cultivado em rotação no lugar de artemísia, produziu 9,7 Mg ha⁻¹ de rizomas e 5,4 Mg ha⁻¹ de cabeças no SAF Simples, superando o SAF Biodiverso. No segundo ciclo, declinou com a estiagem, sem diferenças entre o plantio de rizomas e cabeças, acumulando 0,75 Mg ha⁻¹ de rizomas e 0,8 Mg ha⁻¹ de cabeças no SAF Simples. Na entrelinha do guanandi, no SAF Simples, a flemíngia acumulou 8 Mg ha⁻¹ de MS superando os 5,47 Mg ha⁻¹ obtidos na linha, com um intervalo de corte de 12 semanas. A bananeira produziu 10,75 Mg ha⁻¹ (12,9 kg cachos⁻¹) em colheita tardia aos 864 dap (20% das plantas finalizando aos 988 dap), com 10 folhas. Acumulou 19,86 Mg ha⁻¹ (3,37 Mg ha⁻¹ de matéria seca) de pseudocaules acamados como telha no entorno da juçara, obtendo-se 4.221 rebentos para expansão dos SAF, acumulando 5,2 Mg ha⁻¹ de matéria fresca (0,54 Mg ha⁻¹ de massa seca) na desbrota. Os SAF não prejudicaram o crescimento do guanandi, que atingiu 533 cm de altura, com baixa TCR, um pouco mais elevada nos SAF (H = 0,45%, CAP = 2,0% e CAS = 0,8%) e menor amplitude de variação no SAF Biodiverso, parece preferir solos menos argilosos e mais ricos em fertilidade. Caracterizou-se a infecção de *Lasiodiplodia theobromae* em orifício de colebroca causando a seca descendente do guanandi. Dentre as espécies florestais do SAF Biodiverso, sesbânia acumulou 1,9 Mg ha⁻¹ de massa fresca (0,8 Mg ha⁻¹ massa seca) em podas anuais nos anos de 2012 e 2013, apresentando 71% de sobrevivência nas entrelinhas e 61% nas linhas do guanandi; assim como a juçara, com respectivamente 77% e 27% de sobrevivência. Para 12 espécies arbóreas a sobrevivência média situou-se acima de 69%, destacando-se: urucum, ipê-rosa, ingá-do-brejo, imbirussú, pinha-do-brejo, pau-viola, aroeira e anjico preto; com maiores taxas de crescimento relativo em altura em guapuruvú, pau-viola, aroeira, ingá-do-brejo e ipê-rosa e da CAS (>15%) em guapuruvú, paineira, capixingui, eritrina, aroeira e urucum, e menores taxas para espécies tardias: juçara, ipê-amarelo-do-brejo e pinha-do-brejo; e aroeira, ingá-do-brejo e pau-viola apresentaram maiores raios de copa. Ao final do experimento, a poda aportou 8,4 Mg ha⁻¹ de massa fresca (4,8 Mg ha⁻¹ massa seca) de folhas e 5,4 Mg ha⁻¹ de massa fresca de lenha (2,8 Mg ha⁻¹ massa seca), sendo 70% do material acumulado por sesbânia e aroeira. O lento crescimento do guanandi favoreceu a conversão agroflorestal com cultura anual e flemíngia em SAF Simples, com o SAF Biodiverso mais resiliente obtendo colheitas anuais, bananas, fitomassa que cobriu o solo e lenha para energia, com melhorias para a economia e o meio ambiente, criando condições favoráveis à sobrevivência da juçara e abrigando morcegos dispersores do guanandi.

Palavras-chave: árvore nativa, biodiversidade, Mata Atlântica, Agroecologia.

ABSTRACT

Agroforestry systems with guanandi (*Calophyllum brasiliense*) in lowland

The objective of the research was to compare the growth of Guanandi in monoculture and SAF, computing the development of the trees and the productivity of the species consortium in lowland. The treatments were: 1. Guanandi (monocultivation); 2. Simple AFS and 3. Biodivers AFS. The planting of the Guanandi was carried out at high windrows in the year of 2007, in the spacing 3 x 3 m and the conversion initiated in 09/2011. The conversion was initiated in 09/2011, under flood, planting in the Biodiverse AFS the annual legume 'Paquinha', which reached 305 cm high and died naturally, porting 21 kg ha⁻¹ seeds; And Artemisia in both AFS, accumulating 302 g plant⁻¹ of dried leaves. The yam, cultivated in rotation in place of artemisia, produced 9.7 Mg ha⁻¹ of rhizomes and 5.4 Mg ha⁻¹ of heads in the Simple AFS, overcoming the Biodiverse AFS. In the second cycle, declined with the drought, no differences between the planting of rhizomes and heads, accumulating 0.75 Mg ha⁻¹ of rhizomes and 0.8 Mg ha⁻¹ heads in the Simple AFS. In the leading Guanandi, in the Simple AFS, the Flemingia accumulated 8 Mg ha⁻¹ of dry matter (DM) overcoming the 5.47 Mg ha⁻¹ obtained on the line, with a 12-week cutoff interval. The banana tree produced 10.75 Mg ha⁻¹ (12.9 kg curls⁻¹) in late harvesting to the 864 dap (20% of plants finishing to 988 DAP) with 10 sheets. Arrived 19.86 Mg ha⁻¹ (3.37 Mg ha⁻¹ DM) of stem bedridden as tile in the surrounding of Juçara, obtaining 4,221 shoots for the expansion of the Biodiverse AFS, accumulating 5.2 Mg ha⁻¹ of fresh matter (FM) (0.54 Mg ha⁻¹ of DM) in the desprouts. The AFS did not impact the growth of the Guanandi, that reached 533 cm high, with low relative growth rate (RGR), a little higher in AFS (H = 0.45%, CAP = 2.0% and CAS = 0.8%) and lower amplitude of variation in Biodiverse AFS, seems to prefer less clay and fertility richer soils. It was characterized the infection of *Lasiodiplodia theobromae* exterminator bones in the orifice of wooden beetle causing the dry descendant of the Guanandi. Among the forest species of Biodiverse AFS, Sesbânia accumulated 1.9 Mg ha⁻¹ of FM (0.8 Mg ha⁻¹ DM) in annual prunes in the years of 2012 and 2013, presenting 71% of survival between the lines and 61% in the rows of the Guanandi; Just like the Juçara, with respectively 77% and 27% survival. For 12 arboreal species the average survival stood above 69%, highlighting: Urucum, Ipê-rosa, Ingá-do-brejo, Imbirussú, Pinha-do-brejo, Pau-viola, Aroeira and Anjico preto; With higher growth rates relative at height in Guapuruvú, Pau-viola, Aroeira, Ingá, and Ipê-Rosa and the CAS (> 15%) in Guapuruvú, Eritrina, Aroeira and Urucum, and lower rates for late species: Juçara, Ipe-amarelo-do-brejo and Pinha-do-brejo; and Aroeira, Ingá-do-brejo and Pau-Viola have presented larger cup rays. At the end of the experiment, pruning arrived 8.4 Mg ha⁻¹ of FM (4.8 Mg ha⁻¹ DM) and 5.4 Mg ha⁻¹ of fresh wood dough (2.8 Mg ha⁻¹ DM), being 70% of the material accumulated by Sesbânia and Aroeira. The slow growth of Guanandi favored the agroforestry conversion with annual culture and Flemingia in Simple AFS, and greater resilience in Biodiverse AFS, with annual crops, bananas, besides the contribution of phytomass covering the soil and firewood for energy, improving the economy and the medium environment, creating favorable conditions for the survival of the Juçara and sheltering bats dispersors of the Guanandi.

Key words: Native tree, biodiversity, Atlantic Rainforest, Agroecology.

1 INTRODUÇÃO

As regiões metropolitanas do Vale do Paraíba e de São Paulo se desenvolvem sobre áreas úmidas (DEL-RIO et al., 2015), suprimindo matas ciliares (D'ORAZIO e a CATHARINO, 2013; COELHO et al., 2011; BITTENCOURT e BATISTA, 2009) e a formação florestal estacional semidecidual de várzea; apesar da importância como corredor ecológico para a conservação de muitas espécies e contribuições para a biodiversidade, proteção dos recursos hídricos e ecologia da paisagem (DEL-RIO et al., 2015; TORRES et al., 1994).

A inundação do solo modifica os fluxos de solutos e gases do solo. A inundação reduz o teor de oxigênio por respiração de microrganismos anaeróbios e raízes, que acumulam dióxido de carbono e ácidos orgânicos voláteis (acético, propiônico e butírico) (PEZESHKI & DELAUNE, 2012). Em solos argilosos o teor de matéria orgânica tende a aumentar sob inundação, por causa da diminuição da atividade microbiana (CHAPIN et al., 2002), formando um gradiente de oxirredução no perfil por acúmulo de aceptores de elétrons (KIRK, 2004). Em maiores profundidades o CO_2 e H^+ são os aceptores na fermentação e metanogênese. Convertidos em metano, esses gases podem elevar o pH em solos ácidos pelo consumo de íons H^+ (KIRK, 2004), afetando o potencial redox e transformando a dinâmica dos nutrientes no solo (PEZESHKI & DELAUNE, 2012), da nitrificação (de NO_3 para N_2), havendo reduções de ferro (de Fe^{3+} para Fe^{2+}), manganês (de Mn^{4+} para Mn^{2+}) e sulfato (de SO_4^{2-} para H_2S , S_2^{+} ou HS^-) (PEZESHKI & DELAUNE, 2012).

O alagamento também altera as propriedades hidráulicas do solo, elevando a permeabilidade quando os gases se acumulam nos poros, comprimidos por produtos voláteis da respiração, dissolvendo a matéria orgânica e óxidos que cimentavam os agregados, atuando gradualmente na desagregação, rompendo grandes agregados com a expansão da argila (KIRK, 2004).

Regenerar o ambiente edáfico com espécies florestais adaptadas à inundação do solo, tal como o guanandi, requer muitos estudos sem precedentes na literatura; considerando que normalmente nos projetos de restauração da paisagem florestal os reflorestamentos quase sempre visam o retorno do ambiente à situação inicial (NELLEMANN e CORCORAN, 2010). Também, não há informações suficientes sobre o número de indivíduos por espécie, espécies dominantes e espécies raras (MARTINS et al., 2007) na restauração florestal, visando à estabilidade dos ecossistemas e agroecossistemas (DIAS, 2007; MARTINS et al., 2007). O plantio de enriquecimento é uma técnica usada para acelerar a restauração florestal. Entretanto, há pouco conhecimento silvicultural sobre as respostas da flora nativa para a generalização (RAPPAPORT e MONTAGNINI, 2014) e com isso, para preconizar os SAF com viés econômico em várzeas. Os estudos sobre as formações vegetais de áreas ciliares se intensificou no estado de São Paulo, com aumento do conhecimento da composição e estrutura dessas florestas; mas, ainda são poucas as pesquisas na região do Vale do Paraíba com esse viés (FREITAS, 2010; GOMES et al., 2005).

Nas várzeas da Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP, intuitivamente, o produtor rural formou leiras onde realizou o aflorestamento com guanandi, favorecendo a oferta de oxigênio ao sistema radicular. Diversificar esses plantios com espécies consortes em SAF demandou um foco na restauração do ambiente edáfico, pois, as raízes finas do guanandi se concentram na superfície do solo, onde ocorrem a decomposição da matéria orgânica e a troca de nutrientes. Os SAF podem descompactar os solos, aportando matéria orgânica e reciclando mais nutrientes, criando meios favoráveis ao estabelecimento e ao crescimento de outras espécies consortes, podendo até favorecer o crescimento do guanandi, antecipando o

ciclo de corte com benefícios ambientais.

Ao longo dos anos, as operações de roçadas com trator foi compactando o solo sob o rodado, originando canais laterais às leiras elevadas do guanandi, por onde a água escoava mais facilmente nas inundações por elevação da precipitação pluvial. Com a implantação do experimento de conversão agroflorestal, o solo e o material orgânico retirado desses ‘canais’ nas capinas foram sendo depositados na faixa de cultivo intercalar. Assim, formando faixas semielevadas de 15 cm de altura em relação aos canais, por 180 a 200 cm de largura. A interação dos aspectos físicos do solo, das operações de manejo e dos processos bioquímicos envolvidos no alagamento modulou a fisiologia vegetal dos sistemas avaliados.

Essa pesquisa contém informações do comportamento do guanandi e de espécies consortes avaliados em sistemas agroflorestais em várzea, visando à obtenção de produtos agrícolas e florestais no curto prazo, de produtos não madeireiros no médio prazo e de madeiras nativas certificadas no longo prazo. Comparou-se o monocultivo do guanandi com dois arranjos de SAF: um SAF Simples, tipo *taungya*, tendo uma cultura anual associada com leguminosa adaptada à inundação do solo; e o SAF Biodiverso, tendo a mesma cultura anual associada com bananeiras, palmeira juçara e diversidade arbustiva e arbórea adaptadas.

Um dos objetivos dessa pesquisa é despertar um novo olhar sobre os domínios humanos nas várzeas no Vale do Paraíba, incentivando a diversificação de cultivos e consequentemente da renda concomitante à restauração ambiental de áreas inundáveis com SAF.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento Experimental

O guanandi foi plantado em julho/2007 no espaçamento 3 x 3 m em várzea sistematizada em tabuleiros de cultivo de arroz há mais de 50 anos. As mudas foram introduzidas em leiras (60 cm de base e 40 cm de altura), preparadas com implemento de discos invertidos puxado com trator, após aração e gradagem. Após o plantio, plantas espontâneas das gramíneas e ciperáceas recolonizaram o solo, demandando o manejo frequente com roçadas e repasse com enxada na linha do guanandi para o controle de trepadeiras e aplicações de herbicidas.

A conversão agroflorestal teve início em 07/2011, banindo o uso de agrotóxicos na área experimental, instalada em blocos ao acaso, abrangendo a diversidade de classes de solos em tabuleiros remanescentes, contemplando as classes de solo: Cambissolo (blocos 1 e 2), Planossolo (blocos 3 e 4), Argissolo (blocos 5 e 6) e Gleissolo (blocos 7 e 8), com oito repetições, arranjando-se todas as parcelas de um mesmo bloco no mesmo tabuleiro. Os tratamentos comparados foram:

- (1) Guanandi em monocultivo (Guanandi) (Figura III-1);
- (2) SAF Simples (Guanandi + Cultura anual) (Figura III-2);
- (3) SAF Biodiverso (Guanandi diversidade de espécies) (Figura III-3).

As parcelas experimentais (216 m²) tiveram quatro linhas com seis árvores de guanandi de quatro anos e meio de idade; em média com 328 cm de altura e raio da copa de 128 cm; avaliando-se sempre as mesmas cinco árvores nas duas fileiras centrais.

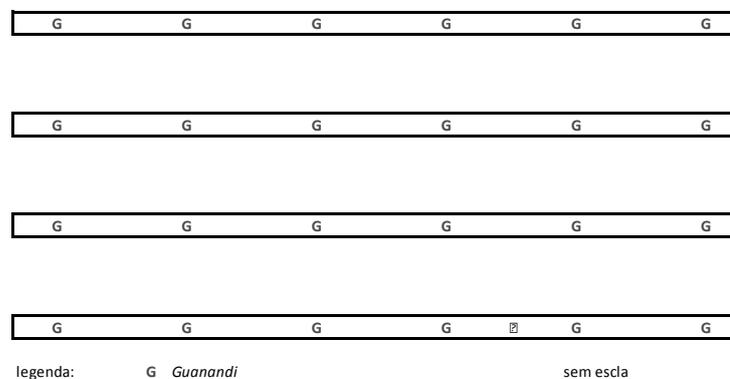


Figura III-1: Parcela experimental de guanandi em monocultivo.

As hipóteses testadas foram:

Hipótese científica: O crescimento do guanandi e a produção das espécies consortes podem variar de acordo com o sistema de produção.

Hipótese estatística:

Ho: os tratamentos têm o mesmo efeito.

H1: ao menos um tratamento tem efeito diferente.

A normalidade foi testada para todas as variáveis ($p < 0.001$) com o teste Shapiro-Wilk; mais robusto para amostras menores que 50 unidades; e a homocedasticidade de variâncias (homogêneas) avaliada com o teste F.

Ho: as variâncias dos resíduos são homogêneas

H1: as variâncias dos resíduos não são homogêneas

Em geral, utilizou-se a análise não paramétrica quando a distribuição das variâncias não foi homocedástica. Os procedimentos de transformações dos dados, quando necessários, foram citados dentro de cada cultura. Para análise dos dados adotou-se o modelo $Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$, onde:

Y_{ij} = valor do caráter;

M = média;

T_i = efeito do tratamento, sendo $i= 1, 2$ e 3 ;

B_j = efeito do bloco j , sendo $j= 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ e 8 ;

E_{ij} = erro associado ao tratamento i no bloco j .

SAF Simples

O SAF Simples foi concebido como um sistema silviagrícola (Figura III-2), inicialmente, com a espécie artemísia; erva medicinal da família Asteraceae; introduzida em fileiras duplas nas entrelinhas do guanandi, como planta pioneira de ciclo curto, sendo substituída a partir do ano de 2012 por inhame.

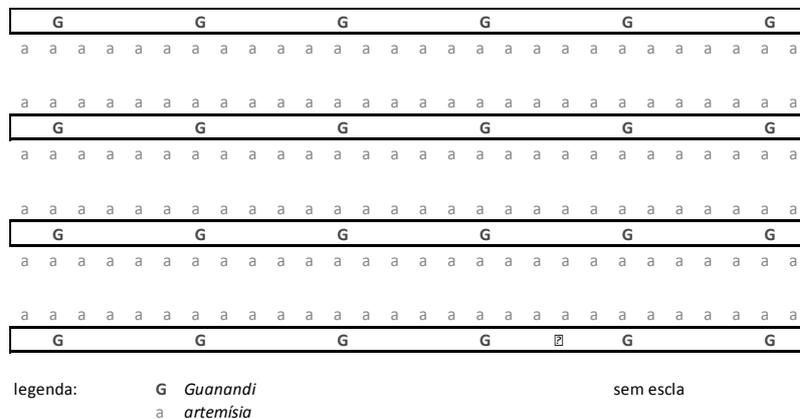


Figura III-2: Parcela experimental com o arranjo de cultura anual no SAF Simples com Guanandi.

SAF Biodiverso

O arranjo do SAF Biodiverso foi planejado para se tornar multi-estratificado, consorciando o guanandi com culturas anuais, tal como no SAF Simples; porém, incluindo espécies perenes (bananas e polpa de juçara), espécies florestais para exploração de madeiras nativas e produtos não madeireiros (óleo das sementes do guanandi, colorau, frutos de ingá e outros). Foram incluídas duas plântulas de paquinha entre os guanandis e ao centro uma juçara, associada à sesbânia plantada logo ao lado (Figura III-3). A artemísia protegeu as mudas de bananeira, juçara e 14 espécies florestais; estas, espaçadas cerca de 1,0 m entre si no centro das fileiras duplas, nas entrelinhas do guanandi. No ano seguinte, foi substituída por inhame; espécie mais tolerante à inundação e ao sombreamento. Espécies arbóreas e leguminosas foram adensadas para restaurar os solos e desempenhar funções ecológicas até o desbaste do guanandi, provavelmente, entre 12 e 15 anos de idade.

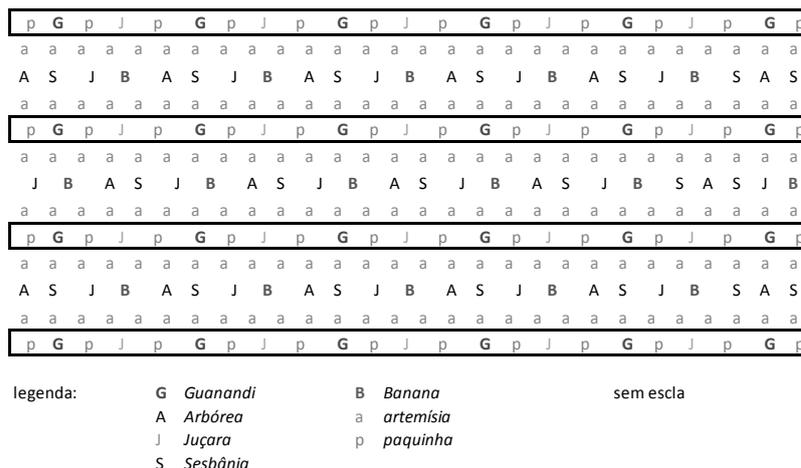


Figura III-3: Parcela experimental com o arranjo das espécies no SAF Biodiverso com Guanandi.

O primeiro ciclo (2012-2013) do inhame finalizou os experimentos críticos. No terceiro ano (2013-2014), aproveitando-se os benefícios de se trabalhar com uma parcela relativamente grande comparando-se em caráter demonstrativo dois sistemas de plantio de inhame a partir de mudas de dedos (rizoma filho) e de cabeça (rizoma mãe) em parcela subdividida em faixas, adequando-se o modelo matemático, conforme Pimentel Gomes (1990):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + r_k + (\alpha r)_{ik} + b_j + (br)_{jk} + (\alpha b)_{ij} + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

Y_{ijk} = é a observação relativa à subparcela, que recebeu o nível i do fator α , o nível j do fator b , no bloco k .
 Y_{ijk} = observação do nível i do fator α , no nível j do bloco e nível k do fator b ;
 μ = média geral;
 α_i = efeito devido nível i do fator α ;
 b_j = efeito devido ao j -ésimo bloco;
 e_{ij} = erro associado à parcela (ij);
 γ_k = efeito devido ao nível k do fator b ;
 $(\alpha\gamma)_{ik}$ = efeito da interação entre os fatores α e b ;
 e_{ijk} = erro associado à sub parcela (ijk).

A densidade das espécies utilizadas nos SAF está representada no Anexo III-1.

2.2 Caracterização das Culturas e Parâmetros Fitotécnicos

2.2.1 Guanandi

Foram avaliadas em cinco plantas demarcadas nas duas fileiras centrais com trena e fita métrica descartável: a altura total (H) e da copa (Hc); o raio médio da copa (Rc), com duas medidas perpendiculares à linha de cultivo, tomadas do tronco à projeção lateral da copa; a circunferência à altura do solo (CAS) e circunferência na altura do peito (CAP) (130 cm), nas datas: 26/09/2011, 18/04/2012, 22/05/2013 e 13/05/2014. O desenvolvimento do guanandi foi analisado por método não paramétrico com o Teste de Kruskall-Wallis ($p < 0.05$). A taxa de crescimento relativo (TCR) estimada para cada parâmetro em separado nos intervalos de meses após o plantio e entre avaliações, com a fórmula: $TCR = \{(Mf/Mi)/\Delta t - 0.05\} * 100$, onde Mf = valor final, Mi = valor inicial, Δt = intervalo em meses entre duas avaliações.

A desbrota dos ramos situados abaixo de 150 cm do nível do solo (19/11/2012) foi realizada para evitar o surgimento de nós e manchas secundárias na madeira, além de facilitar

os tratos culturais. Determinou-se o aporte de fitomassa fresca e seca com base em cinco subamostras, secas em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C. Os resultados foram convertidos para t ha⁻¹ de matéria seca conforme o estande da parcela, sendo os resíduos acamados no entorno da juçara no SAF Biodiverso. As operações de manejo consistiram de roçada mecanizada e coroamento manual no plantio isolado; capina, plantios e colheitas nos SAF.

2.2.1.1 Fitossanidade do guanandi

No início do experimento, verificou-se a presença de árvores de guanandi com sintomas de seca descendente dispersas pela várzea. Foram feitos estudos preliminares, coletando-se secções do tronco com ramos verdes e secos de árvores em declínio. Amostras foram dispostas em sacos de papel mantidos em sacolas plásticas em geladeira, sendo transportadas em caixas de isopor para o Laboratório de Fitossanidade do CEPAO/Pesagro-Rio, em Seropédica, RJ. Identificou-se o possível agente etiológico através de cortes histológicos da parte seca da madeira contendo perfurações de colebroca de 0,5 mm. Extraíram-se amostras dos tecidos com feixes vasculares escurecidos contendo o inoculo de fungo, visualizado em microscópio ótico (40 x), sendo isolado em placas de petri com meio BDA, dispostas em câmara úmida por seis semanas. Após a germinação dos esporos obteve-se o micélio escuro, repicando-se o material para novo meio, obtendo-se, então, a cultura pura, possibilitando a identificação do fungo.

2.2.2 Espécies florestais

As espécies arbóreas da Floresta Estacional semidecidual selecionadas para compor o SAF Biodiverso são adaptadas à várzea e a mata ciliar, conforme Joly et al. (1982); Torres et al. (1992); Torres et al. (1994); Toniato et al. (1998); Andrade et al. (1999); Tawaraya et al. (2003); Carvalho (2008); Parrini et al. (2008); SMA (2012) e REFLORA (2015), descritas no Anexo II-3.

O guapuruvú foi escolhido como potencial madeireiro, oriundo da Floresta Ombrófila densa (ASSIS et al., 2013) ou da Floresta Estacional semidecídua do centro do estado de São Paulo (SMA, 2012); e o urucum, originário da bacia Amazônica, disseminado por todo o país.

Plantadas (06/11/2011) nas entrelinhas do guanandi de maneira alternada com a bananeira e a palmeira juçara, foram espaçadas 1,5 m entre si e com distribuição idêntica à sequência sorteada na primeira parcela (Figura III-4.). Monitorou-se o estande e a altura das árvores aos 131 dap (09/05/2012), 312 dap (06/11/2012), 600 dap (21/08/2013), 752 dap (20/01/2014) e 1083 dap (17/12/2014); aferindo a circunferência na altura do solo (CAS) a partir de 312 dap e circunferência na altura do peito (CAP) a 130 cm de altura do nível do solo, aos 600 e 752 dap; e o raio da copa (RC), na penúltima avaliação; com trena e fita métrica descartável.

Para aroeira, multicaule, a CAS foi obtida do maior diâmetro da ramificação. A taxa de crescimento relativa (TCR) foi estimada com a média dos componentes avaliados nos respectivos intervalos de meses após o plantio (map), com a primeira avaliação aos 6 map. Em 17/12/2014 podou-se as árvores, determinando-se a fitomassa leve (herbácea) e lignificada (lenhosa), convertendo-se os dados para Mg ha⁻¹ em base seca a partir de subamostras de cada parte secas em estufa a 65 °C até peso constante. A análise gráfica refere-se à mediana com intervalo de confiança (mínimo-máximo) 25 - 75% com o software STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004).

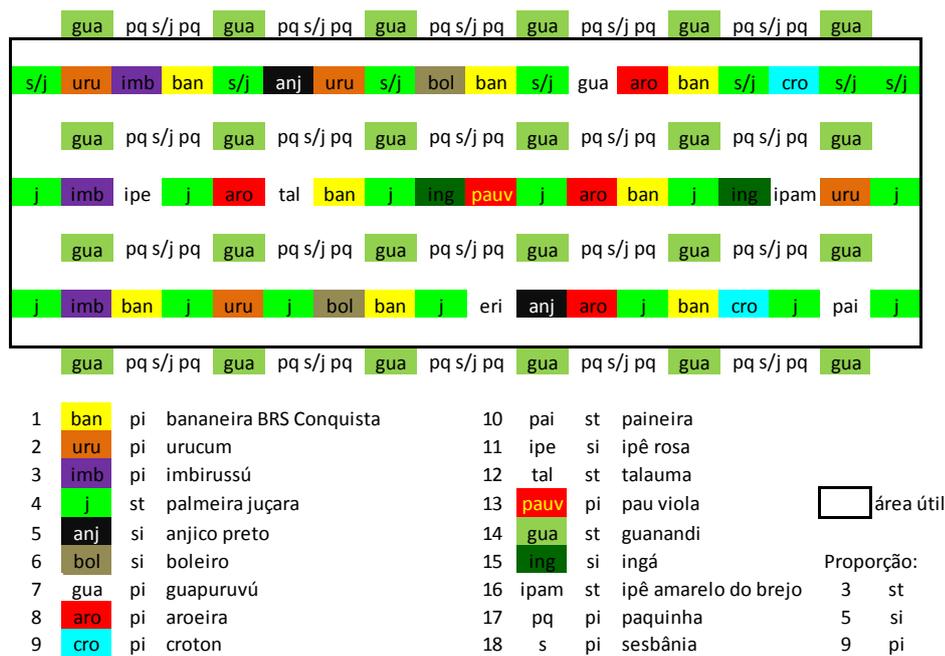


Figura III-4: Distribuição ao acaso das espécies consortes no SAF Biodiverso com Guanandi.

2.2.3 Juçara

As mudas, adquiridas de agricultores de São Luiz do Paraitinga (‘Projeto Juçara’), foram plantadas em 06/11/2011, avaliando-se: o estande, a altura da planta e o número de folhas abertas viáveis (09/05/2012, 06/11/2012, 21/08/2013, 20/01/2014), circunferência do colo ao nível do solo (21/08/2013 e 20/01/2014), a taxa de crescimento relativo (TCR) para altura nos intervalos de 4, 10, 20 e 25 map. Os dados amostrais foram comparados por meio de estatística não paramétrica, com o Teste de Kruskal-Wallis.

2.2.4 Artemísia

As sementes de artemísia (*Artemisia annua*) foram obtidas no CPQBA/UNICAMP, distribuídas em tubetes em 24/08/2011, germinando em 26/08, apresentando um par de folhas verdadeiras em 13/09. Raleadas manualmente, foram plantadas com 15 cm de altura em 05/10/2011 formando fileiras duplas espaçadas 1,0 x 0,50 m equidistantes 1,0 m do guanandi, em solo escarificado com enxada rotativa acoplada a microtrator Agrale 4100, incorporando simultaneamente o calcário dolomítico (2,0 Mg ha⁻¹). Os berços foram adubados com composto curtido (60 litros em 18 m², densidade: 518,3 g dm³ de massa fresca e 321,3 g dm³ de massa seca), 100 g farinha de osso e 7 g sulfato de potássio ind⁻¹. A alta precipitação pluvial saturou o solo, atrasou o plantio dos consórcios nos blocos 5 a 8 e prejudicou os tratos culturais, limitados ao arranquio do mato entorno da artemísia. Na capina em área total adicionando-se sulfato de potássio (7 g planta⁻¹), 45 dap. A artemísia não se adaptou ao alagamento. Foram amostrados 11 ind. parcela⁻¹ com botões florais entumescidos (19/03/2012), sendo cortados a 30 cm de altura do solo, nas duas fileiras centrais, desprezando-se as plantas de cabeceira e as fileiras laterais. Secas à sombra, foram beneficiadas após cinco dias, destacando-se as folhas e os botões florais; sendo pesada a fitomassa, convertida para Mg ha⁻¹ com base no estande de 10.000 plantas ha⁻¹; o que indica o potencial acúmulo de fitomassa da espécie.

Atendidas as pressuposições de normalidade, as variâncias foram diferentes apenas para altura, por meio do teste t. Análises foram geradas com o software Excell Action.

2.2.5 Inhame

- Ciclo agrícola 2012-2013: Os rizomas-semente de inhame (*Colocasia esculenta*) orgânico foram adquiridos na região serrana do estado do Rio de Janeiro; tinham 3,38 cm de diâmetro, 7,15 cm de comprimento, brotação de 1,51 cm e poucas raízes emitidas (média de 40 amostras). O inhame foi colhido como cultura anual alimentar rica em carboidratos por ser rústica, pouco exigente em tratos culturais (HEREDIA ZÁRATE et al., 2009) e tolerante à inundação do solo (FAO, 1999). O plantio foi realizado entre os dias 20 e 22/09/2012, foi feito em fileiras duplas nas entrelinhas do guanandi, no espaçamento 2,0 x 1,0 x 0,45 m (11.111 plantas ha⁻¹). A adubação na linha consistiu de 40 litros de composto orgânico do Polo APTA Vale do Paraíba; produzido com cana forrageira picada e esterco fresco (2:1); farinha de ossos (100 g planta⁻¹) e torta de mamona (100 g planta⁻¹), sendo os rizomas acamados nos berços e cobertos com terra. Na segunda capina, adicionou-se sulfato de potássio (7g planta⁻¹). A maior infestação de vegetação espontânea no SAF Simples demandou duas capinas a mais que no SAF Biodiverso.

Na colheita (17/09/2013), computou-se a média de 40 plantas das fileiras centrais, desprezando-se cabeceiras e as bordaduras laterais, computando-se o estande final da área útil (STD) para fins de conversão da produção em Mg ha⁻¹. Avaliou-se a altura da inserção do limbo foliar no pecíolo (H), número de brotações por planta (NB), número de folhas viáveis (NFV), número de dedos por planta (NDP), massa fresca dos rizomas mãe (RMe) e dos rizomas filhos graúdos (RFig) e miúdos (RFmi), e fitomassa da parte aérea (PA) com os dados convertidos para Mg ha⁻¹ de massa seca com base em sub-amostras secas em estufa a 65 °C.

Com variâncias aleatórias distintas, os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias não foram atendidos para o número de brotações (Nº brotos) e massa fresca de rizomas filho (Mf RFi), utilizando-se o teste t para a comparação de médias com variâncias iguais, e para Nº brotos e Mf RFi, o teste t para variâncias distintas, com Excell Action.

- Ciclo agrícola 2013-2014: No segundo ciclo agrícola, subdividiu-se a parcela em faixas no plantio (23/09/2013) realizado com rizoma filho (dedos) ou rizoma mãe. Embora diminuam os graus de liberdade de variâncias aleatórias (PIMENTEL GOMES, 1990), aumentou-se a precisão da interação dos dois fatores dos SAF e da qualidade do material propagativo do inhame na sub-parcela. Os tratos culturais foram realizados com adubação similar a do ciclo anterior; com exceção da torta de mamona, não adicionada devido ao vigor do ano anterior e ao aporte de N da flemíngia no SAF Simples; três capinas com enxada no SAF Simples e no SAF Biodiverso ‘catou-se’ o mato devido o sombreamento. Na colheita (19/06/2013), determinou-se o número de plantas úteis por parcela (PLU), desprezando-se as cabeceiras e fileiras externas (bordaduras), convertendo o estande por hectare (STD). Cinco plantas de cada fileira forneceram os dados biométricos e a produção de fitomassa fresca e seca aérea (Pa) de rizomas mãe (Rme) e rizomas filho (Rfi), com base em todas as plantas úteis. Os dados foram convertidos para Mg ha⁻¹ após a secagem em estufa de circulação de ar regulada a 65°C de cinco subamostras obtidas de cada parte da planta. Na maioria das análises não houve distribuição normal e/ou a homogeneidade de variâncias não foi atendida; empregando-se o Teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (p<0.05) para três ou mais grupos independentes, indicando as diferenças entre os níveis de amostras. O teste utilizou os valores numéricos transformados em postos e agrupados em um só conjunto de dados, sendo a comparação dos grupos realizada por meio da média dos postos (posto médio) com análises realizadas com o software STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004).

2.2.6 Paquinha

Para descompactar os solos, empregou-se a fabácea nativa ‘paquinha’ - raízes pivotantes fixadoras do N em associação com rizobactérias adaptadas à inundação. Sementes foram colhidas de populações puras na área vizinha de lavoura de arroz. Ramos, folhas, vagens e flores prensadas formaram excicata. Assemelha-se a *Aeschynomene* pelo hábito anual, ereta, de lento crescimento inicial passando a rápido, porte arbustivo, vagens afiladas, sementes diminutas e aerênquima envolvendo as raízes e o caule submersos, também, semelhante à diversas espécies de *Sesbania*, tais como *S. herbacea* e *S. aculeata*.

Com boa germinação das sementes em bandejas de 218 células, foram plantadas na linha do guanandi duas mudas espaçadas 1,0 m entre si (21/11/2011). As plantas foram cortadas e secas (22/05/2012), após a colheita das vagens (15/05/2012), que batidas, liberaram as sementes. O material terminou de secar ao sol, sendo pesado e amostras foram dispostas em estufa a 65 °C até peso constante. Contou-se o número de sementes em 35 gramas, convertendo-se para número por quilo, aferindo-se o peso de mil sementes limpas e secas, e o rendimento por planta; com dados convertidos para kg ha⁻¹ conforme o estande médio ao final do ciclo de 2.000 plantas ha⁻¹. Análises feitas por meio de estatística descritiva para média e desvio padrão, geradas com o software STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004).

2.2.7 Sesbânia

Espécie pioneira de rápido crescimento, foi empregada no SAF Biodiverso para modificar o sombreamento do ambiente com a copa esparsa, beneficiando a juçara; bem como para romper as camadas de solo compactadas, ativando a biota via micorrização e FBN, reciclando nutrientes com a queda de folhas e podas. Na primeira poda (31/01/2013), retirou-se com tesoura de poda os ramos abaixo de 150 cm de altura; na segunda (17/02/2014), cortou-se todos os ramos com tesoura, podão e serrote, deixando-se uma haste com cerca de 170 cm de altura, subdividindo na avaliação os resíduos em ramos herbáceos e lignificados, computando-se ao final o somatório dessas porções, pesadas a campo com dinamômetro de precisão digital; sendo os dados convertidos com base no estande de cada parcela (g ind⁻¹) no momento da avaliação, convertidos com base no estande resultante do somatório da população da entrelinha central e linhas laterais com o guanandi (Mg ha⁻¹), convertendo-se para massa seca com base em subamostras dispostas em estufa a 65 °C até peso constante. Os dados foram analisados por meio do Teste de Wilcoxon, para duas amostras pareadas.

2.2.8 Flemíngia

A flemíngia foi introduzida no SAF Simples no segundo ciclo (2013-2014) do inhame, substituindo a paquinha, visando formar um nicho favorável ao inhame, protegendo-o da insolação, que crestou os bordos foliares no ano anterior, assim como descompactar o solo, fixando N via FBN, reciclando os nutrientes, formando mulche e aportando matéria orgânica por meio de podas, ativando a biota e controlando a vegetação espontânea. O manejo seguiu Salmi (2012) e Salmi et al. (2013): a semeadura em bandejas de 187 células, após a quebra de dormência; germinando 35 dias depois; raleada e transplantada (23/11/2012) em intervalos de 35 cm nas entrelinhas do inhame e quatro mudas equidistantes 75 cm entre si na linha do guanandi. Demandou dois replantios em 12/2012.

As plantas foram podadas a 100 cm de altura do nível do solo (30/10/2013), sendo repetida (15/01/2014) junto com o desbaste, deixando-se quatro hastes por planta, avaliando-se a altura (13/03/2013 e 15/01/2014) e o número de hastes na segunda poda. Os resíduos foram dispostos nas entrelinhas do inhame. Com dinamômetro eletrônico pesaram-se amostras em separado de quatro plantas nas sub-parcelas do inhame plantado de rizoma mãe,

rizoma filho e entre árvores de guanandi. Subamostras foram dispostas em estufa de circulação de ar regulada a 65 °C até obter-se massa constante. Os dados foram convertidos para fitomassa fresca e seca (Mg ha⁻¹), realizando-se a análise descritiva dos dados (média e desvio padrão) por meio do programa Excell Action.

2.2.9 Bananeira BRS Conquista

Avaliações na bananeira BRS Conquista – *Musa* spp. (AAB); plantada nas entrelinhas do guanandi (16/01/2012) no espaçamento 4 x 3 m (833 plantas ha⁻¹); foram realizadas sempre em duas plantas das fileiras centrais, em 24/01/2012 (10 dap), 08/05/2012 (115 dap), 05/12/2013 (326 dap), 13/03/2013 (424 dap) e 26/03/2014 (802 dap), computando-se: altura das plantas, comprimento e largura da penúltima folha aberta com régua graduada; circunferência basal a 20 cm acima do nível do solo, com fita métrica descartável; número de brotações; número de folhas viáveis na colheita; peso médio do cacho e número médio de pencas por cacho; peso médio da penca, número médio de frutos por cacho e rendimento por hectare.

A colheita do primeiro cacho iniciou em 19/11/2013 e terminou em 27/03/2015, amostrando-se cinco plantas por parcela; sendo três nas fileiras centrais e uma de cada lado da fileira lateral. Determinou-se o número de dias do plantio à colheita, o intervalo entre dias de colheita e a média ponderada; determinou-se a fitomassa de folhas, pseudocaulis e rebentos, sendo o pseudocaulis cortado transversalmente a cada 40 cm e depositado entorno da juçara e coberto com folhas picadas; assim como nas duas desbrotas (31/01/2013 e 16/12/2013), realizada com foice e facão. Estimou-se o acúmulo de fitomassa (fresca e seca) e o número obtido de mudas, passíveis de uso para se ampliar o plantio. Subamostras de cada material em cada época foram secas em estufa de circulação de ar a 65 °C até peso constante e os resultados convertidos para Mg ha⁻¹.

O controle anual preventivo do moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*) foi feito com pulverização de *Beauveria bassiana* direcionada à base do pseudocaulis e cartuchos de folhas jovens. A produção foi analisada por meio de estatística descritiva (média e desvio padrão) sendo os gráficos gerados com o software STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Artemisia

A escarificação do solo com grade e enxada rotativa controlou a vegetação espontânea sem danificar as raízes do guanandi, incorporando simultaneamente o calcário. Depois de muitas chuvas as gramíneas propagadas por estolões reinfestaram. A artemisia foi plantada com 20 cm de altura em 05/10/2011, pouco se desenvolvendo, iniciando a ramificação lateral com 50 cm de altura em 06/12/2011. O declínio precoce, amarelecendo as folhas da base para o ápice e do centro da copa para as extremidades dos ramos laterais, o sistema radicular pouco desenvolvido e concentrado na base da planta, putrefato na colheita, com vasos condutores com estrias escuras longitudinais, indicaram os efeitos letais da metanogênese.

A colheita (19/03/2012) foi realizada na fase de diferenciação floral, coincidindo com chuvas no mês de março, que prejudicaram o estande médio final de 17%. Na colheita, obteve-se 302 g planta⁻¹ de folhas no SAF Simples e 161 g planta⁻¹ no SAF Biodiverso (Tabela III-1). Diferentes desses resultados, a artemisia na região amazônica adaptou-se melhor em várzea, quando comparado ao cultivo em solos férteis e bem drenados (Terra Preta de Índio e Terra Firme, respectivamente), aportando 628 g planta⁻¹ de fitomassa de folhas, com uma relação de 0,37 entre folhas e caules (CHAVES et al, 2009).

Tabela III-1: Altura de artemisia (06/12/2011) e aporte de fitomassa fresca e seca de folhas e flores em Pindamonhangaba –SP (2014)

Avaliações	Unidade	SAF Simples (1)	SAF Biodiverso (2)	(1) - (2)	p<0,05
Altura	(cm)	55,84	52,53	3,31	3,62E-01
MF Folhas	g planta ⁻¹	301,71	160,80	140,91	0,1003
MS Folhas	g planta ⁻¹	123,60	64,03	59,57	0,0619
MF Folhas	Mg ha ⁻¹	3,02	1,61	1,41	0,1003
MS Folhas	Mg ha ⁻¹	1,24	0,64	0,60	0,0619

Com base na população total (10.000 plantas ha⁻¹), a artemisia tem o potencial de acumular 3,02 Mg ha⁻¹ de fitomassa fresca das folhas; apesar da previsível compensação que deve ter ocorrido por falhas no estande. Entretanto, a seleção para volume de dossel e o número de ramificações não representa vantagens quando o melhoramento foca o maior teor de artemisinina (BOLINA et al., 2013). Como não houve deficiência hídrica antes da colheita, o acúmulo de artemisinina deve ter sido baixo, pois, trata-se de um princípio químico de defesa da planta ao déficit hídrico (MARCHESE et al., 2010).

3.2 Paquinha

Semeada em bandejas de isopor as mudas de paquinha com 15 cm de altura foram transplantadas para a linha do guanandi visando descompactar o solo e aportar o N via FBN. O crescimento inicial lento acelerou 60 dap atingindo 305 cm em 09/05/2012 (Tabela III-2). Sua arquitetura piramidal e folhagem rala com ramos horizontais situados acima de 100 cm do nível do solo e semicurvados para cima penderam quando as vagens granaram formando um arbusto ereto. A paquinha senesceu uniformemente ao maturar as vagens deiscentes,

colhidas em 15/05/2012 com um estande médio de 909 ind. ha⁻¹ (41% do estande inicial). Ao ser acamada ao solo, observaram-se raízes grossas de 15 mm de calibre, pivotantes, de 8 a 12 cm de profundidade; raízes laterais grossas com 40 a 60 cm de comprimento. A paquinha acumulou irrisória quantidade de fitomassa aérea seca (43 kg ha⁻¹), sendo que 27% do peso total incorporado nas sementes. Produziram 16 kg ha⁻¹ de vagens secas e 21 kg ha⁻¹ de sementes diminutas. Na conversão do número de sementes com 12% de umidade: 35 g com cerca de 1.000 sementes e um quilo, entorno de 28,5 mil sementes.

Porém, na tentativa de domesticá-la, o replantio por meio de sementes resultou em um baixíssimo estande (93 ind. ha⁻¹) em 21/08/2013. O declínio pode ser devido ao solo seco por prolongado período, pois, naturalmente habita áreas úmidas e encharcadas.

Tabela III-2: Produção de sementes e vagens de paquinha em SAF Biodiverso em Pindamonhangaba – SP (2012)

Avaliações	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
22/05/2012				
Estande (ind. ha ⁻¹)	909	±55	833	1019
Altura (cm)	305	±62	202	385
Altura da copa (cm)	143	±29	94	180
Parte aérea (kg ha ⁻¹)	42,53	±25,79	8,33	83,33
Vagens (kg ha ⁻¹)	15,65	±9,14	4,63	31,25
Sementes (kg ha ⁻¹)	20,72	±12,24	6,94	39,35
Relação Sementes/Parte aérea (%)	27	±9	18	48
21/08/2013				
Estande (nº ind. ha ⁻¹)	93	±54	46	139
Altura (cm)	421	±89	338	500
CAS (cm)	9,77	±3,58	6,97	15,00
CAP (cm)	5,52	±1,33	4,40	7,20

Em Pindamonhangaba – SP, a paquinha revelou nódulos arredondados (0,8 mm de diâmetro), avermelhados no interior, envoltos por massa de raízes superficiais com aerênquima esponjoso branco cotonoso e róseo no interior, tanto mais denso quando maior o tempo de submersão. Neste caso, surgindo fina película limosa de cor verde clara envolvendo o colo, como algas.

3.3 Flemíngia

A flemíngia foi introduzida em SAF Simples nas linhas de cultivo do guanandi e nas entrelinhas internas, plantada em linha entre a fileira dupla de inhame. Seu cultivo visou o aporte de matéria orgânica e a redução da luminosidade sobre a folhagem do inhame. Inicialmente, aos 334 dap as plantas apresentaram-se com mais altas no cultivo intercalar com o inhame (Tabela III-3), provavelmente, beneficiando-se da adubação residual. A flemíngia aportou expressiva quantidade de resíduos orgânicos: 27,84 Mg ha⁻¹ de massa fresca total nas entrelinhas e 28,93 Mg ha⁻¹ na linha de cultivo do guanandi; o equivalente, respectivamente, a 10,54 Mg ha⁻¹ e 11,49 Mg ha⁻¹ de massa seca total (Tabela III-3), predominando resíduos fibrosos lignificados com baixa umidade (40%). A flemíngia é uma planta rica em isoflavonóide com atividade antioxidante e anti-fotoenvelhecimento (CHIANG et al., 2013), com alta concentração de taninos solúveis presentes em maior quantidade na estação chuvosa,

resultando em baixa palatabilidade e baixo consumo por animais (BARAHONA, 1999).

Tabela III-3: Desempenho de flemíngia em SAF Simples podada duas vezes, nas entrelinhas e na linha do guanandi em Pindamonhangaba – SP (2014)

Tratamento	Nº Hastes /planta	Desvio	Altura (cm)	Desvio	MF Mg ha ⁻¹	Desvio	MS Mg ha ⁻¹	Desvio
T1_1	7,43	±0,70	297	±24,07	11,02	±1,58	3,86	±0,55
T1_2	7,06	±0,85	228	±10,39	16,82	±3,04	6,68	±1,21
T2_1	6,06	±0,79	219	±11,46	15,91	±2,50	6,32	±0,99
T2_2	6,19	±0,99	218	±5,82	13,02	±5,90	5,17	±2,34

Legenda: Trat 1_1= entrelinha _poda 334 dap; Trat 1_2 = entrelinha _poda 418 dap; Trat 2_1 = linha de cultivo de guanandi _poda 334 dap; Trat 2_2 = linha de cultivo de guanandi _poda 418 dap.

O teor de proteína na fitomassa da flemíngia oscila entre 19 e 27%, ao passo que a digestibilidade da matéria orgânica situa-se entre 47 e 51% (MEIKE, 2006). O alto conteúdo de proteína bruta é compensado por níveis de fibras similares aos de *Pennisetum purpureum* (FUJIHARA et al., 2015). As características de sua constituição química conferem estabilidade aos resíduos no solo, sendo um excelente adubo verde para lavouras perenes, suprimindo plantas espontâneas pelo sombreamento e mulche, mantendo a umidade do solo e elevando os níveis de N e P (OPPONG et al., 1998). A adição de caules e folhas da poda da parte aérea aumentou e alterou as frações da matéria orgânica do solo (MOS), do carbono da matéria orgânica leve e do carbono da fração F1 (GUARESCHI e PEREIRA, 2013). As frações F1 e F2 atuam na disponibilidade de nutrientes e na formação de macroagregados, sendo a fração F1 a de maior labilidade e altamente correlacionada com a fração leve livre da MOS (MAIA et al., 2007), contribuindo para o uso sustentável do solo (LOSS et al., 2009).

3.4 Inhame

- Ciclo 2012-2013: O inhame adaptou-se à inundação do solo e ao sombreamento, conforme descrito pela FAO (1999) e por Gondin et al. (2007), com o melhor desempenho no SAF Simples em quase todas avaliações (Tabela III-4), possivelmente, devido ao número de folhas e de brotações laterais superior nesse tratamento; ainda que o porte das plantas não tenha diferido significativamente (Tabela III-4). A área foliar está associada positivamente com a produção de rizomas, segundo Puiatti et al. (2004).

A conversão de fotoassimilados no SAF Simples resultou na produção de 17 rizomas filhos por planta e no SAF Biodiverso de apenas 12. Embora o número de rizomas por planta apresente correlação significativa positiva de apenas 0,38 com a produção, segundo Pereira et al. (2003), o SAF Simples superou o SAF Biodiverso, respectivamente, em 64% e 43% para as produções de rizomas filho (9,69 Mg ha⁻¹) e de rizomas mãe (5,4 Mg ha⁻¹).

O sombreamento dos SAF influencia no potencial comercial de inhame. Gondin et al. (2007) registraram a obtenção de 35 Mg ha⁻¹ de rizomas com 18% de sombra artificial em todo ciclo da cultura e 28 Mg ha⁻¹ com 50% de sombra, em solo com elevado teor de matéria orgânica, irrigação suplementar e população de 33,3 mil plantas ha⁻¹. Considerando o rendimento por planta no SAF Simples, obteve-se 0,872 kg planta⁻¹ contra 1,05 kg planta⁻¹ relatado por Godin et al. (2007), com 18% de sombra em todo o ciclo.

Tabela III-4: Desempenho de inhame em várzea em SAF Simples e SAF Biodiverso

Avaliações	Unidade	SAF Simples (1)	SAF Biodiverso (2)	(1-2)	t<0.05
Altura	cm	94,21	89,63	4,53	0,4807
Nº brotos*	por planta	2,91	0,44	2,47	0,0000
Nº folhas	por planta	5,03	3,63	1,41	0,0016
Nº RFi	por planta	16,85	12,33	4,52	0,0280
MF RMe	Mg ha ⁻¹	5,38	2,32	3,07	0,0000
MF RFi*	Mg ha ⁻¹	9,69	6,20	3,50	0,0434
MF PA	Mg ha ⁻¹	1,23	0,78	0,45	0,0150
MS RMe	Mg ha ⁻¹	0,13	0,07	0,06	0,0000
MS RFi	Mg ha ⁻¹	1,62	1,44	0,18	0,2777
MS PA	Mg ha ⁻¹	0,23	0,15	0,08	0,0150

*Dados transformados: Log10.

O cultivo de inhame é comum na agricultura tropical (FAO, 1999); considerada uma das primeiras espécies domesticadas há mais de 6 mil anos nas ilhas do Pacífico (FULLAGAR et al., 2006). O inhame é a base de muitas culturas alimentares, rico em amido com grande produção por unidade de área e baixa demanda por mão de obra (HEREDIA ZÁRATE et al., 2009), pode ser propagado a partir de rizomas filhos, rizomas mãe, brotações adventícias e da base do caule principal (LEBOT, 2009; SARDOS et al., 2012).

- Ciclo 2013-2014: No segundo ciclo, avaliou-se a propagação do inhame a partir de rizomas-filho e rizomas-mãe, considerando que mudas com maior quantidade de reservas poderiam ser mais vigorosas e adequadas no cultivo não irrigado.

Entretanto, houve quebra de safra (Tabela III-5); apesar do bom desenvolvimento vegetativo até fevereiro/2014; devido a severa escassez hídrica na região. O ano de 2012 foi chuvoso até o mês de março ao passo que no ciclo 2013-2014, de agosto/2013 a outubro/2014, as médias máximas de chuva não ultrapassaram os 100 mm; um dos períodos mais secos dos últimos 80 anos na região do Vale do Paraíba (TARGA e BATISTA, 2015).

Tabela III-5: Diferenças no cultivo de inhame em plantio de rizoma-semente filho e rizoma-semente mãe no SAF Simples e SAF Biodiverso, com o Teste de Kruskal-Wallis (p<0.05) (Pindamonhangaba, SP – 2014)

Tratamentos	Nº de plantas	Plantas Úteis	Estande	SAF Simples (1)			SAF Biodiverso (2)		
				RMe	RFi	PA	RMe	RFi	PA
1_1 - 1_2	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
1_1 - 2_1	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
1_1 - 2_2	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
1_2 - 2_1	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
1_2 - 2_2	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não
2_1 - 2_2	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
p-valor	0,4885	0,0012	0,0012	0,0019	0,0002	0,0024	0,0030	0,0006	0,0024

Legenda: Trat 1_1 = SAF Simples rizoma-semente filho; Trat 1_2 = SAF Simples rizoma-semente mãe; Trat 2_1 = SAF Biodiverso, filhos e Trat 2_2 = SAF Biodiverso, mãe.

Entre os sistemas, o SAF Simples superou o SAF Biodiverso, independente do material propagativo; exceção apenas para o NTP, no plantio de rizoma mãe. No SAF Simples, o estande foi mais íntegro com mudas de rizoma-filho (7066 plantas ha⁻¹), contra 4340 plantas ha⁻¹ no SAF Biodiverso (Tabela III-6). Os efeitos do *mulch* e do sombreamento da flemíngia favoreceram à produção de rizomas comerciais (RFi) passíveis de uso como sementes para o novo ciclo de produção. No plantio de rizomas-mãe essas diferenças se mantiveram sem que o estande influenciasse a superioridade do SAF Simples (Tabelas III-5 e Tabela III-6); pois, o inhame não compensa a produção de rizomas com o aumento de espaço disponível por falhas no estande, em geral, resultando em queda da produtividade (PUIATTI et al., 2003).

Tabela III-6: Cultivo de inhame em plantio de rizoma-semente filho e rizoma-semente mãe no SAF Simples e SAF Biodiverso, com o Teste de Kruskal-Wallis (p<0.05) (Pindamonhangaba, SP – 2014)

Avaliações	Unidade	1_1		1_2		2_1		2_2	
		Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
NTPL		1,9	±0,5	2,0	±0,6	1,7	±0,5	1,6	±0,7
Pl.Úteis	%	67,8	±9,9	59,4	±20,2	40,6	±10,7	37,5	±9,4
Estande	plantas/ha	7535	±1095	6597	±2246	4514	±1185	4167	±1039
MF RMe	Mg ha ⁻¹	0,908	±0,342	0,713	±0,486	0,273	±0,284	0,123	±0,066
MF RFi	Mg ha ⁻¹	0,891	±0,576	0,614	±0,467	0,136	±0,146	0,066	±0,052
MF PA	Mg ha ⁻¹	0,112	±0,043	0,089	±0,053	0,056	±0,033	0,035	±0,017
MS RMe	Mg ha ⁻¹	0,021	±0,008	0,017	±0,011	0,008	±0,008	0,004	±0,002
MS RFi	Mg ha ⁻¹	0,149	±0,096	0,103	±0,078	0,032	±0,034	0,015	±0,012
MS PA	Mg ha ⁻¹	0,021	±0,008	0,017	±0,010	0,010	±0,006	0,006	±0,003

Legenda: Trat 1_1= SAF Simples rizoma-semente filho; Trat 1_2 = SAF Simples rizoma-semente mãe; Trat 2_1 = SAF Biodiverso, rizoma-semente filhos e Trat 2_2 = SAF Biodiverso, rizoma-semente mãe.

3.5 Bananeira BRS Conquista

A bananeira BRS Conquista em SAF Biodiverso na várzea percebeu condições restritivas ao desenvolvimento inicial, devido à inundação do solo. Em contraste, o período que se seguiu até a colheita foi muito seco, rebaixando o lençol a mais de 75 cm. Assim, obteve-se baixo peso de cachos (12,9 kg) com forte estiagem, com 10 pencas e média de 127 frutos, resultando na produtividade de 10,75 Mg ha⁻¹ (Tabela III-7) e no aporte de 26,4 Mg ha⁻¹ de fitomassa fresca, equivalente a 5,64 Mg ha⁻¹ de massa seca.

A bananeira BRS Conquista produziu ampla área foliar protegendo o ambiente da insolação e aportando quantidade de fitomassa suficiente para manter o solo coberto no entorno da palmeira juçara, reciclando nutrientes e ativando a biota. Considerando as diferenças de fitomassa fresca e seca, foram adicionados ao solo no SAF Biodiverso 21,36 Mg ha⁻¹ de seiva; que afeta a dinâmica de nutrientes no solo, pois, favorece o acúmulo de Na⁺ e K⁺ na camada mais próxima da superfície e reduz o pH em sub-superfície, incrementando a biomassa microbiana, a respiração edáfica e a taxa fotossintética, reduzindo a condutância estomática, a transpiração e o teor de clorofila das folhas (SEVERINO, 2011).

Ao analisar o crescimento da bananeira BRS Conquista no SAF Biodiverso (Figura III-5), aos 115 dap as plantas atingiram 82 cm de altura, com inserção das folhas a 32 cm e 17 cm de circunferência do pseudocaule. Aos 326 dap, com 189 cm de altura, a inserção das

folhas se situava a 57 cm do nível do solo e CAS de 35 cm. Dos 424 dap aos 802 dap houve um expressivo incremento na altura, para 542 cm, elevando a inserção das folhas para 254 cm do nível do solo; também, devido à retirada das folhas secas e reduzindo o número de folhas viáveis no período seco; apesar de haver incremento na largura e no comprimento do limbo foliar até 802 dap, com a CAS atingindo 62,6 cm (Tabela III-8).

Tabela III-7: Análise descritiva do desempenho de Bananeira BRS Conquista em SAF Biodiverso com guanandi (n=32 plantas) (Pindamonhangaba, SP- 2014)

Avaliações	Unidade	Média	Mínimo	Máximo	Desv.Pad.
Peso do cacho	kg pl ⁻¹	12,90	8,20	18,15	±2,29
Nº Penca graúda	cacho ⁻¹	9,06	7,00	11	±1,11
Nº Penca miúda	cacho ⁻¹	1,03	0,00	3	±0,97
Nº Penca	cacho ⁻¹	10,09	8,00	12	±1,09
Nº Frutos	penca graúda ⁻¹	117	86,00	154	±17,67
Nº Frutos	penca miúda ⁻¹	10	0,00	32	±9,99
Nº frutos	cacho ⁻¹	127	86,00	167	±18,35
MF engasso	Mg ha ⁻¹	0,77	0,40	1,25	±0,19
Produção de cachos	Mg ha ⁻¹	10,75	6,83	15,12	±1,91
MF Folhas	Mg ha ⁻¹	4,27	1,67	6,66	±1,20
MF Pseudocaule	Mg ha ⁻¹	19,86	7,41	34,99	±5,10
MF Brotações	Mg ha ⁻¹	2,30	0,00	13,41	±3,11
Nº Brotos	ha ⁻¹	1627	0	4998	±1323
MS Folhas	Mg ha ⁻¹	2,07	0,81	3,23	±0,58
MS Pseudocaule	Mg ha ⁻¹	3,37	1,26	5,93	±0,86
MS Brotações	Mg ha ⁻¹	0,20	0,00	1,18	±0,27

A CAS é o parâmetro que melhor explica o crescimento da bananeira. O seu desenvolvimento lento na várzea está associado ao solo compactado, que impede o crescimento radicular; e à inundação temporária, que reduz o oxigênio disponível às raízes, apesar dos benefícios de diminuir populações de nematoides, conforme Ritzinger & Fancelli (2006).

Tabela III-8: Desenvolvimento de bananeira BRS Conquista na várzea em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP - 2014)

Avaliações	10 dap		115 dap		326 dap		424 dap		802 dap	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
H	55,2	±4,1	81,9	±19,1	189,5	±43,8	354,1	±73,4	542,2	±31,6
HF	15,7	±1,1	32,0	±5,4	57,9	±14,2	117,1	±24,1	254,1	±18,2
CAS	7,1	±0,2	16,7	±5,3	34,8	±7,0	51,7	±9,0	62,6	±5,4
NF	4,0	±0,0	7,1	±1,6	10,2	±1,1	9,8	±1,3	9,1	±0,9
Lfb	14,8	±0,8	24,7	±6,4	45,5	±7,2	57,1	±10,1	70,4	±3,7
Cfb	29,8	±3,6	46,8	±12,5	96,0	±16,7	161,2	±32,3	207,7	±17,6

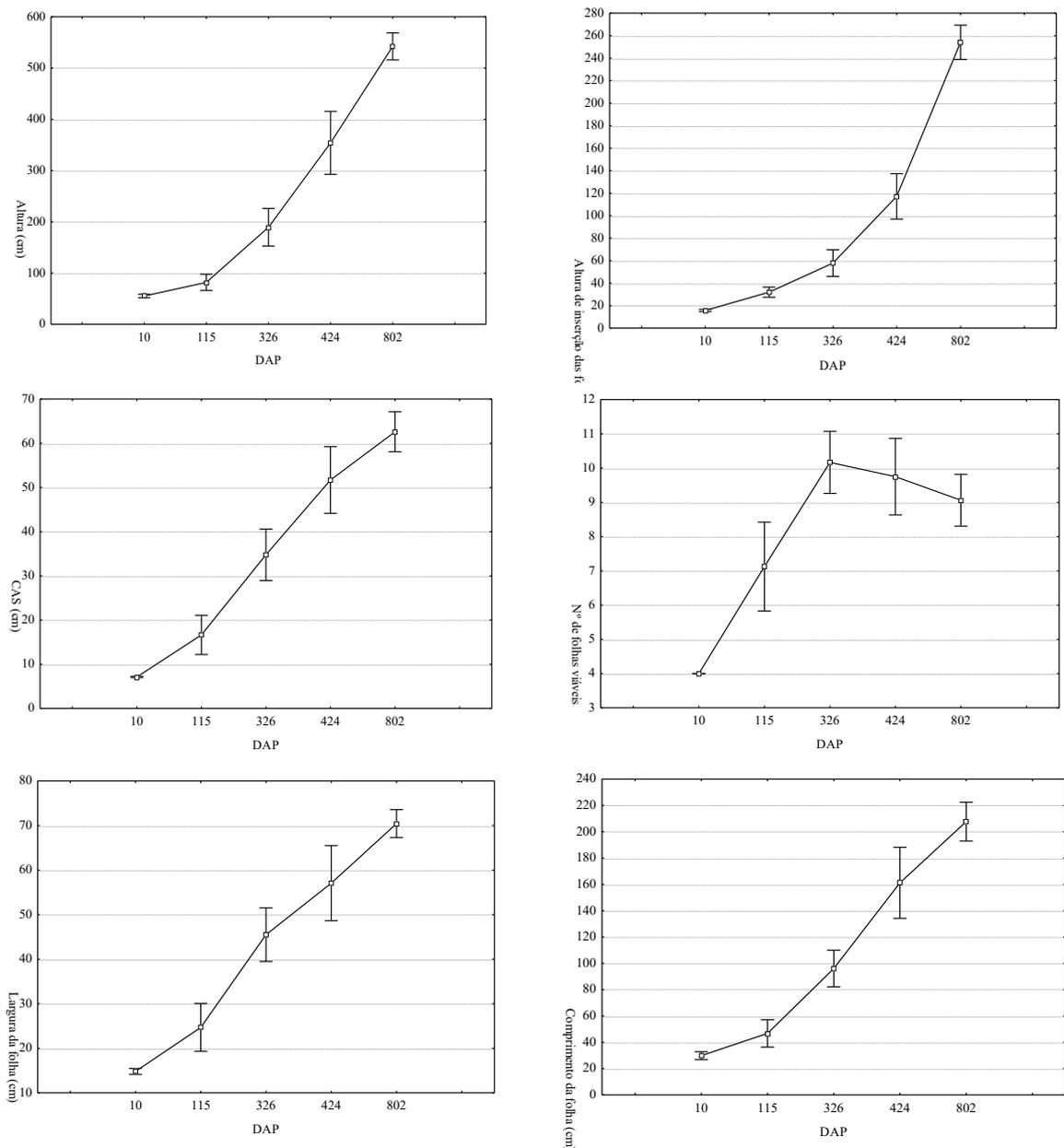


Figura III-5: Crescimento da bananeira em SAF Biodiverso com guanandi em Pindamonhangaba, SP (2011 - 2014).

As inundações no início do ciclo pode ter levado à deficiência de elementos minerais móveis, tais como K^+ , S, N e B, aumentando a disponibilidade de Fe, conforme observado em bananais em situação similar no Vale do Ribeira (GODOY et al., 2012). No cultivo convencional preconizam-se solos não sujeitos à inundação e com nível do lençol freático abaixo de 60 cm e drenagem por meio de canais (MITE, 2006). Em Coruputuba, essas estruturas dimensionadas para o cultivo do arroz estavam assoreados no entorno da área cultivada.

Para a bananeira, o K^+ e o N são os elementos requeridos em maior quantidade. Apesar de biologicamente tolerante à inundação do solo, o comportamento é diferenciado entre os genomas. Em geral, a baixa disponibilidade de oxigênio provoca a diminuição da emissão radicular, redução no comprimento de até 48% comparado aos solos bem drenados, reduzindo o peso fresco radicular em até 70%. Porém, pode incrementar a porosidade radicular acima de 10%, em relação ao volume total ampliando a formação de aerênquima (AGUILAR et al.,

2008). A sobrevivência em solos com excesso de umidade é uma característica evolutiva que a bananeira (*Musa spp.*) adquiriu no centro de origem, sendo que a demanda respiratória por O₂ é grande, surgindo diferentes gradientes de concentração do gás longitudinal e radialmente dentro das raízes (TURNER et al., 2007).

O sistema radicular da bananeira é muito variável e fortemente modificado pelo ambiente do solo. O suprimento de oxigênio, relacionado com a textura do solo é um fator importante na determinação da profundidade do sistema radicular. A cultivar Gros Michel (AAA) apresenta sistema superficial, refletindo em suprimento reduzido de oxigênio em profundidade. Em solos profundos, raízes de bananeiras podem ser encontradas até 1,5 a 1,8 m (TURNER et al., 2007). Ao que tudo indica, as raízes submersas apresentam menor alongação e conseqüentemente redução no número de gemas que possibilitariam a emissão de raízes responsáveis por aumentar a absorção de nutrientes (TURNER et al., 2007). A inundação do solo também atua seletivamente nos agrupamentos biológicos que interagem com a bananeira, tais como bactérias diazotróficas importantes para o suprimento de N via FBN (WEBER et al., 2000), fungos micorrízicos arbusculares essenciais ao crescimento e no controle de populações de nematoides (ELSEN et al., 2003).

As bananeiras apresentaram porte baixo; parcialmente sombreadas pelo guanandi e sesbânia. O sombreamento pode reduzir em 12% a produção de raízes primárias que saem do rizoma-mãe sem afetar a enlongação, sendo o efeito maior nas raízes laterais de segunda ordem (TURNER et al., 2007).

As operações de manejo das bananeiras no SAF Biodiverso compreenderam a escora das plantas, com duas varas de bambu posicionadas próximo ao local de emissão do cacho; eliminação da inflorescência masculina após a emissão da última penca e dois desbastes, que geraram 5 c ha⁻¹ de fitomassa fresca, deixando-se uma brotação vigorosa bem posicionada, para manter o arranjo mãe-filha-neta e permitir a entrada de luz, computando-se 4200 filhotes ha⁻¹ passíveis de uso na expansão do SAF (Tabela III-9).

Tabela III-9: Aporte de fitomassa fresca e seca de bananeira BRS Conquista na várzea em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP – 2013)

Avaliações	Unidade	31/01/2013		16/12/2013	
		Média	Desvio	Média	Desvio
Número de Brotações	planta ⁻¹	1	1	4	1
Número de Brotações	ha ⁻¹	729	706	3492	816
MF Brotações	kg ha ⁻¹	1194	2277	3970	1741
MS Brotações	kg ha ⁻¹	107	205	429	188

Não foram notadas lesões por sigatoka; porém, as folhas apresentaram queimaduras dos bordos no início e ao final do ciclo, respectivamente, por excesso de radiação luminosa e a seca pronunciada. O prolongamento do número de dias até a colheita dos cachos provavelmente foi devido ao somatório dos seguintes fatores: solo compactado, inundação temporária no estágio inicial e à seca pronunciada ao final do ciclo, bem como à competição interespecífica. O período de colheita estendeu-se de 658 a 1151 dap, com média ponderada de 864 dap, sendo 20% dos cachos foram obtidos aos 988 dap (Figura III-6).

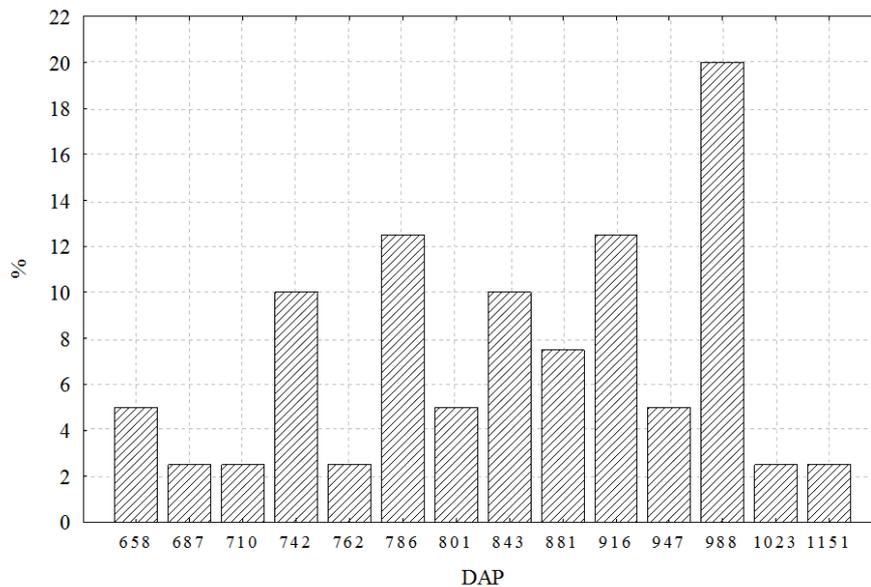


Figura III-6: Intervalo de dias após o plantio, dentro e entre as safras da bananeira BRS Conquista consorciada com guanandi em SAF Biodiverso (Pindamonhangaba, SP - 2015).

Não foi notado o ataque de ‘moleque da bananeira’ nos rizomas, possivelmente, em função das pulverizações anuais preventivas direcionadas à base do pseudocaule e aos cartuchos dos perfilhos com suspensão de esporos de fungos agentes de biocontrole.

3.6 Guanandi

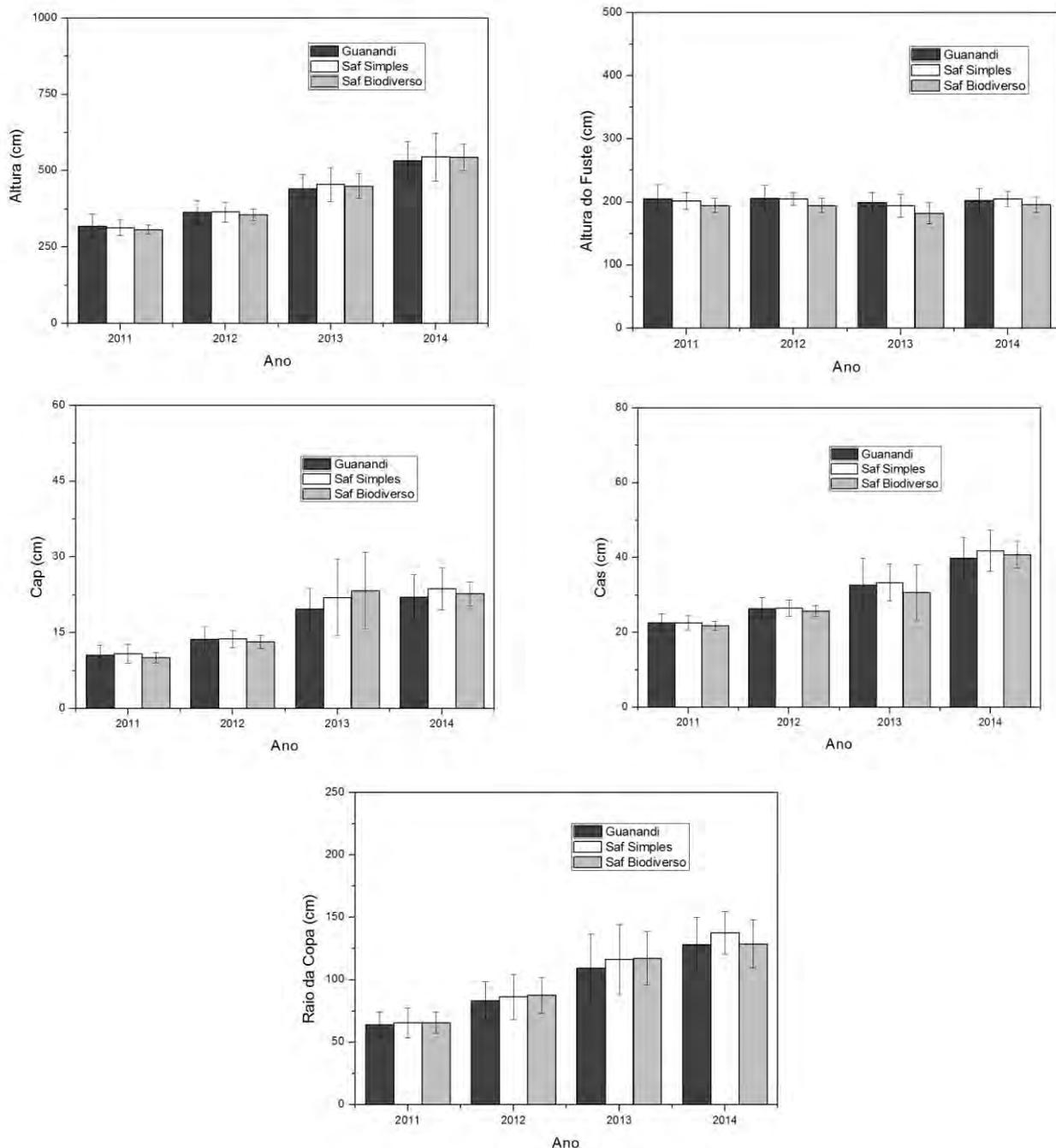
O monocultivo de guanandi, como alternativa de uso de solo de várzea por sua suposta adaptação ao ambiente inundável, demandou periódicas roçadas e o repasse manual à enxada no entorno das árvores, para controlar plantas trepadeiras indesejáveis. Com a evolução dos SAF, essas operações foram cada vez menos demandadas devido ao sombreamento por flemíngia, no SAF Simples e das espécies consortes, no SAF Biodiverso, reduzirem a densidade da vegetação espontânea. O aporte de resíduos orgânicos nos SAF também favoreceu a manta de raízes superficiais do guanandi, que apresentou as pontas descordadas em zonas de rápido crescimento seguidas de zona suberizada com ramificações pilíferas. O mínimo distúrbio do solo no plantio e na colheita do inhame evitou o rompimento dessas raízes, mais abundantes nas entrelinhas onde se acumulou a matéria orgânica e as adubações. Os SAF não prejudicaram o crescimento do guanandi (Tabela III-10 e Figura III-7)

Tabela III-10: Diferenças biométricas do guanandi, segundo o Teste de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) (Pindamonhangaba, SP - 2014)

Avaliações	2011	2012	2013	2014
Altura	0,9626	0,9489	0,8208	0,8997
Altura da copa	0,5249	0,1945	0,1718	0,3260
CAP	0,8290	0,6769	0,6080	0,7065
CAS	0,8069	0,6080	0,9116	0,4642
Raio da copa	0,4837	0,7615	0,7390	0,4350

O guanandi é uma espécie com potencial madeireiro que apresenta resultados contrastantes em distintos ambientes. Em Pindamonhangaba, SP, o consórcio com múltiplas

espécies visou restaurar os solos e obter madeira e produtos não madeireiros ao longo do tempo, notando-se ligeiro incremento em altura H, CAS e CAP do guanandi nos SAF, sendo o SAF Biodiverso o sistema que apresentou as menores amplitudes na distribuição dos dados em quase todas as avaliações (Tabela III-11).



Figuras III-7: Altura total, altura da copa, CAP, CAS e raio da copa do guanandi, em monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso em várzea (Pindamonhangaba/SP, 2011-2014).

Estudar o crescimento das árvores possibilita prever o aproveitamento madeireiro futuro, indicando adaptações necessárias no sistema de cultivo e no manejo; porém, demanda anos e deve ser associado ao melhoramento genético concomitante. Avaliações na taxa de crescimento do guanandi em reflorestamentos nas Filipinas revelaram 73% de correlação positiva com os teores de matéria orgânica do solo e do N (SCHNEIDER et al., 2014). A

concorrência de luz, também, pode afetar a produtividade do sistema como um todo. Em plantações mistas de guanandi, jacarandá (*Jacaranda copaia*) e quaruba (*Vochysia guatemalensis*) nas Filipinas, o guanandi apresentou o menor crescimento (17 m de altura), pois as demais espécies ficaram mais altas interceptando a luz (PETIT e MONTAGINI, 2006).

Nos anos de 2013 e 2014; mais secos que o habitual; a altura das árvores foi pouco superior nos SAF, com menor amplitude no SAF Biodiverso, ao passo que a altura da copa menor nos SAF se deve a menor produção de brotação adventícia. Os valores de CAP e CAS apresentaram ligeira superioridade nos SAF, sendo a maior CAP obtida no SAF Simples no ano de 2014 e menor amplitude de variação no SAF Biodiverso. Para o Rcopa os valores mais baixos nos SAF possivelmente estão relacionados ao estímulo ao crescimento apical em busca da luz, advinda da competição no estrato médio e inferior com as culturas consortes.

Tabela III-11: Biometria (cm) do guanandi em monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso em várzea (Pindamonhangaba, SP - 2015)

Avaliações	Ano	Monocultivo		SAF Simples		SAF Biodiverso	
		Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
H	2011	318,5	±36,7	313,9	±23,8	307,4	±13,3
	2012	364,7	±35,4	364,8	±30,7	355,7	±17,0
	2013	440,5	±43,4	455,1	±52,5	449,6	±38,5
	2014	532,6	±59,4	545,0	±73,8	543,7	±40,6
Hc	2011	205,1	±20,7	201,5	±12,5	194,5	±10,7
	2012	205,8	±19,3	204,6	±8,9	194,6	±10,6
	2013	199,4	±14,9	193,9	±17,2	181,8	±15,9
	2014	202,6	±18,0	204,8	±11,5	195,7	±11,3
CAP	2011	10,6	±1,9	10,8	±1,8	10,0	±1,0
	2012	13,6	±2,4	13,8	±1,6	13,2	±1,3
	2013	19,7	±3,9	22,0	±7,1	23,3	±7,1
	2014	22,1	±4,2	23,7	±3,9	22,7	±2,2
CAS	2011	22,5	±2,3	22,6	±1,9	21,8	±1,1
	2012	26,3	±2,8	26,5	±2,0	25,7	±1,4
	2013	32,7	±6,7	33,3	±4,7	30,7	±7,0
	2014	39,9	±5,2	41,9	±5,1	40,8	±3,4
Rcop	2011	41,8	±5,9	39,3	±4,0	38,9	±3,9
	2012	57,1	±7,3	55,2	±9,1	54,1	±4,5
	2013	74,4	±13,9	76,5	±11,6	78,8	±13,6
	2014	102,4	±15,9	93,4	±18,4	95,0	±8,5

Essas observações são reforçadas pela análise da taxa de crescimento (TCR), com um valor numérico relativo analisado entre períodos com intervalo de tempo similares. No período inicial, com o solo na maior parte do tempo saturado, as maiores TCR foram superiores para o Rcopa (14,8%) e CAP (13,5%). Considerando todo o período (32 meses), nota-se leve superioridade da TCR nos SAF para H, CAP e CAS. O contraste climático favoreceu diferenças no comportamento do guanandi dentro de cada época (Tabela III-12). Com maior oferta hídrica no intervalo de 18/04/2012 a 22/05/2013 (3-2), os SAF se

destacaram em quase todos os parâmetros na avaliação. No período seguinte e mais seco de 22/05/2013 a 13/05/2014 (4-3), apenas a taxa de crescimento da CAS se destacou nos SAF em relação ao monocultivo (Tabela III-12). Considerando todo o período experimental, o crescimento mensal médio do guanandi foi relativamente baixo, investindo mais no Rcopa (2,6%) e na CAP (1,8%).

Tabela III-12: Taxa de crescimento mensal do guanandi em várzea (Pindamonhangaba, SP - 2014)

Avaliações	Sistemas	Intervalo entre avaliações (meses)			
		(2) - (1)	(3) - (2)	(4) - (3)	(4) - (1)
		7	13	12	32
H	Monocultivo	11,4	4,3	5,1	0,2
	SAF Simples	11,6	4,6	5,0	0,4
	SAF Biodiverso	11,5	4,7	5,1	0,5
CAP	Monocultivo	13,5	6,1	4,3	1,5
	SAF Simples	13,2	7,3	4,0	1,9
	SAF Biodiverso	13,8	8,6	3,1	2,1
CAS	Monocultivo	11,7	4,6	5,2	0,5
	SAF Simples	11,8	4,7	5,5	0,8
	SAF Biodiverso	11,8	4,2	6,1	0,8
Rcopa	Monocultivo	14,5	5,0	6,5	2,7
	SAF Simples	15,1	5,7	5,2	2,4
	SAF Biodiverso	14,9	6,2	5,0	2,6

O guanandi também apresentou o crescimento lento quando comparado a outras espécies brasileiras, avaliadas para madeira de lei em reflorestamentos (PETIT e MONTAGNINI, 2006; PIOTTO et al., 2010; SCHNEIDER et al., 2014), apresentando ciclo longo, entorno de 20 a 30 anos. Nessas condições, o SAF pode gerar renda, tornando o empreendimento mais atrativo sob o ponto de vista econômico (BRANCALION et al., 2012).

Os plantios mistos com espécies nativas agregam benefícios sociais e econômicos, reabilitando áreas degradadas, restaurando a biodiversidade, fixando o gás carbônico, produzindo madeira certificada (PETIT e MONTAGINI, 2006), sendo possível obter-se o biodiesel das sementes de *Calophyllum* spp. (AGORAMOORTHY et al., 2012). Entretanto, o guanandi é caracterizado como árvore de dossel com moderada tolerância à sombra (SCHNEIDER et al., 2014), demandando a seleção de espécies mais adequadas para o consórcio e com o corte precoce, para não prejudicar o crescimento do guanandi.

O ambiente edáfico de várzea também demanda maior conhecimento para se recuperar as características físicas e favorecer o crescimento do guanandi. O plantio de florestas em terras agrícolas baixas (aflorestação) é atividade que conserva os recursos hídricos, podendo forçar a produção de água ao induzir a infiltração, baixando o fluxo laminar, resultando em segurança hídrica e saúde dos ecossistemas aquáticos; apesar de evidências indicarem que também pode reduzir a oferta de água localmente (van DIJK e KEENAN, 2007).

3.6.1 Fitossanidade do Guanandi

No início do experimento foi realizada análise prévia das árvores de guanandi com mais de cinco anos de idade, que apresentavam os sintomas de seca, sendo notável a morte

apical da copa seguida da desfolha descendente, do descolamento da casca e o super-brotamento situado logo abaixo da porção de tronco seco. Estudos realizados a partir de orifícios presentes na casca levaram à caracterização dos tecidos lenhosos com microscópio ótico (40x) observando-se os vasos condutores escurecidos (Figura III-8 e Figura III-9) com feixes vasculares infectados; principalmente o xilema, exibindo o micélio de fungo. Isolado em meio BDA, obteve-se esporos e micélio escuro septado em cultura pura, identificando-se o fungo biotrófico endófito e epifítico *Lasiodiplodia* Ellis & Everh. [Coelomycetes] *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.



Figura III-8: Orifício na madeira de guanandi (CEPAO/Pesagro-Rio).



Figura III-9: Fungo *L. theobromae* isolado do xilema do guanandi (imagem: Luiz Augusto de Aguiar, CEPAO/Pesagro-Rio).

Lasiodiplodia theobromae foi citado em *Calophyllum inophyllum* na Índia, em 1974 (KEW, 2015). No Brasil, em Manaus, *L. theobromae* foi caracterizado como um dos fungos emboladores e manchadores de madeiras mais frequentes em toras de 12 espécies florestais. Sob certas circunstâncias, os fungos emboloradores e manchadores podem ser antagônicos aos fungos degradadores, principalmente se forem os colonizadores pioneiros (HANADA et al., 2003). Por ocasião do abate e o aproveitamento experimental da madeira do guanandi no terraço, observaram-se manchas na madeira e perfurações por coleobrocas confirmando a possível associação de fungos e coleobrocas em Pindamonhangaba.

O guanandi é uma espécie nativa de grande importância histórica para o Brasil. O primeiro relato de danos vem do besouro-de-ambrosia [*Premnobius cavipennis* Eichhoff. (Scolytidae)], em Viçosa-MG, emergindo de orifícios com 1,1 a 1,3 mm de diâmetro com manchas ao redor das cavidades causadas por fungos (MORAIS et al, 2011). Em Pindamonhangaba, os orifícios e galerias apresentaram diâmetro de cerca de 1,0 mm, com larvas mortas no interior com 5 mm de comprimento e cabeça escura distinta.

A caracterização da ocorrência da seca descendente foi notável antes do início da conversão agroflorestal na primavera-verão, durante a inundação temporária do solo. A saturação do solo altera a ecofisiologia do guanandi, que apresenta mudanças morfológicas, anatômicas e fisiológicas devido à redução na disponibilidade de oxigênio às raízes (PIMENTA et al., 1998). O alagamento limita o desenvolvimento da parte aérea, a expansão e a produção de área foliar nova, surgem lenticelas hipertróficas e poucas raízes adventícias, reduzindo a condutância estomática e a taxa fotossintética devido à baixa concentração de clorofilas nas folhas (OLIVEIRA e JOLY, 2010). A hipertrofia das lenticelas e a formação de aerênquimas são adaptações a baixa oxigenação das raízes submersas, para manter a produção

de energia em níveis mínimos apenas para a sobrevivência vegetal (PIMENTA et al., 1998). A inundação do solo na várzea pode favorecer o ataque de besouros brocadores que penetram através de lenticelas e aerênquimas, onde as resinas protetoras da casca possivelmente estão em reduzida concentração ou mesmo não são encontradas. Ao realizar a análise de campo observaram-se que os orifícios das brocas incidiam nas lenticelas, mas não na casca íntegra. Epidemias de doenças destrutivas podem resultar de perturbações no ecossistema natural (ARNOLD, 1999).

Os SAF podem favorecer o controle biológico de doenças, pois, mimetizam processos ecológicos naturais, com princípios análogos da floresta devido à eficiência no uso de recursos biológicos (ALTIERI, 1999). A estratégia da agroecologia é explorar interações complementares e sinérgicas de combinações de culturas, árvores e animais em escala espacial e temporal, crescendo a abundância e diversidade de organismos acima e abaixo do solo, que provêm serviços ecológicos chave para os agroecossistemas (REIJNTJES et al., 1993). Os SAF com guanandi ampliam a biodiversidade podendo vir a promover o controle natural e sistêmico de *L. theobromae* e seus vetores.

3.7 Espécies Florestais

Nesta pesquisa empregou-se nove espécies pioneiras (P) de rápido crescimento: sesbânia, anjico preto, ingá-do-brejo, eritrina, pau-viola, boleiro, guapuruvú, aroeira e urucum, com diferentes arquiteturas de copa; uma espécie secundária inicial (Si): imbirussú; e quatro secundárias tardias (St), ipê-roxo, ipê-amarelo-do-brejo, paineira e pinha-do-brejo; sendo consideradas climácicas (C) para várzea, palmeira juçara e guanandi, apesar de também comportarem-se como pioneiras colonizadoras de brejos e várzeas (LORENZI, 2002); condições naturais da planície fluvial do rio Paraíba do Sul.

Ao todo foram plantadas por parcela 68 Pi : 8 S : 367 climácicas (juçara) percebendo nos 12 meses seguintes os efeitos da saturação do solo. O plantio adensado de sesbânia respondeu por 70,5% do estande das espécies pioneiras. No período seguinte e até o final do experimento, a vegetação herbácea se modificou nos SAF devido ao sombreamento e ao manejo.

A sesbânia foi inserida para melhorar a qualidade do solo, sendo a única espécie que recebeu podas nos anos de 2012 e 2013, adequando o formato de copa para favorecer os consórcios (Tabela III-13).

Tabela III-13: Diferenças na produção de fitomassa e vagens de sesbânia em duas épocas, em SAF Biodiverso com guanandi, com o Teste de Wilcoxon ($p < 0,05$)

Avaliações	Unidade	2012		2013		W ($p < 0,05$)
		Média	Desvio	Média	Desvio	
Estande	plantas ha ⁻¹	2540	±776	2464	±782	0,0225
MF PA	g planta ⁻¹	1192	±514	655	±269	0,1094
MS PA	g planta ⁻¹	494	±239	265	±110	0,1094
MF PA	Mg ha ⁻¹	3,28	±2,18	1,51	±0,51	0,0391
MS PA	Mg ha ⁻¹	1,37	±0,98	0,61	±0,20	0,0547
MF Vagens	kg ha ⁻¹	326,63	±427,27	124,61	±76,02	0,7422
MS Vagens	kg ha ⁻¹	35,88	±11,89	34,78	±12,06	0,4609

No cômputo geral a sesbânia aportou 4,8 Mg ha⁻¹ de massa fresca e 0,759 Mg ha⁻¹ de massa seca. A perda de vigor na rebrota após a primeira poda foi devido à seca, ataque de

besouros Chrysomelidae desfoliadores (*Chalcoplaxis* sp. e outros), recuperando-se posteriormente e frutificando em 2012 e 2013; e a retirada das gemas nas ramificações basais (toilete) e medianas situadas abaixo de 150 cm de altura, elevando-se a copa e alterando o formato de guarda-chuva para leque, percebendo ao final um raio da copa de 100 cm com ramos elevados que preencheram os espaços vazios deixados pela copa cônica do guanandi. A sesbânia é importante por sua capacidade de resposta aos fungos micorrízicos (HABTE et al, 1985) com elevado potencial de recuperação de áreas degradadas (COUTINHO et al, 2006).

Ao final de 32 meses, 12 espécies apresentaram taxa de sobrevivência superior a 69% (Tabela III-14); com sesbânia e juçara tendo os melhores desempenhos nas entrelinhas do guanandi. As taxas de sobrevivência foram mais elevadas nas espécies de grupos sucessionais do futuro, tais como imbirussú (Si), ipê-roxo e pinha-do-brejo (St). Dentre as pioneiras com taxas de sobrevivência mais baixas, guapuruvú (25%) e capixinguí (6%); ao passo que eritrina (69%) e boleiro (63%) foram intermediárias. Com a sobrevivência de mais de 70% de sesbânia formou-se um dossel contínuo nas entrelinhas do guanandi, porém, não muito denso, a cerca de 350 cm de altura acima do nível do solo; situação que pode ter favorecido a adaptação de espécies de grupos suscessionais do futuro (Si, St e C), tal como imbirussú (Si), que prefere condições de luz difusa, habitando formações pioneiras e florestas maduras (LORENZI, 2002). O estande final da sesbânia na linha do guanandi foi mais baixo: 61%.

Espécies raras do gênero *Handroanthus* apresentaram contrastes de adaptação e crescimento; ipê-roxo foi hábil em colonizar os solos argilosos inundáveis com taxa de sobrevivência superior a outras espécies Pi. No cômputo geral, a mortalidade foi relativamente baixa, obtendo-se satisfatório percentual de sobrevivência (Tabela III-14). Ao final do experimento as espécies: pau-viola, guapuruvú, ingá, ipê-roxo, aroeira e sesbânia (avaliada nas entrelinhas do guanandi) superaram os 350 cm de altura (Figura III-10). O ingá-do-brejo ramificou próximo ao nível do solo e acima de 50 cm ou 100 cm de altura, formando andares com novas ramificações resultando em Rcopa de 150 cm com folhagem semiperene em ramos entremeados à copa das do guanandi. Pau-viola de maior porte produziu ramos expandidos lateralmente (raio da copa de 140 cm) verticalizados, sobrepondo-se ao guanandi, com senescência natural dos ramos abaixo de 150 cm do nível do solo e o hábito caducifólio.

Tabela III-14: Percentual de sobrevivência de espécies arbóreas aos 36 meses após o plantio (n = nº de indivíduos) em SAF Biodiverso com guanandi em Pindamonhangaba - SP

Sobrevivência (%)	Espécies
100	Urucum (24), ipê-roxo (16), ingá-do-brejo (16), imbirussú (16), pinha-do-brejo (8)
94	Pau-viola (16)
88	Aroeira (24), anjico (16)
77	Juçara (104) na entrelinha do guanandi
71	Sesbânia (192) na entrelinha do guanandi
69	Paineira (16), eritrina (16)
63	Boleiro (16), ipê-amarelo-do-brejo (8)
61	Sesbânia (192) na linha do guanandi
27	Juçara (192) na linha do guanandi
25	Guapuruvú (16)
6	Sangra d'água (16)

O Guapuruvú, imbirussú, paineira, boleiro; consideradas espécies emergentes; e ipê-amarelo-do-brejo, desenvolveram fuste cilíndrico uniforme e reto com brotações laterais tardias e ramos horizontais estratificados; paineira os emitiu a partir de 100 cm enquanto no imbirussú isto se deu após 200 cm de altura do nível do solo. Até o momento da poda as copas espécies eram pouco ramificadas e apresentavam raio médio de 90 cm, juntamente com eritrina e anjico preto. O ipê-roxo, considerada de dossel alto, apresentou ramificações a meia altura e hábito caducifólio. O boleiro produziu brotações baixas em crescimento tardio, comparado às demais espécies. O guapuruvú não ramificou, mas sua copa expandiu-se a 140 cm e o anjico preto produziu ramificação horizontal alta inclinando o troco.

No estrato inferior a aroeira produziu ramos laterais horizontais e pendentes na base com raio da copa de 180 cm e ramos ortotrópicos dominantes passíveis de manejo para fuste reto. O urucum também revelou ramificações basais, com raio da copa de 120 cm, porém, verticalizada. A floração da aroeira e urucum foi desuniforme no ano de 2014. O crescimento da eritrina foi desuniforme, com brotações baixas rente ao solo que dificultaram o manejo em função dos acúleos, também, presentes em paineira.

As respostas de comportamento das espécies florestais indicam necessidades ou preferências ecológicas distintas; importantes questões a serem consideradas na restauração ambiental e no plantio de enriquecimento em aflorestamentos biodiversos; uma oportunidade para novos ensaios visando múltiplas combinações no espaço e no tempo, com ênfase em SAF.

Estudos do crescimento e das mudanças no formato das copas são importantes para o manejo agroflorestal. Conhecer o comportamento das espécies facilita planejar o arranjo de plantio e o manejo no tempo. Analisando as variações percentuais de crescimento em altura (TCR), observam-se taxas mais elevadas para capixingú e guapuruvú em todas as épocas, seguidas de pau-violado, aroeira, ingá-do-brejo e ipê-roxo (Tabela III-15). Eritrina apresentou o maior incremento da TCR de altura (33%) na transição de clima úmido para seco (3)-(2); enquanto que a paineira revelou maior fluxo de crescimento (30%) juntamente com o guapuruvú no período mais seco (4)-(3), assim como a pinha-do-brejo (26%), considerada espécie de áreas inundáveis (CASTAN et al., 2007).

Boleiro, pinha-do-brejo e urucum revelaram TCR de altura média de 11%, enquanto ipê-amarelo-do-brejo, juçara e sesbânia apresentaram baixo TCR de altura (Tabela III-15). Os maiores ritmos de crescimento em ipê-amarelo-do-brejo, juçara (29%), sesbânia (17%) e imbirussú (34%) ocorreram apenas no último período de avaliação.

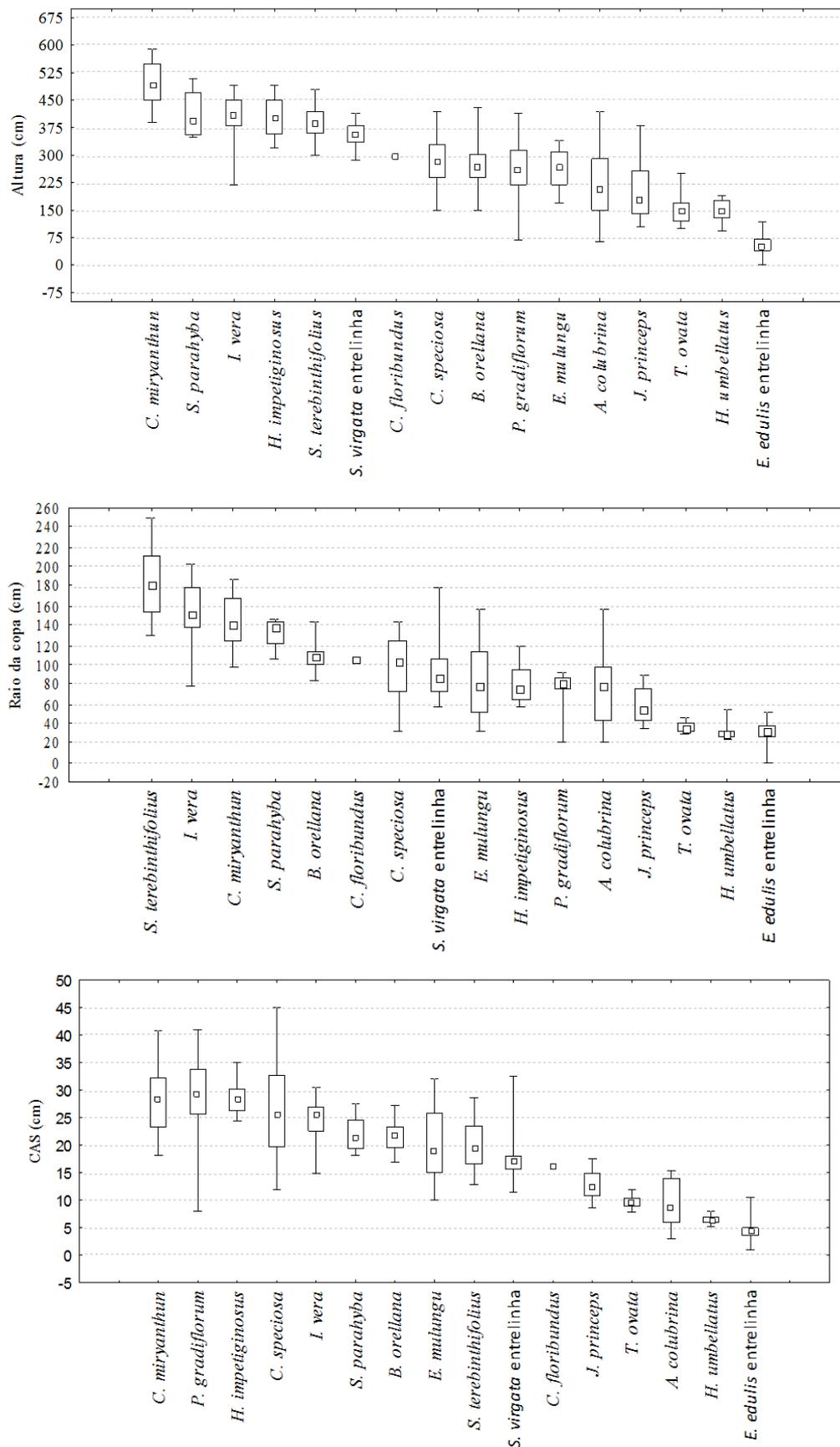


Figura III-10: Altura, Raio da copa e CAS de espécies florestais nativas em SAF Biodiverso com guanandi, aos 36 meses após o plantio em várzea (Pindamonhangaba, SP - 2015).

Tabela III-15: Variação percentual de incremento em altura (TCR) de 16 espécies arbóreas em intervalos mensais após o plantio em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP – 2014)

Espécie	(4) - (1)	(2) - (1)	(3) - (2)	(4) - (3)	(4) - (2)
	27	6	10	5	15
Capixinguí	46	36	29	27	32
Guapuruvú	41	39	21	30	26
Pau-viola	33	38	24	22	21
Aroeira	24	27	25	22	22
Ingá-do-brejo	21	29	21	22	18
Ipê-roxo	21	27	23	22	20
Paineira	17	23	15	30	18
Eritrina	17	17	33	18	24
Imbirussú	12	19	11	34	16
Boleiro	11	19	14	27	16
Pinha-do-brejo	11	18	15	26	15
Urucum	10	15	20	21	16
Anjico preto	9	15	15	27	16
Ipê-amarelo-do-brejo	8	17	11	29	13
Juçara (entrelinha)	7	13	13	29	15
Sesbânia	2	12	12	17	7
Juçara (linha)	-	10	-	-	-

A TCR da CAS (Tabela III-16) permitiu formar agrupamentos em classe: 19% de crescimento para guapuruvú, paineira e capixinguí; 15 a 16% de crescimento de aroeira, eritrina e pau-viola; de 10-14% em boleiro, urucum, ipê-roxo, ingá-do-brejo, anjico preto, pinha-do-brejo; e inferiores a 9% para sesbânia, imbirussú, ipê-amarelo-do-brejo e juçara. Valores de CAS superiores a 25 cm foram obtidos em pau-viola, imbirussú, ipê-roxo e ingá; de 15 – 20 cm em guapuruvú, urucum, eritrina, aroeira, sesbânia e capixinguí; e abaixo de 15 cm em boleiro, pinha-do-brejo, anjico preto, ipê-amarelo-do-brejo e palmeira juçara.

Os SAF são cada vez mais vistos como um meio eficaz de manter ou aumentar a produtividade das culturas e árvores no quadro atual de mudanças climáticas. Entretanto, os poucos dados sobre o monitoramento contínuo de espécies agrícolas e florestais são empecilhos ao avanço desses sistemas (GAMA, 2003).

A poda das espécies arbóreas foi realizada no início da época chuvosa quando as condições ambientais tornaram-se mais favoráveis à vigorosa rebrota. O maior aporte de fitomassa foi obtido com sesbânia e aroeira, nas entrelinhas; e por sesbânia nas linhas do guanandi; juntas, respondendo por mais de 70% do acúmulo de material orgânico, compondo o grupo funcional. Pau-viola - caducifólio; ingá-do-brejo e sesbânia - realizam a FBN -, também, integram o grupo funcional (Tabela III-17).

Urucum, capixinguí, ipê-roxo e eritrina participam do grupo de preenchimento, pelo rápido crescimento, boa cobertura do solo, favorecendo o grupo de diversidade e dificultando a colonização da vegetação espontânea.

Tabela III-16: Variação percentual de incremento em CAS (TCR) de 16 espécies arbóreas em intervalos mensais em SAF Biodiverso com guanandi (Pindamonhangaba, SP – 2014)

Espécie	(4) - (2)	(3) - (2)	(4) - (3)
	15	10	5
Guapuruvú	19	24	20
Paineira	19	22	22
Capixinguí	19	19	24
Aroeira	16	20	20
Eritrina	16	24	16
Pau-viola	15	21	18
Boleiro	14	16	22
Urucum	14	19	18
Ipê-roxo	13	18	19
Ingá-do-brejo	13	18	18
Anjico preto	12	14	22
Pinha-do-brejo	10	12	21
Sesbânia	9	14	16
Imbirussú	7	9	20
Ipê-amarelo-do-brejo	7	11	18
Juçara	-	-	21

O grupo diversidade abrangeu espécies com menores percentuais de árvores podadas aos 32 meses após o plantio: imbirussú, paineira e anjico preto, que são espécies tardias, apresentam comportamento emergente e copa compacta. Até o momento, boleiro e guapuruvú; ambas pioneiras; comportaram-se como espécies de diversidade, com pequenas podas de correção. O guapuruvú, imbirussú e boleiro; espécies emergentes; formaram estratos altos com ramificação lateral tardia. As secundárias tardias pinha-do-brejo, ipê-amarelo-do-brejo e a não pioneira juçara, integraram o grupo diversidade.

Ipê-roxo, secundária tardia, apresentou maior crescimento em contraste com ipê-amarelo-do-brejo, com ramificações regulares marcadas por bifurcação, formando copa esparsa, demandando a poda de formação para formar fuste reto, que pouco cresceu.

Algumas espécies se tornaram vulneráveis ao ataque de fitopatógenos. Sesbânia, em quase todo o ciclo, apresentou infestação de insetos desfolhadores (*Chalcoplacis* e outros), sendo que na última poda retirou-se as brotações basais, médias e apicais, deixando apenas uma haste única com cerca de 150 cm de altura.

O urucum exibiu a seca das folhas a partir dos bordos da ponta da folha invaginando-se e coalescendo os tecidos, que amareleceram, secaram e caíram aleatoriamente sem, porém, levar à total desfolha. Sua poda consistiu no esqueletamento e decote, mas, precisa ser reavaliada em função da possibilidade de se obter o coloral das sementes; apesar da pequena frutificação verificada entre janeiro e junho/2014, uma vez que é heliófita e foi sombreada.

A aroeira desenvolveu multicaules ramificados lateralmente e ramos horizontais pendentes cortados abaixo de 100 cm de altura, selecionando-se um guia ereto (unicaule); assim como o urucum, com ramos da saia cortados, selecionando-se ramos ortotrópicos, com o corte apical a 170 cm de altura.

Tabela III-17: Percentual de árvores podadas e aporte de fitomassa aérea (folhas e madeira) de 10 espécies cultivadas em SAF Biodiverso com guanandi em Pindamonhangaba –SP (2015)

Espécie	% podado	N° Árvores podadas ha ⁻¹	Fitomassa		Fitomassa	
			Folha MF	Lenha	Folha MS	Lenha
Sesbânia entrelinha	100	1049	3555	2092	2078	1185
Aroeira	100	121	1397	1196	765	547
Sesbânia linha	100	512	1164	489	680	277
Ingá-do-brejo	94	86	703	664	474	341
Urucum	100	138	520	285	278	125
Pau-viola	100	86	497	215	251	100
Ipê-roxo	94	86	253	242	68	114
Eritrina	100	63	134	63	68	26
Imbirussú	44	40	112	60	31	15
Paineira	73	46	56	52	26	19
Anjico preto	57	46	40	38	30	26

A poda em ingá e pau-viola elevou e compactou a copa, diminuindo a amplitude dos ramos sobrepostos ao guanandi e à bananeira. A pinha-do-brejo não foi podada, iniciando tardia emissão de ramos horizontais e eritrina e ipê-amarelo-do-brejo demandaram o corte de brotações basais atípicas.

3.8 Juçara

O cultivo da palmeira juçara em SAF Biodiverso com guanandi em várzea revelou diferenças na sobrevivência em função do local de plantio; com 77% de sobrevivência nas entrelinhas e apenas 27% de sobrevivência nas linhas do guanandi (Tabela III-14). Considerando todo o período do estudo, observam-se TCR de altura de (7%); similar ao ipê-amarelo-do-brejo (8%) e pinha-do-brejo (10%) (Tabela III-15). No período inicial a TCR foi de 13%, enquanto àquelas espécies apresentaram média de 17,5%. No intervalo seguinte, situou-se em 13%, enquanto pinha-do-brejo foi superior (15%) e o ipê-amarelo-do-brejo (11%); no último período, passou a 29%, similar ao ipê-amarelo-do-brejo e superior a pinha-do-brejo (26%). Considerando a CAS no período o incremento no crescimento (18%) foi similar a ipê-amarelo-do-brejo (18%) e inferior a pinha-do-brejo (21%) (Tabela III-16).

O aporte de resíduos orgânicos nas faixas de cultivo intercalar deve ter favorecido o estabelecimento da palmeira juçara; que correspondeu às melhorias de fertilidade e umidade dos solos. Quando cultivada na linha do guanandi, sem receber o aporte de fitomassa das espécies consortes, tornou-se vulnerável aos estresses ambientais. A umidade do solo é um fator determinante para o crescimento inicial da juçara (NAKAZONO et al., 2001; NOGUEIRA JUNIOR, 2003).

Entretanto, o menor crescimento, também, pode ocorrer quando se encontra em níveis mais acentuados de sombreamento, assim como o maior crescimento é obtido com o aumento de irradiância de 20 a 30% de luz solar total (NAKAZONO et al., 2001); razão pela qual o manejo da poda no SAF Biodiverso é vantajoso para a entrada de luz e ao aporte de resíduos orgânicos entorno das palmeiras.

4 CONCLUSÃO

1. A baixa taxa de crescimento do guanandi em várzea favoreceu a diversificação agroflorestal.
2. Os SAF não prejudicaram o desenvolvimento do guanandi que incrementou a CAS no SAF Simples.
3. O SAF Simples configura-se como um sistema intensivo de exploração de inhame em ambiente inundável, demandando estratégias para irrigação suplementar. A flemíngia em associação aportou quantidade de resíduos orgânicos suficiente para manter a elevada produtividade do inhame.
4. O SAF Biodiverso comportou-se como um sistema multiestrato, obtendo-se diversidade de produtos e acúmulo de fitomassa ao longo do tempo. A bananeira, com produção tardia baixa, forneceu brotações para expansão dos SAF e aportou resíduos orgânicos essenciais para garantir a sobrevivência de 77% das palmeiras juçara nas entrelinhas do guanandi, acelerando a restauração ambiental.
5. Doze espécies florestais apresentaram taxa de sobrevivência superior a 69%. Sesbânia se destacou com 70% de sobrevivência formando um dossel contínuo nas entrelinhas do guanandi, acumulando mais de 70% do material orgânico, juntamente com aroeira. De rápido crescimento, urucum, capixingui, ipê-roxo e eritrina se destacaram no grupo de preenchimento, enquanto capixingui, guapuruvú, pau-viola, aroeira, ingá-do-brejo e ipê-roxo atingiram mais de 375 m de altura, com TCR superior a 21%.
6. Os SAF são formas de uso do solo mais sustentáveis em comparação ao monocultivo de guanandi.

CAPÍTULO IV
FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS EM
MONOCULTIVO DE GUANANDI (*Calophyllum brasiliense*)
E SISTEMAS AGROFLORESTAIS

RESUMO

As plantas espontâneas, quando manejadas de maneira incorreta, podem competir por água, luz e nutrientes, inclusive, impactando o crescimento das árvores de guanandi. As pesquisas da população de plantas espontâneas existentes no terraço e na várzea da Fazenda Coruputuba visaram o estudo biológico, para estabelecer estratégias de manejo com reduzido impacto ao meio ambiente aproveitando-se o potencial retorno econômico. No terraço fluvial, foram identificadas 41 espécies, 38 gêneros e 24 famílias botânicas, sendo as mais abundantes: Asteraceae (oito espécies), Gramineae (cinco espécies) e Cyperaceae (três espécies); todas típicas de vegetação pioneira adaptadas a pleno sol. A divergência de similaridade inicial foi devido às variações na topossequência, tornando-se uniforme e divergindo ao final do experimento, com o predomínio de *Brachiaria decumbens* no monocultivo de guanandi. No SAF Biodiverso, houve o recrutamento de espécies de meia-sombra, destacando-se *Commelina benghalensis* e *Marantha arundinacea*. Na várzea, foram identificadas 49 espécies, 43 gêneros, 24 famílias botânicas, sendo as mais abundantes: Asteraceae (10 espécies), Gramineae (sete espécies), Fabaceae (cinco espécies) e Poaceae (cinco espécies). A similaridade inicial foi maior, aumentou no decorrer do experimento e declinou ao final, sempre com predomínio de Cyperaceas bioindicadoras de solos compactados. A introdução de *Flemingia macrophylla* reduziu a densidade de plantas espontâneas em função do sombreamento, principalmente, atuando, também, na restauração da fertilidade dos solos. Foi observada a regeneração natural de guanandi; disperso por morcegos; no SAF Biodiverso, no terraço fluvial e na várzea. Diversas plantas espontâneas são medicinais, bioativas, bioindicadoras, comestíveis e adubos verdes com potencial econômico, razão pela qual é recomendável sempre capina seletiva.

Palavras chave: Agroecologia, PANC, plantas bioindicadoras, plantas medicinais.

ABSTRACT

Phytosociology of spontaneous plants in monoculture of guanandi (*Calophyllum brasiliense*) and agroforestry systems

Spontaneous plants, when handled incorrectly, can compete for water, light and nutrients, including, impacting the growth of Guanandi trees. Surveys of the population of spontaneous plants on the river terrace and in the lowland of Coruputuba Farm aimed at the biological study, to establish management strategies with reduced impact on the environment by leveraging the potential economic return. On the river terrace, 41 species were identified, 38 genera and 24 botanical families, the most abundant: Asteraceae (eight species), Gramineae (five species.) and Cyperaceae (three species); All typical of pioneering vegetation adapted to the full sun. The initial similarity divergence was due to variations in declivity of the soil, becoming uniform and diverged at the end of the experiment, with the predominance of *Brachiaria decumbens* in the monocultivation of Guanandi. In the Biodiverse AFS, there was the recruitment of half-shadow species, highlighting *Commelina bengalensis* and *Marantha Arundinaceae*. In the lowland, 49 species were identified, 43 genera, 24 botanical families, the most abundant: Asteraceae (10 species), Gramineae (seven species), Fabaceae (five species) and Poaceae (five species.). The initial similarity was greater, increased in the course of the experiment and declined to the end, always with predominance of Cyperaceas bioindicators of compacted soils. The introduction of *Fleminga macrophylla* reduced the density of spontaneous plants in the light of shading, mainly, acting, also, in the restoration of soil fertility. The natural regeneration of Guanandi was observed; Dispersed by bats; In the Biodiverse AFS, the river terrace and the floodplain. Several spontaneous plants are medicinal, bioactive, bioindicator, edible and green manure with economic potential, which is why selective weeding is always recommended.

Key words: Agroecology, PANC, bioindicator plants, medicinal plants.

1 INTRODUÇÃO

As ervas espontâneas herbáceas são potenciais fontes de produtos não madeireiros em florestas cultivadas (FINEGAN e NASI, 2004). A biodiversidade de plantas de um sub-bosque com valor aromático e alimentar integram culturas medicinais milenares na Índia, China e Grécia, atraindo corporações ligadas à indústria farmacêutica (TIWARE et al., 2004).

As plantas medicinais são os principais recursos terapêuticos alternativos utilizados pela população nos cuidados com a saúde, seja na medicina tradicional ou popular; compondo programas públicos de fitoterapia no SUS – Sistema Único de Saúde, alguns com mais de 20 anos de existência (BRASIL, 2012).

Muitas plantas são denominadas ‘daninhas’ apenas porque ocorrem entre espécies cultivadas ou em locais onde as pessoas ‘acham’ que não deveriam ocorrer. Sobrevivem, sendo massacradas pelo pisoteio, enxada e herbicidas. No Brasil, cerca de 3.000 espécies de plantas alimentícias não convencionais (PANC) (matos de comer) de uso ‘tradicional’ ou ainda totalmente desconhecida, carecem de fomento científico e extensão para se tornarem parte da dieta da população (KINUP e LORENZI, 2014).

O conhecimento das características botânicas dessas plantas subsidia o controle seletivo ou o aproveitamento, pois, desempenham importante papel na dinâmica da paisagem. Os estudos fitossociológicos são importantes para caracterizar o papel das espécies na fitocenose, indicando os estágios sucessionais, respostas a mudanças no clima, solo e ação antrópica nas comunidades vegetais.

Em termos ambientais, a supressão da vegetação espontânea na floresta, a remoção ou à fraca deposição do *litter*, podem aumentar a erosão, quando as árvores deixam de cumprir a função na proteção do solo via o aporte de fitomassa e a conservação passa a depender mais da interceptação da copa (FAO, 2009). Minimizar o distúrbio no solo florestal preserva a matéria orgânica, reduz as perdas de nutrientes previne à erosão, eleva a atividade biológica e reduz os riscos de infestação com plantas espontâneas indesejáveis (GONÇALVES, 2004).

Nos sistemas ecológicos os organismos vivos interagem entre si e a alelopatia pode acontecer quando muitas plantas que produzem substâncias químicas acima e abaixo do solo os liberam através da decomposição da matéria orgânica de folhas ou de exudatos radiculares.

Em áreas inundáveis, muitas espécies piscicidas produzem alelopatia. Como exemplos, *Sesbania grandiflora* libera substâncias químicas no solo reduzindo a germinação de sementes (FUJI et al., 2003), assim como *Calophyllum inophyllum* (Calophyllaceae), que libera o isolado ‘inophyllolide’ proveniente das folhas e sementes (HARADA, 1994).

No caso das espontâneas de várzea, a fitossociologia permite extrapolar o controle e a domesticação para o território, uma vez que a maioria das espécies do estado de São Paulo obedece à mesma sequência qualitativa e quantitativa da região centro-sul do Brasil (ARANHA et al., 1980). A flora das várzeas é típica e apresenta uniformidade acentuada com ampla área geográfica e pela elevada umidade do solo (ARANHA et al., 1980).

O método de estudo fitossociológico proposto por Mueller-Dombois & Elleberg (1974), permite conhecer a dinâmica da população das plantas espontâneas e assim manejá-las nos sistemas de produção. Índices obtidos nesses estudos fornecem informações valiosas sobre a distribuição espacial e alterações que ocorreram ao longo do tempo, tais como Densidade Relativa (DR), Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR) e Índice de Similaridade (IS).

O objetivo dessa pesquisa foi caracterizar a dinâmica da comunidade de plantas espontâneas em três sistemas de cultivo de guanandi: monocultivo, SAF Simples e SAF Biodiverso, em uma topossequência do terraço à várzea.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização das Plantas Espontâneas

As plantas espontâneas herbáceas, rasteiras e arbóreas colonizadoras dos solos foram identificadas a campo com o auxílio de um mateiro que trabalha na Fazenda Coruputuba e com bibliografia especializada (LORENZI e MATOS, 2008; LORENZI, 2000).

Utilizando um quadrado inventário (0,25 x 0,25 m) (BRAUN-BLANQUET, 1979), lançado por oito vezes em cada parcela, caracterizaram-se as espécies espontâneas realizando-se a contagem das plantas e plântulas enraizadas na área interior da moldura. Avaliações foram feitas no terraço nos dias 19/09/2011, 24/09/2012, 28/09/2013 e 09/10/2014 e na várzea, em 04/10/2011, 17/09/2012, 28/10/2013, 13/10/2014. Determinou-se as frequências absoluta (FA%) e relativa (FR%), a densidade relativa (DR%) e o índice de similaridade (IS%) de plantas espontâneas ocorrentes em monocultivo de guanandi (T1); em SAF Simples consorciado com culturas anuais (T2) e em SAF Biodiverso, com biodiversidade de plantas anuais, frutíferas perenes e arbóreas diversas consortes (T3), em que:

2.1.1 Frequência absoluta

$$FA (\%) = NAe/Nat \times 100$$

em que: NAe o número de amostras em que ocorreu a espécie e Nat o número total de amostragens efetuadas;

2.1.2 Frequência relativa

$$FR (\%) = FAe/Fat \times 100, \text{ sendo:}$$

FA a frequência absoluta de determinada espécie e Fat a frequência absoluta de todas as espécies;

2.1.3 Densidade relativa

$$DR (\%) = Ne/Nt \times 100$$

em que: Ne o número de indivíduos de determinada espécie encontrado nas amostras e Nt o número total de indivíduos amostrados.

2.1.4 Índice de similaridade de Jaccard

Os índices de similaridade são expressões matemáticas utilizadas para comparar a flora de duas ou mais comunidades vegetais, indicando o grau de semelhança entre elas. Jaccard estabeleceu um coeficiente de similaridade com uma expressão matemática simples, baseada na relação presença/ausência entre o número de espécies comuns a duas comunidades ou áreas e o número total de espécies, independente do número de indivíduos (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974).

$$ISJ = (c / a + b + c) \times 100$$

em que ISJ é o Índice de Similaridade de Jaccard, *a* = número de espécies exclusivas da primeira comunidade; *b* é o número de espécies exclusivas da segunda comunidade e *c* é o número de espécies comuns às duas comunidades.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização Fitossociológica em Terraço Fluvial

No terraço fluvial foram identificadas 41 espécies, 38 gêneros, 24 famílias botânicas, sendo as mais abundantes: Asteraceae (8 espécies), Gramineae (5 espécies) e Cyperaceae (3 espécies), com o predomínio de dicotiledôneas (31) (Tabela IV-1).

O levantamento fitossociológico das espécies espontâneas no terraço no ano de 2011 revelou maior abundância de espécies no monocultivo de guanandi: *A. conyzoides*, *B. pilosa* e *C. benghalensis* (FA= 59%, 39% e 23%); no SAF Simples predominou as mesmas primeiras, acrescida de *Momordica charantia* (FA= 45%, 34% e 25%); e no SAF Biodiverso repetiram-se as duas primeiras acrescidas de *B. decumbens* (FA= 48%, 31% e 28%) (Tabela IV-2). Com relação à densidade relativa, àquelas com maior número de indivíduos no monocultivo foram: *B. pilosa*, *A. conyzoides* e *C. benghalensis* (DR= 47%, 22% e 6%), sendo as mesmas que predominaram no SAF Simples (DR= 25%, 23% e 11%) e o SAF Biodiverso igualmente dominado por *C. benghalensis*, *B. pilosa* e *A. conyzoides* (DR= 20%).

No monocultivo de Guanandi, dentre as 20 espécies amostradas, quatro (20%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR = 0,6%); e outras quatro (20%) com apenas um indivíduo (DR = 0,2%); no SAF Simples, seis espécies (25%) ocorreram em apenas uma parcela (FR= 0,6%) e cinco (21%) compareceram com apenas um indivíduo (DR = 0,3%); no SAF Biodiverso, das 25 espécies amostradas, 10 (40%) ocorreram em apenas uma parcela (FR = 0,7%) e cinco (20%) com apenas um indivíduo (DR = 0,2%) (Tabela IV-2).

No ano de 2012 (Tabela IV-3), as espécies mais frequentes no monocultivo de guanandi foram: *C. benghalensis*, *B. pilosa* e *E. sonchifolia* (FA= 41%, 34% e 28%); no SAF Simples predominaram as mesmas (FA= 45%, 42% e 35%); e no SAF Biodiverso: *B. pilosa*, *C. benghalensis* e *E. sonchifolia* (FA= 42%, 37% e 37%). Com relação à densidade, o maior número de indivíduos no monocultivo de guanandi foi: *B. decumbens*, *C. rotundus* e *C. benghalensis* (DR= 24%, 18% e 17%); nos SAF predominaram *C. bonariensis*, *B. pilosa* e *E. sonchifolia* (DR= 27%, 15% e 11% no SAF Simples e 29%, 24% e 9% no SAF Biodiverso, respectivamente). Das 20 espécies amostradas no monocultivo de guanandi, quatro (20%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR= 1,3% e 1,1%) e três (15%) com apenas um indivíduo (DR= 0,2%); no SAF Simples, das 21 espécies amostradas apenas três (14%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR= 1% e 3,8%) e três espécies (14%) compareceram com apenas um indivíduo (DR = 0,2%); no SAF Biodiverso, das 21 espécies identificadas, seis (29%) ocorreram em apenas uma das parcelas com FR menor que 5% e cinco (24%) com apenas um indivíduo (DR = 0,4%) (Tabela IV-3).

Os parâmetros de abundância das espontâneas no terraço em 2013 (Tabela IV-4) revelaram as mais frequentes no monocultivo de guanandi: *B. decumbens*, *C. benghalensis* e *C. rotundus* (FA= 31%, 14% e 5%); no SAF Simples: *C. benghalensis*, *Eleocharis* sp. e *P. tenellus* (FA= 29%, 9% e 6,2 %); e no SAF Biodiverso: *C. benghalensis*, *C. brasiliense* e *Eleocharis* sp. (FA= 14%, 5 % e 3%). Com relação à densidade, o maior número de indivíduos no monocultivo foi de *C. benghalensis*, *B. decumbens* e *C. rotundus* (DR= 48%, 28% e 13%); no SAF Simples: *C. benghalensis*, *P. tenellus* e *Eleocharis* sp. (DR= 70%, 10% e 5%), e no SAF Biodiverso: *C. benghalensis*, *C. brasiliense* e *Eleocharis* sp. (DR= 47%, 12% e 7%). No monocultivo de guanandi das 12 espécies amostradas, três (25%) ocorreram em apenas uma parcela (FR= 0,8%), sendo três (25 %) com apenas um indivíduo por parcela (DR= 0,3%); no SAF Simples, das 20 espécies identificadas, seis (30%) ocorreram em apenas uma parcela (FR= 0,8%) e outras seis (30%) com apenas um indivíduo (DR= 0,3%); no SAF

Biodiverso, das 15 espécies, quatro (27%) ocorreram em apenas uma parcela (FR= 1,5%) e três (20%) com apenas um indivíduo (DR = 1,2%) (Tabela IV-4).

Tabela IV-1: Relação de famílias botânicas, nome científico e popular de espécies espontâneas de ocorrência natural em plantios de guanandi no terraço, Pindamonhangaba – SP (2011 - 2015)

Família	Nome científico	Nome popular
ACANTHACEAE	<i>Thunbergia alata</i>	bunda-de-mulata
APIACEAE	<i>Foeniculum officinale</i>	funcho
ASTERACEAE	<i>Ageratum conyzoides</i>	erva-de-são-joão
	<i>Baccharis trimera</i>	carqueja
	<i>Conyza bonariensis</i>	buva
	<i>Galinsoga parviflora</i>	botão de ouro
	<i>Solidago microglossa</i>	arnica
	<i>Sonchus oleraceae</i>	serralha
	<i>Synedrellopsis grisebachii</i>	agriãozinho
	<i>Taraxacum officinale</i>	dente de leão
CAESALPINEACEAE	<i>Senna obtusifolia</i>	fedegoso
COMMELINACEAE	<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba
COMPOSITAE	<i>Bidens pilosa</i>	picão
	<i>Emilia sonchifolia</i>	pinçel
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomea purpúrea</i>	corda de viola
CRUCIFERAE	<i>Coronopus didymus</i>	mastruz
CUCURBITACEAE	<i>Momordica charantia</i>	melão de são caetano
CYPERACEAE	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca
	<i>Rhynchospora alba</i>	cebolinha
	<i>Eleocharis sp.</i>	capim fino
EUPHORBIACEAE	<i>Phyllanthus tenellus</i>	quebra pedra
FABACEAE	<i>Arachis pintoi</i>	amendoim forrageiro
	<i>Centrosema plumieri</i>	cipó bravo
	<i>Centrosema virginianum</i>	feijão bravo
GRAMINEAE	<i>Bracharia mutica</i>	capim angola
	<i>Brachiaria decumbens</i>	brachiaria
	<i>Cenchrus echinatus</i>	capim carapicho
	<i>Cynodon dactylon</i>	grama seda
	<i>Eleusine indica</i>	capim pe de galinha
HYPOXIDACEAE	<i>Hypoxis decumbens</i>	tiririca-de-flor-amarela
LYTHRACEAE	<i>Cuphea carthagenensis</i>	sete sangria
MALVACEAE	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	guanxuma
MARANTHACEAE	<i>Maranta arundinaceae</i>	araruta
MIMOSOIDEAE	<i>Mimosa pudica</i>	dormideira
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia sp.</i>	cruz de malta
ORCHIDACEAE	<i>Oeceoclades maculata</i>	orquídea terrícola
OXALIDACEAE	<i>Oxalis latifolia</i>	trevo
PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleraceae</i>	beldroega
SOLANACEAE	<i>Solanum americanum</i>	maria pretinha
	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	joá mata cavalo
TALINACEAE	<i>Talinum paniculatum</i>	major gomes
CLUSIACEAE	<i>Calophyllum brasiliense</i>	guanandi

Tabela IV-2: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas no terraço (2011), em monocultivo de Guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3)

Espécie	FA			FR			DR		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>Ageratum conyzoides</i>	59	45	48	23	18	21	22	23	19
<i>Bidens pilosa</i>	39	34	31	15	14	13	47	25	20
<i>Commelina benghalensis</i>	23	20	17	9	8	7	6	11	20
<i>Phyllanthus tenellus</i>	22	22	13	9	9	5	6	11	3
<i>Emilia sonchifolia</i>	19	16	14	7	6	6	3	3	4
<i>Rhynchospora alba</i>	17	13	14	7	5	6	5	5	13
<i>Brachiaria decumbens</i>	13	17	28	5	7	12	2	3	4
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	9	11	8	4	4	3	1	2	1
<i>Momordica charantia</i>	9	25	13	4	10	5	1	5	2
<i>Centrosema plumieri</i>	8	3	16	3	1	7	1	1	2
<i>Eleusine indica</i>	6	3	6	2	1	3	1	2	1
<i>Cyperus rotundus</i>	6	3	2	2	1	1	1	2	1
<i>Solanum americanum</i>	6	3	2	2	1	1	1	1	1
<i>Centrosema virginianum</i>	5	5	2	2	2	1	1	1	0
<i>Amaranthus sp.</i>	3	2	2	1	1	1	0	0	0
<i>Cynodon dactylon</i>	2	5	2	1	2	1	0	2	0
<i>Senna obtusifolia</i>	2	0	2	1	0	1	0	0	0
<i>Coronopus didymus</i>	2	0	2	1	0	1	1	0	0
<i>Solanum sisymbirifolium</i>	2	0	2	1	0	1	0	0	0
<i>Thunbergia alata</i>	2	0	2	1	0	1	0	0	0
<i>Hypoxis decumbens</i>	0	6	0	0	3	0	0	1	0
<i>Rhynchospora alba</i>	0	2	0	0	1	0	0	0	0
<i>Oxalis latifolia</i>	0	3	3	0	1	1	0	1	5
<i>Sonchus oleraceae</i>	0	3	3	0	1	1	0	1	0
<i>Arachis pintoi</i>	0	2	2	0	1	1	0	0	0
<i>Cenchrus echinatus</i>	0	2	2	0	1	1	0	0	0
<i>Portulaca oleraceae</i>	0	0	3	0	0	1	0	0	1
<i>Galinsoga parviflora</i>	0	2	0	0	1	0	0	0	0
<i>Foeniculum vulgare</i>	0	2	0	0	1	0	0	1	0

Os parâmetros de abundância das espontâneas no terraço no ano 2014 (Tabela IV-5) revelam as mais frequentes no monocultivo de guanandi: *B. decumbens*, *C. rotundus* e *C. benghalensis* (FA= 25%, 5% e 3%); no SAF Simples: *C. benghalensis*, *B. pilosa*, *M. arundinaceae* (FA= 15%, 7% e 6%); e no SAF Biodiverso: *C. brasiliense*, *M. arundinaceae* e *C. benghalensis* (FA= 6,2%, 5,2 % e 3,1%). Com relação à densidade, as espécies com o maior número de indivíduos no monocultivo de guanandi foram: *B. decumbens*, *C. rotundus* e *C. benghalensis* (DR= 64%, 14% e 6%); no SAF Simples: *C. benghalensis*, *C. bonariensis* e *B. pilosa* (DR= 36%, 14% e 12%); e no SAF Biodiverso: *C. brasiliense*, *M. arundinaceae* e *C. benghalensis* (DR= 41%, 26% e 22%).

Tabela IV-3: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas no terraço (2012) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3)

Espécies	FA			FR			DR		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>Commelina benghalensis</i>	41	45	36	13	12	11	17	9	6
<i>Bidens pilosa</i>	34	42	42	10	11	12	10	15	24
<i>Emilia sonchifolia</i>	28	35	37	9	9	11	3	11	9
<i>Brachiaria decumbens</i>	27	3	0	8	1	0	24	1	0
<i>Phyllanthus tenellus</i>	26	27	27	8	7	8	9	6	6
<i>Rhynchospora alba</i>	20	28	30	6	8	9	2	10	7
<i>Conyza bonariensis</i>	18	27	32	6	7	9	2	27	28
<i>Ageratum conyzoides</i>	16	19	16	5	5	5	3	2	1
<i>Cyperus rotundus</i>	15	16	13	5	4	4	18	2	1
<i>Amaranthus sp.</i>	15	19	21	5	5	6	0	5	8
<i>Ipomea purpúrea</i>	15	14	12	5	4	4	2	0	1
<i>Oxalis latifolia</i>	13	14	12	4	4	4	5	0	2
<i>Malvastrum coromandelianun</i>	13	17	14	4	5	4	1	1	1
<i>Eleusine indica</i>	12	19	15	4	5	4	1	3	1
<i>Galinsoga parviflora</i>	11	18	16	3	5	5	0	6	1
<i>Momordica charantia</i>	5	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Ludwigia sp.</i>	4	0	4	1	0	1	0	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	4	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Solanum americanum</i>	4	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Synedrellopsis grisebachii</i>	4	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Centrosema virginianum</i>	0	5	0	0	1	0	0	1	0
<i>Lepidium virginicum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cenchrus echinatus</i>	0	4	0	0	1	0	0	0	0
<i>Portulaca oleraceae</i>	0	5	0	0	1	0	0	1	0
<i>Tanilum paniculatum</i>	0	4	5	0	1	2	0	0	1
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Foeniculum officinale</i>	0	4	4	0	1	1	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	5	5	0	1	1	0	0	0

No monocultivo de guanandi, das 10 espécies amostradas, quatro (40%) ocorreram em apenas uma parcela (FR=1,3%) e duas (20%) com apenas um indivíduo por parcela (DR = 0,8%); no SAF Simples, das 20 espécies quatro (20%) ocorreram em apenas uma parcela (FR= 0,9%) e outras quatro (20%) com apenas um indivíduo (DR= 0,5%); no SAF Biodiverso, das seis espécies amostradas, duas (33%) ocorreram em apenas uma parcela (FR= 3,1%) e outras duas (33%) compareceram com um indivíduo (DR = 2,2%) (Tabela IV-5).

Tabela IV-4: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas no terraço (2013) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3)

Espécies	FA			FR			DR		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>Brachiaria decumbens</i>	31	2	0	49	3	0	28	2	0
<i>Commelina benghalensis</i>	14	29	14	21	45	40	48	70	47
<i>Cyperus rotundus</i>	5	3	2	7	4	5	13	2	7
<i>Centrosema plumieri</i>	4	1	1	6	1	3	2	0	2
<i>Centrosema virginianum</i>	3	2	1	5	2	2	2	1	1
<i>Phyllanthus tenellus</i>	2	6	1	3	10	3	2	5	3
<i>Oxalis latifolia</i>	2	2	1	2	2	3	2	2	3
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	2	2	1	2	2	3	1	1	2
<i>Bidens pilosa</i>	1	1	1	2	2	3	1	1	2
<i>Eleocharis</i> sp.	1	9	3	1	14	9	0	10	7
<i>Eleusine indica</i>	1	1	1	1	2	2	0	1	1
<i>Amaranthus</i> sp.	1	1	1	1	1	2	0	0	2
<i>Bracharia mutica</i>	0	1	0	0	2	0	0	2	0
<i>Ludwigia</i> sp.	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Emilia sonchifolia</i>	0	2	2	0	2	5	0	1	3
<i>Ageratum conyzoides</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Momordica charantia</i>	0	1	0	0	2	0	0	1	0
<i>Talinum paniculatum</i>	0	1	2	0	2	6	0	1	5
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0	0	5	0	0	14	0	0	11
<i>Synedrellopsis grisebachii</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Mimosa pudica</i>	0	1	1	0	1	2	0	0	1

Tabela IV-5: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas no terraço (2014) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3)

Espécies	FA			FR			DR		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>B. decumbens</i>	25	2	0	62	4	0	64	2	0
<i>Cyperus rotundus</i>	5	4	0	13	7	0	14	5	0
<i>Commelina benghalensis</i>	3	15	3	8	25	19	6	36	22
<i>Phyllanthus tenellus</i>	3	5	1	6	8	3	6	8	2
<i>Rhynchospora alba</i>	2	2	0	4	3	0	3	2	0
<i>Centrosema virginianum</i>	1	1	0	3	1	0	2	1	0
<i>Oxalis latifolia</i>	1	2	0	1	4	0	2	2	0
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	0
<i>Amaranthus</i> sp.	1	2	0	1	3	0	1	2	0
<i>Conyza bonariensis</i>	1	5	0	1	8	0	2	14	0
<i>Bidens pilosa</i>	0	7	0	0	12	0	0	12	0
<i>Sonchus oleraceae</i>	0	2	0	0	3	0	0	2	0
<i>Momordica charantia</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>Lepidium virginicum</i>	0	1	0	0	2	0	0	1	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	0	0	1	0	0	6	0	0	7
<i>Thunbergia alata</i>	0	2	0	0	4	0	0	2	0
<i>Tanilum paniculatum</i>	0	2	0	0	4	0	0	3	0
<i>Maranta arundinacea</i>	0	6	5	0	10	31	0	7	26
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0	1	6	0	2	37	0	1	41
<i>Solidago microglossa</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>Cuphea carthagenensis</i>	0	1	0	0	2	0	0	2	0
<i>Oeceoclades maculata</i>	0	0	1	0	0	3	0	0	2

3.1.1 Similaridade fitossociológica em terraço fluvial

Na implantação dos experimentos foi caracterizada a baixa similaridade fitossociológica entre as áreas e os tratamentos, provavelmente devido às características edafocológicas na topossequência. A similaridade do monocultivo de guanandi foi alta em relação ao SAF Biodiverso (80%); média com o SAF Simples (54%) e média entre SAF (52%), predominando: *A. conizoydes*, *B. pilosa*, *C. benghalensis*, *P. tenellus*, *E. sonchifolia*, *Rhynchospora*, *B. decumbens* (Tabela IV-6).

Com a implantação dos SAF a similaridade de plantas espontâneas teve ligeiro aumento entre o monocultivo de guanandi e o SAF Simples (58%), no ano de 2012, declinando a 60% com o SAF Biodiverso e aumentando para 71% entre os SAF. A maior densidade de espontâneas ocorreu no monocultivo, com significativo declínio de *B. decumbens* nos SAF, incremento de *Conyza bonariensis* com população pura em algumas parcelas e *B. pilosa*; sendo que esta se estabeleceu em ano chuvoso favorecida no consórcio com a mandioca, sombreando o solo e recrutando espécies similares que recolonizaram os SAF de maneira mais uniforme.

No ano de 2013 (Tabela IV-6), considerado pouco mais seco, a similaridade aumentou entre o monocultivo e os SAF, e reduziu entre os SAF. A rotação com araruta, bem formada no SAF Simples, e bananeiras adultas no SAF Biodiverso modificaram o ambiente nesses sistemas, podendo explicar a queda na densidade de plantas espontâneas e a seleção das espécies mais tolerantes à sombra, tal como *C. benghalensis*; ao passo que a densidade de *B.*

decumbens incrementou no monocultivo de guanandi.

A alta quantidade de *seedlings* de guanandi no SAF Biodiverso se deve à permanência de morcegos (*Artibeus* sp. e *Sturnira* sp.); que selecionam os frutos mais vigorosos dispersando-os despolpados abaixo das bananeiras utilizadas como poleiros, facilitando, assim, a germinação. Não foram encontradas plântulas de guanandi no monocultivo, provavelmente, porque a maior competição com gramíneas o impede de se estabelecer, conforme relato de Holl (1998), bem como à ausência de condições ambientais mais adequadas para abrigar os agentes dispersores, como no SAF Simples.

No último período (ano 2014), a comunidade de plantas espontâneas no monocultivo de guanandi foi 50% similar ao SAF Simples e a mais baixa com o SAF Biodiverso. Após quatro anos de consórcio com espécies arbóreas, as bananeiras vegetando exuberantemente cobrindo o solo, foram recrutadas espécies mais adaptadas à sombra, reduzindo a densidade de plantas espontâneas no SAF Biodiverso (Tabela IV-6).

No ano de 2014, o guanandi em monocultivo seguiu com alta densidade de *B. decumbens*; no SAF Simples, *C. benghalensis* dominou e houve significativa redução na população e densidade de plantas espontâneas no SAF Biodiverso, destacando a araruta recrutada como espontânea, colonizando áreas distantes da linha de cultivo normal, regenerando-se de partes de rizomas e raízes que permaneceram enterradas no solo do ano anterior. Por se tratar de espécie nativa com atividade micorrízica e adaptada à sombra, a colonização dos terraços pode vir a controlar a população indesejável de *B. decumbens* e ainda proporcionar algum rendimento de rizomas e de folhas em sistema extrativista, com baixo impacto ambiental em áreas ciliares. A presença da espécie rara *Oeceoclades maculata* (Orchidaceae) e o predomínio de plantas dicotiledôneas no SAF Biodiverso indicam condições ambientais cada vez mais favoráveis para a palmeira juçara.

Tabela IV-6: Índice de Similaridade de Jaccard (IS%) de plantas espontâneas em monocultivo (T1), SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3) em terraço em Pindamonhangaba, SP

Tratamentos	2011	2012	2013	2014
T1/T2	54	58	60	50
T1/T3	80	60	69	14
T2/T3	52	71	67	18
Média	62	63	65	27

3.2 Caracterização Fitossociológica em Várzea

Na várzea foram identificadas 49 espécies, 43 gêneros, 24 famílias botânicas, sendo as mais abundantes: Asteraceae (10 espécies), Gramineae (7 espécies), Fabaceae (5 espécies) e Poaceae (5 espécies), no período do ano de 2011 a 2014, com o predomínio de dicotiledôneas (31 espécies) (Tabela IV-7).

No ano 2011 as espécies mais frequentes no plantio puro de guanandi foram: *C. rotundus*, *A. conyzoides* e *P. clandestinum* (FA= 34%, 34% e 31%); nos SAF predominaram *A. conyzoides* (FA= 61% e 53%), *C. rotundus* (FA= 52% e 50%) e *C. benghalensis* (FA= 36% e 27%), respectivamente, no SAF Simples e SAF Biodiverso (Tabela IV-8). Com relação à densidade, apresentaram o maior número de indivíduos no plantio puro de guanandi: *C. rotundus*, *A. conyzoides*, *P. clandestinum* (DR= 24%, 18% e 16%); igualmente no SAF: *C. rotundus* (DR=33% e 31%) e *A. conyzoides* (DR= 22% e 23%); em terceiro *C. benghalensis* (DR=12%) e *P. clandestinum* (DR= 12%), no SAF Simples e SAF Biodiverso, respectivamente.

Tabela IV-7: Famílias botânicas e plantas espontâneas de várzea em plantios de guanandi, Pindamonhangaba, SP (2011 – 2015)

Família	Nome científico	Nome popular
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus</i> sp.	caruru
ARACEAE	<i>Colocasia esculenta</i>	taro
ASTERACEAE	<i>Ageratum conyzoides</i>	erva-de-são-jão
	<i>Baccharis trimera</i>	carqueja
	<i>Conyza bonariensis</i>	buva
	<i>Eclipta alba</i>	agrião-do-brejo
	<i>Eupatorium pauciflorum</i>	botão roxinho
	<i>Galinsoga parviflora</i>	botão-de-ouro
	<i>Solidago chilensis</i>	erva lanceta
	<i>Solidago microglossa</i>	arnica
	<i>Sonchus oleraceae</i>	serralha
	<i>Vernonia polyanthes</i>	cambará
CESALPINOIDEAE	<i>Senna obtusifolia</i>	fedegoso
COMMELINACEAE	<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba
COMPOSITEAE	<i>Bidens pilosa</i>	picão
	<i>Emilia sonchifolia</i>	pincel
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomea cairica</i>	campainha
	<i>Ipomea purpurea</i>	corda de viola
CUCURBITACEAE	<i>Momordica charantia</i>	melão-de-são-caetano
CYPERACEAE	<i>Cyperus iria</i>	capim grama
	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca
	<i>Eleocharis</i> sp.	capim fino
DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>	samambaia
EUPHORBIACEAE	<i>Phyllanthus tenellus</i>	quebra pedra
FABACEAE	<i>Arachis pintoi</i>	amendoim forrageiro
	<i>Centrosema plumieri</i>	cipó bravo
	<i>Centrosema virginianum</i>	feijão bravo
	<i>Crotalaria incana</i>	chocalho
	<i>Flemingia macrophylla</i>	flemíngia
GRAMINEAE	<i>Brachiaria decumbens</i>	brachiaria
	<i>Brachiaria mutica</i>	capim angola
	<i>Brachiaria plantagineae</i>	capim marmelada
	<i>Cynodon dactylon</i>	grama seda
	<i>Echinochloa</i> sp.	capituvas
	<i>Eleusine indica</i>	capim pé de galinha
	<i>Paspalum mandiocanun</i>	capim grama
HYPOXIDACEAE	<i>Hypoxis decumbens</i>	tiririca-de-flor-amarela
LAMIACEAE	<i>Hyptis brevips</i>	prunela
MALVACEAE	<i>Malvastrum coromandelianun</i>	guanxuma
MIMOSOIDEAE	<i>Mimosa pudica</i>	dormideira
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia</i> sp.	cruz-de-malta
OXALIDACEAE	<i>Oxalis latifolia</i>	trevo
POACEAE	<i>Andropogon bicornis</i>	capim rabo de burro
	<i>Digitaria horizontalis</i>	capim colchão
	<i>Eragostris pilosa</i>	capim orvalho
	<i>Paspalum virgatum</i>	capim navalha
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	capim quicuío
POLYGONACEAE	<i>Polygonum persicaria</i>	erva-de-bixo
PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleraceae</i>	beldroega
CALOPHYLLACEAE	<i>Calophyllum brasiliense</i>	guanandi
VERBENACEAE	<i>Cyntharexylum myrianthum</i>	tucaneiro

No monocultivo de guanandi, das 28 espécies amostradas, oito (29%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR=0,6%) e sete (25%) compareceram com apenas um indivíduo (DR= 0,3%); no SAF Simples, das 28 espécies amostradas, oito (29%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR=0,5%) e sete (25%) compareceram com apenas um indivíduo (DR = 0,2%) e no SAF Biodiverso, das 27 espécies amostradas, 10 (37%) ocorreram em apenas uma parcela (FR=0,54%) e nove (33,3%) compareceram com apenas um indivíduo (DR = 0,2%) (Tabela IV-8).

A Tabela IV-9 contém os parâmetros de abundância das plantas espontâneas na várzea no ano de 2012. As espécies mais frequentes no monocultivo de guanandi foram *C. benghalensis*, *C. rotundus*, *P. clandestinum* (FA= 50%, 45% e 31%); nos sistemas agroflorestais predominaram *C. benghalensis*, *P. clandestinum* e *C. dactylon* (FA= 58%, 30% e 25% para o SAF Simples e 45%, 30% e 30% no SAF Biodiverso).

Com relação à densidade as espécies com maior número de indivíduos no monocultivo de guanandi foram *C. rotundus*, *C. benghalensis*, *C. dactylon* (DR= 24%, 18% e 12%); nos sistemas agroflorestais foram *C. benghalensis* (DR=39% e 38%), seguida de *C. rotundus* (DR= 14% e 12%), e em terceiro lugar *Amaranthus sp* (DR=6,6%) e espécie *C. dactylon* (DR= 11%), respectivamente, no SAF Simples e SAF Biodiverso (Tabela IV-9).

No monocultivo de guanandi, das 26 espécies identificadas, cinco (19%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR = 0,5%) e quatro (15%) com apenas um indivíduo (DR = 0,2%); no SAF Simples, das 25 espécies, apenas uma (4%) ocorreu em apenas uma parcela (FR= 0,5%) e uma (4%) com apenas um indivíduo (DR = 0,1%); e no SAF Biodiverso, das 29 espécies, quatro (14%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR= 0,5%) e três (10%) compareceram com apenas um indivíduo (DR = 0,2%) (Tabela IV-9).

Na Tabela IV-10, os parâmetros de abundância das espécies espontâneas na várzea são listados para o ano de 2013, observando-se que as mais frequentes no monocultivo foram: *C. rotundus*, *Eleocharis sp.*, *M. coromandelianun* (FA= 81%, 81% e 33%); no SAF Simples: *Eleocharis sp.*, *C. rotundus*, *P. tenellus* (FA= 41%, 25% e 22%); e no SAF Biodiverso: *C. rotundus*, *Eleocharis sp.* e *C. rotundus* (FA= 36%, 34% e 14%).

As espécies com maior densidade de indivíduos no monocultivo foram: *C. rotundus*, *Eleocharis sp.*, *M. coromandelianun* (DR= 67%, 16% e 3,6%); e nos SAF, predominaram: *C. rotundus*, *Eleocharis sp.* e *C. benghalensis*; com DR=25%, 22% e 13% no SAF Simples e DR= 40%, 21% e 7,6% no SAF Biodiverso, respectivamente (Tabela IV-10).

Tabela IV-8: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas na várzea (2011) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3)

Espécies	FA			FR			DR		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>Ageratum conyzoides</i>	34	61	53	14	20	18	18	23	23
<i>Cyperus rotundus</i>	34	52	50	14	17	17	24	33	31
<i>Pennisetum clandestinum</i>	31	8	25	13	3	9	16	2	12
<i>Malvastrum coromandelianun</i>	28	14	16	11	5	5	9	2	5
<i>Oxalis latifolia</i>	17	36	27	7	12	9	6	12	9
<i>Ludwigia sp.</i>	11	13	16	4	4	5	2	3	3
<i>Centrosema plumieri</i>	9	16	11	4	5	4	3	3	2
<i>Digitaria horizontalis</i>	9	17	0	4	6	0	2	5	0
<i>Cynodon dactylon</i>	8	0	3	3	0	1	3	0	1
<i>Bracharia mutica</i>	6	3	0	3	1	0	3	0	0
<i>Cynodon dactylon</i>	6	8	17	3	3	6	1	2	3
<i>Emilia sonchifolia</i>	6	2	6	3	1	2	1	0	1
<i>Eragostris pilosa</i>	6	17	8	3	6	3	2	3	2
<i>Centrosema virginianum</i>	6	9	5	3	3	2	1	2	1
<i>Eleocharis sp.</i>	5	3	2	2	1	1	1	1	0
<i>Bidens pilosa</i>	3	5	8	1	2	3	1	1	2
<i>Brachiaria plantagineae</i>	3	9	3	1	3	1	1	1	0
<i>Eupatorium pauciflorum</i>	3	5	0	1	2	0	1	2	0
<i>Mimosa pudica</i>	3	3	3	1	1	1	1	0	0
<i>Phyllanthus tenellus</i>	3	3	9	1	1	3	1	0	2
<i>Eclipta alba</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Amaranthus sp.</i>	2	2	2	1	1	1	0	0	0
<i>Brachiaria decumbens</i>	2	3	2	1	1	1	0	0	0
<i>Calophyllum brasiliense</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cynodon dactylon</i>	2	0	2	1	0	1	0	0	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	2	2	0	1	1	0	0	0	0
<i>Polygonum persicaria</i>	2	2	2	1	1	1	0	0	0
<i>Hyptis brevips</i>	2	0	2	1	0	1	1	0	0
<i>Vernonia polyanthes</i>	0	0	2	0	0	1	0	0	0
<i>Crotalaria incana</i>	0	0	2	0	0	1	0	0	0
<i>Echinochloa sp</i>	0	2	0	0	1	0	0	0	0
<i>Paspalum mandiocanun</i>	0	2	2	0	1	1	0	0	0
<i>Eleusine indica</i>	0	2	0	0	1	0	0	0	0
<i>Momordica charantia</i>	0	0	5	0	0	2	0	0	1
<i>Solidago microglossa</i>	0	2	2	0	1	1	0	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	0	3	0	0	1	0	0	0	0

Tabela IV-9: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas na várzea (2012) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3)

Espécies	FA			FR			DR		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>Commelina benghalensis</i>	50	58	45	15	18	15	18	39	38
<i>Cyperus rotundus</i>	45	19	22	13	6	7	24	14	12
<i>Pennisetum clandestinum</i>	31	30	30	9	9	10	7	4	6
<i>Cynodon dactylon</i>	28	25	30	8	8	10	12	5	11
<i>Hypoxis decumbens</i>	28	13	13	8	4	4	8	2	2
<i>Malvastrum coromandelianun</i>	20	13	17	6	4	6	2	2	3
<i>Ludwigia</i> sp.	17	22	23	5	7	8	3	3	4
<i>Amaranthus</i> sp.	17	23	9	5	7	3	7	7	3
<i>Digitaria horizontalis</i>	17	8	9	5	2	3	5	1	2
<i>Bracharia mutica</i>	14	3	5	4	1	2	3	0	1
<i>Ageratum conyzoides</i>	14	20	14	4	6	5	2	2	2
<i>Ipomea cairica</i>	8	11	13	2	3	4	1	1	2
<i>Bidens pilosa</i>	6	13	9	2	4	3	1	2	1
<i>Eleocharis</i> sp.	5	9	11	1	3	4	2	5	3
<i>Emilia sonchifolia</i>	5	5	5	1	1	2	0	0	2
<i>Mimosa pudica</i>	5	5	3	1	1	1	1	1	1
<i>Polygonum persicaria</i>	5	3	3	1	1	1	1	0	1
<i>Phyllanthus tenellus</i>	3	3	5	1	1	2	1	0	1
<i>Centrosema virginianum</i>	3	3	11	1	1	4	0	0	1
<i>Solidago microglossa</i>	3	6	5	1	2	2	1	4	1
<i>Pteridium aquilinum</i>	3	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Eleusine indica</i>	2	8	5	0	2	2	0	1	1
<i>Brachiaria plantagineae</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	2	5	2	0	1	1	0	1	0
<i>Arachis pintoii</i>	2	0	2	0	0	1	0	0	0
<i>Cynodon dactylon</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis latifolia</i>	0	0	3	0	0	1	0	0	0
<i>Senna obtusifolia</i>	0	0	2	0	0	1	0	0	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	0	5	8	0	1	3	0	1	1
<i>Conyza bonariensis</i>	0	0	2	0	0	1	0	0	0
<i>Eragostris pilosa</i>	0	0	6	0	0	2	0	0	1
<i>Hyptis brevipes</i>	0	8	2	0	2	1	0	4	1
<i>Cyntharexylum myrianthum</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0

Tabela IV-10: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas na várzea (2013) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3)

Espécies	FA			FR			DR		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>Eleocharis</i> sp.	81	41	34	28	24	22	16	22	21
<i>Cyperus rotundus</i>	81	25	36	28	15	23	67	25	40
<i>Malvastrum coromandelianun</i>	33	9	13	11	6	8	4	4	7
<i>Centrosema plumieri</i>	14	9	13	5	6	8	1	4	5
<i>Mimosa pudica</i>	13	2	3	4	1	2	1	1	1
<i>Ludwigia</i> sp.	11	11	5	4	6	3	1	4	2
<i>Phyllanthus tenellus</i>	11	22	9	4	13	6	3	9	4
<i>Centrosema virginianum</i>	9	0	2	3	0	1	1	0	1
<i>Arachis pintoii</i>	6	0	0	2	0	0	1	0	0
<i>Andropogon bicornis</i>	6	0	0	2	0	0	1	0	0
<i>Brachiaria decumbens</i>	5	2	3	2	1	2	1	1	1
<i>Bracharia mutica</i>	5	0	0	2	0	0	1	0	0
<i>Brachiaria plantagineae</i>	5	3	5	2	2	3	1	1	2
<i>Calophyllum brasiliense</i>	3	2	3	1	1	2	1	1	1
<i>Commelina benghalensis</i>	2	20	14	1	12	9	0	13	8
<i>Emilia sonchifolia</i>	2	2	5	1	1	3	0	1	2
<i>Crotalaria incana</i>	2	3	0	1	2	0	0	1	0
<i>Echinochloa</i> sp.	2	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ipomea purpurea</i>	2	3	0	1	2	0	0	6	0
<i>Bidens pilosa</i>	0	9	0	0	6	0	0	4	0
<i>Oxalis latifolia</i>	0	0	2	0	0	1	0	0	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	0	2	0	0	1	0	0	1	0
<i>Cynodon dactylon</i>	0	0	3	0	0	2	0	0	1
<i>Solidago chilensis</i>	0	5	3	0	3	2	0	3	3
<i>Cyntharexylum myrianthum</i>	0	0	2	0	0	1	0	0	1

No monocultivo, das 20 espécies amostradas, seis (30%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR = 0,5%) e quatro (20%) compareceram com apenas um indivíduo (DR = 0,14%); no SAF Simples das 18 espécies amostradas, seis (33%) ocorreram em apenas uma parcela (FR= 0,9%) e seis (33%) comparecem com apenas um indivíduo (DR = 0,6%); e no SAF Biodiverso, das 17 espécies, três (18%) foram amostradas em apenas uma das parcelas (FR= 1,0%) e três (18%) com apenas um indivíduo (DR = 0,6%).

A Tabela IV-11 apresenta os parâmetros de abundância das espécies amostradas no ano de 2014 na várzea. As espécies mais frequentes no monocultivo de guanandi, foram: *C. rotundus*, *I. cairica*, *Ludwigia* sp. (FA= 50%,33% e 30%); no SAF Simples predominaram *Eleocharis* sp., *C. benghalensis* e *I. cairica* (FA= 23%, 11% e 9%; e no SAF Biodiverso: *I. cairica*, *C. benghalensis* e *C. brasiliense* (FA= 17%, 14% e 9,5%).

Tabela IV-11: Frequência absoluta (FA) e relativa (FR), densidade relativa (DR) de plantas espontâneas na várzea (2014) em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3)

Espécies	FA			FR			DR		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>Cyperus rotundus</i>	50	2	4	19	2	4	38	1	4
<i>Ipomea cairica</i>	33	9	17	12	13	20	7	9	21
<i>Ludwigia</i> sp.	30	3	6	11	4	7	12	3	7
<i>Malvastrum coromandelianun</i>	25	0	0	9	0	0	6	0	0
<i>Eleocharis</i> sp.	23	23	6	9	31	7	12	40	8
<i>Bracharia mutica</i>	14	0	5	5	0	6	3	0	6
<i>Echinochloa</i> sp.	14	0	0	5	0	0	5	0	0
<i>Emilia sonchifolia</i>	9	2	2	4	2	3	2	1	2
<i>Crotalaria incana</i>	9	3	8	4	4	10	3	3	13
<i>Centrosema virginianum</i>	8	2	1	3	2	1	1	1	0
<i>Brachiaria decumbens</i>	6	0	2	2	0	3	1	0	4
<i>Arachis pintoii</i>	6	0	0	2	0	0	2	0	0
<i>Solidago microglossa</i>	6	0	1	2	0	1	2	0	2
<i>Paspalum virgatum</i>	5	0	0	2	0	0	1	0	0
<i>Commelina benghalensis</i>	3	11	14	1	15	17	0	13	11
<i>Digitaria horizontalis</i>	3	2	1	1	2	1	1	4	4
<i>Eupatorium pauciflorum</i>	3	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Phyllanthus tenellus</i>	2	0	1	1	0	1	0	0	1
<i>Conyza bonariensis</i>	2	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Pennisetum clandestinum</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Andropogon bicornis</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Baccharis trimera</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Brachiaria plantagineae</i>	0	2	0	0	2	0	0	1	0
<i>Bidens pilosa</i>	0	3	2	0	4	3	0	3	4
<i>Oxalis latifolia</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0	3	10	0	4	11	0	4	10
<i>Flemingia macrophylla</i>	0	9	0	0	13	0	0	12	0
<i>Colocasia esculenta</i>	0	2	1	0	2	1	0	1	1

Com relação à densidade, no monocultivo, *C. rotundus* compareceu com DR= 38%, seguida igualmente de *Ludwigia* sp. e *Eleocharis* sp. (DR= 12%); no SAF Simples, predominaram *Eleocharis* sp. e *C. benghalensis* (DR=40% e 13%), seguida de *F. macrophylla* com DR= 12%; e no SAF Biodiverso as mais numerosas foram *I. cairica*, *C. incana* e *C. benghalensis* (DR= 21%, 13% e 11%).

Dentre as 22 espécies amostradas no monocultivo de guanandi, cinco (23%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR = 0,6%) e três (14%) compareceram com apenas um indivíduo (DR= 0,2%); no SAF Simples, das 14 espécies amostradas, seis (43%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR= 2%) e cinco (36%) compareceram com apenas um indivíduo (DR= 1,5%); e no SAF Biodiverso, das 17 espécies amostradas, sete (41%) ocorreram em apenas uma das parcelas (FR= 1,4%) e cinco (29%) compareceram com apenas um indivíduo (DR= 1,2%) (Tabela IV-11).

3.2.1 Similaridade fitossociológica em várzea

A composição da vegetação espontânea na várzea (Tabela IV-12) apresentou similaridade inicial média no ano de 2011 (65%), elevando-se no ano de 2012 (76%) e seguindo em queda nos anos de 2013 (59%) e de 2014 (45%), acompanhando o declínio da precipitação pluvial. A maior similaridade da vegetação espontânea ocorreu entre o monocultivo de guanandi e o SAF Simples; e entre os SAF. Essa tendência foi alterada no ano de 2014, quando a similaridade entre os SAF (55%) foi maior que a similaridade do SAF Biodiverso com o monocultivo de guanandi (48%). Essa significativa alteração da vegetação do SAF Simples provavelmente se relacionou à introdução de *F. macrophylla*; que aumentou o sombreamento ao nível do solo, coberto a maior parte do tempo com os resíduos recalcitrantes obtidos na poda da flemíngia, impedindo, assim, que muitas sementes de plantas espontâneas deixassem de germinar na ausência de luz.

No início do experimento, predominavam *Ageratum*, *Cyperus*, *Pennisetum*, *Oxalis*, *Digitaria* e *Centrosema*. No ano de 2012, *Commelina* esteve frequente 45%, seguida de *Cyperus*, *Pennisetum*, *Cynodon* e *Ludwigia*. No ano de 2013, *Eleocharis* predominou 81% no monocultivo, 41% no SAF Simples e 31% no SAF Biodiverso, ao passo que *Cyperus* com 81% no monocultivo, manteve-se abaixo de 35% nos SAF; e *Phyllanthus* com 22% no SAF Simples e *Commelina* com 20% no SAF Biodiverso; com surgimento de plântulas da espécie arbórea nativa pau-viola *Cytharexylum myrianthun*, também, introduzida experimentalmente.

No ano de 2014, o monocultivo foi dominado por *Cyperus* (50%), *Ipomea* (33%), *Ludwigia* (30%), *Malvastrum* (25%) e *Eleocharis* (23%); enquanto que no SAF Simples predominou *Commelina* (23%) e no SAF Biodiverso: *Ipomea* (17%), *Commelina* (14%) e *Crotalaria* (13%), sendo notável a presença de *seedlings* de guanandi no SAF Biodiverso (DR=10%).

Tabela IV-12: Índice de Similaridade de Jaccard (IS%), de plantas espontâneas em monocultivo de guanandi (T1), em SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3), em várzea, Pindamonhangaba, SP

Tratamentos	2011	2012	2013	2014
T1/T2	68	76	65	32
T1/T3	65	72	54	48
T2/T3	63	80	59	55
Média	65	76	59	45

3.3 Aplicações e Usos de Plantas Espontâneas

Muitas plantas silvestres do sub-bosque do guanandi têm substâncias ativas com registros de usos e pesquisas no mundo todo (Tabela IV-13). Dentre as citações com espécies de ocorrência local destacam-se: folhas de *Ageratum conyzoides* com atividade frente às inflamações ovarianas, amenorréia, dismenorréia, reumatismo e diarreia (AGRA et al., 2008); *Solidago microglossa* (SABIR et al., 2012) e *Baccharis trimera* com efeito hepatoprotetor e antioxidante (KARAM et al., 2015); *Conyza bonariensis* é anti-séptica empregada no trato de problemas oftalmológicos (TEIXEIRA; MELO, 2006); *Bidens pilosa* tem aplicação no tratamento da diabetes (LAI et al., 2015); *Emilia sonchifolia* é rica em terpenóides com efeito anticâncer (SOPHIA et al., 2012); folhas de *Malvastrum coromandelianum* têm ação anticonceptiva, antibacteriana, analgésica e anti-inflamatória (SANGHAI et al., 2013); e o uso do extrato aquoso de *Cynodon dactylon* é empregado na medicina iraniana para o tratamento de arteriosclerose com efeito angiogênico (SORAYA et al., 2015).

Tabela IV-13: Relação de espécies espontâneas em plantios de guanandi no terraço, Pindamonhangaba, SP (2011). Grupo (G) D=dicotiledôneas e M=monocotiledôneas; ciclo (C) A=anual e P=perene; propagação (P) S=semente e V=vegetativa; ocorrência (O) A=alta, B=baixa, R=regular; demanda luminosa L=luz e S=sombra

Nome científico	G	C	P	O	Luz	Usos	Referências
<i>T. alata</i>	D	P	S	R	L	ornamental	Lorenzi, 2002.
<i>F. officinale</i>	D	P	S	B	S	medicinal	Kinupp, 2014.
<i>A. conyzoides</i>	D	A	S	A	L/S	medicinal	Agra et al., 2008
<i>B. trimera</i>	D	P	S	B	L	medicinal	Karam et al., 2013
<i>C. bonariensis</i>	D	A	S	A	L	resisteherbicida	Lazaroto et al., 2008
<i>G. parviflora</i>	D	A	S	R	L	medicinal	Mostafa et al., 2013
<i>S. microglossa</i>	D	A	S	B	L	medicinal	Sabir et al. 2012
<i>S. oleraceae</i>	D	A	S	R	L	medicinal	Lima et al., 2009
<i>S. grisebachii</i>	D	A	S	R	L	resisteherbicida	Procópio et al., 2006
<i>T. officinale</i>	D	A	S	R	L	medic./bioind..	Erofeeva, 2014
<i>S. obtusifolia</i>	D	P	S	B	L	adubo verde	Gomes et al., 2012.
<i>C. benghalensis</i>	D	P/A	S/V	A	L/S	alimento	Rehel, S. 2013.
<i>B. pilosa</i>	D	A	S	R	L	medicinal	Lai et al. 2015.
<i>E. sonchifolia</i>	D	A	S	R	L	medicinal	Sophia et al., 2012.
<i>I. purpurea</i>	D	A	S	R	L	ornam/bioativ.	Meira et al., 2012.
<i>C. didymus</i>	D	A	S	B	L	medicinal	Busnardo et al., 2010.
<i>M. charantia</i>	D	P	S	R	L	bioativa	Saengsai et al., 2015.
<i>C. rotundus</i>	M	P	S/V	R	L	alimento	Kinupp, 2014.
<i>R. alba</i>	M	A	S	R	L	arquobotânica	Lechterbeck, 2009.
<i>Eleocharis sp.</i>	M	P	S/V	R	L	biorremediação	Avelino Neto, 2007.
<i>P. tenellus</i>	D	A	S	R	L	medicinal	Kinupp, 2014.
<i>A. pintoii</i>	D	P	S/V	R	L	adubo verde	Oliveira e Souto,2002.
<i>C. plumieri</i>	D	A	S	R	L/S	nutrição animal	CIAT, 1990.
<i>C. virginianum</i>	D	A	S	R	L/S	nutrição animal	CIAT, 1990.
<i>B. mutica</i>	M	A	V	A	L	forrageira	
<i>B. decumbens</i>	M	A	S	A	L	forrageira	Schreiner, 1988.
<i>C. echinatus</i>	M	A	S	A	L	alelopatia	Nascimento et al., 2009.
<i>C. dactylon</i>	M	A	S	A	L	medicinal	Soraya et al., 2015.
<i>E. indica</i>	M	A	S	R	L	resisteherbicida	Vidal et al., 2006.
<i>H. decumbens</i>	M	A	S	B	L		Kinupp, 2014.
<i>C. carthagenensis</i>	D	A	S	A	L		
<i>M. coromandelianum</i>	D	A	S	B	L	medicinal	Sanghai et al., 2013.
<i>M. arundinacea</i>	D	A/P	E/V	A	L/S		Kinupp, 2014.
<i>M. pudica</i>	D	P	S	R	L/S	medicinal	Ahmad et al., 2012.
<i>Ludwigia sp.</i>	D	P	S	R	L		
<i>O. maculata</i>	D	P	S	B	S		
<i>O. latifolia</i>	D	P	V	R	L/S		Kinupp, 2014.
<i>P. oleraceae</i>	D	A	S	R	L/S	alimento	Kinupp, 2014.
<i>S. americanum</i>	D	A	S	B	L/S	alimento	Kinupp, 2014.
<i>S. sisymbriifolium</i>	D	A	S	B	L		
<i>T. paniculatum</i>	D	A	S/V	B	L/S	alimento	Kinupp, 2014.
<i>C. brasiliense</i>	D	P	S	B	L/S	biocombustível medicamento	Agoramoorthy., 2012; Oliveira et al., 2014

Sonchus oleraceus é empregado no combate ao vitiligo (LIMA et al., 2009) e *Mimosa pudica* tem múltiplos usos, dentre os quais, o efeito diurético e alívio à depressão (AHMAD et al., 2012). O gênero *Ipomea* sp. apresenta glicolipídios, componentes fenólicos e alcaloides bioativos (MEIRA et al., 2012). *Galinsoga parviflora* apresenta atividade antibacteriana contra *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Aspergillus niger* e *Candida albicans* (MOSTAFA et al., 2013); e Plumericin, um iridóide isolado de *Momordica charantia*, possui atividade antibacteriana (SAENGSAI et al., 2015).

Com apelo nutricional: *P. oleraceae*, *S. americanum* e *T. paniculatum*, *Solanum americanum*, *Oxalis latifolia*, *M. arundinaceae*, *H. decumbens*, *C. brasiliense*, *T. officinale*, *S. oleraceus*, *G. parviflora*, *C. bonariensis*, *B. pilosa*, *F. officinale* e *Amaranthus* sp. são consideradas PANC (KINUPP, 2014). Em muitas partes do mundo onde a fome impera, a parte aérea de *Commelina benghalensis* cozida é empregada na alimentação humana (REHEL, 2013); os bulbilhos de Cyperaceae também são alimento, usadas em artesanato (SIMPSON e INGLIS 2001) ou servindo de base para perfumaria (i.e., *Cyperus articulatus*, ZOGHBI et al. 2006).

Cenchrus echinatus apresenta atividade alelopática (NASCIMENTO et al., 2009); *Conyza bonariensis* e *Synedrellopsis grisebachii* são indicadoras de tolerância ao glifosato (PROCÓPIO et al., 2006) e *Eleusine indica*, resiste aos herbicidas inibidores de ACCase (VIDAL et al., 2006). *Taraxacum officinale* é bioindicadora de poluição ambiental (EROFEEVA, 2014); *Eleocharis* sp. remove metais pesados da água em terras baixas (AVELINO NETO e MOREIRA, 2007) e Poaceas indicam o nível de degradação e estresse de florestas ripárias no Brasil (LONDE e SILVA, 2014). *Rhynchospora alba* é uma ruderal utilizada em estudos arqueobotânicos com foco nas ações antropogênicas de civilizações pré-históricas no meio ambiente (LECHTERBECK et al., 2009).

Para adubação verde, *Senna obtusifolia* é preconizada para o manejo agroecológico de hortaliças no semiárido nordestino (GOMES et al., 2012) e *Centrosema* sp. (OLIVEIRA e SOUTO, 2002) foi preconizada como forragem, possuindo mais de 14% de proteína (CIAT, 1990). Espécies dicotiledôneas com folhas largas mais frequentes nos SAF foram selecionadas devido à interceptação luminosa pelo dossel das culturas consortes mudando o comprimento da onda luminosa, que por sua vez provoca alteração na morfo-anatomia e rotas metabólicas das plantas espontâneas (VICTÓRIO et al., 2015), selecionando, assim, espécies com maior plasticidade e adaptadas à sombra.

No estágio inicial da sucessão ecológica as plantas anuais heliófilas que se propagam por sementes e se adaptam aos solos secos e úmidos são bioindicadoras de solos ácidos (CIAT, 1990). As espécies da família Cyperaceae associadas ao habitat inundável; dentre elas o gênero *Cyperus*, contribuindo com 25 espécies; *Rhynchospora*, com 23 espécies e *Eleocharis*, com 14 espécies descritas no Brasil; são bioindicadoras da saúde dos ecossistemas e hábeis no direcionamento da restauração ambiental. O conhecimento acerca das características botânicas é fundamental para subsidiar as técnicas de manejo e de controle seletivo, bem como o fomento ao aproveitamento dessas plantas (SILVA et al., 2013).

5 CONCLUSÃO

1. A vegetação espontânea no terraço não apresentou similaridade inicial; possivelmente, devido às variações ambientais na topossequência; uniformizou-se no decorrer do experimento e divergiu ao final em função dos tratamentos, havendo a seleção de gramínea heliófita no monocultivo e o recrutamento de espécies de sombra no SAF Biodiverso, inclusive, de araruta como planta espontânea.

2. Na várzea a similaridade inicial se manteve no segundo ano e declinou ao final, conservando o predomínio de Cyperaceas bioindicadoras de solos compactados. No SAF Simples a introdução de flemíngia modificou a comunidade de plantas espontâneas com a similaridade do SAF Biodiverso diferindo sensivelmente no monocultivo de guanandi.

3. A capina seletiva favoreceu a domesticação de plantas espontâneas úteis e adaptadas à sombra que possuem sistema radicular profundo competindo menos por água no terraço e rompendo camadas compactadas na várzea.

4. Devido às múltiplas propriedades; tais com as PANC (*T. paniculatum* p.ex., no terraço); leguminosas para adubação verde (*Senna obtusifolia*, no terraço e *Arachis pintoi*, na várzea); e diversas com histórico de uso na medicina essas plantas são consideradas parte do sistema de produção devendo ser manejadas de maneira criteriosa.

CAPÍTULO V
GESTÃO AMBIENTAL EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM
GUANANDI (*Calophyllum brasiliense*) NA FAZENDA CORUPUTUBA,
PINDAMONHANGABA, SP

RESUMO

A análise de sustentabilidade da Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP, com o sistema APOIA-NovoRural, abrangendo 62 indicadores de desempenho ambiental em cinco dimensões: Ecologia da paisagem, Qualidade ambiental (atmosfera, água e solo), Valores socioculturais, Valores econômicos e Gestão e administração. Visou melhorar a gestão ambiental do estabelecimento rural dedicado à diversificação arbórea e ao desenvolvimento da produção agroflorestal com guanandi. A análise foi realizada em duas etapas: planejamento em 20-21/09 e levantamentos de campo em 5-6/10/2011. O desempenho ambiental referiu-se à diversificação florestal iniciada no ano de 2006-7 e à conversão agroflorestal no ano de 2011. Como resultados houve destaque em todos os índices: Qualidade da água (0,94) satisfatória no entorno dos reflorestamentos e SAF, em relação à água de drena do campo de cultivo de arroz; Valores econômicos (0,85), com a geração e diversificação das fontes de renda, valorizando a propriedade; Valores socioculturais (0,76), com a restauração do patrimônio histórico e melhoria das condições de trabalho; e Ecologia da paisagem (0,77), com a adoção de boas práticas de manejo. Há oportunidade de avanços na Gestão e administração (0,69), com a maior dedicação dos administradores, na comercialização e reciclagem de resíduos; e na Qualidade do solo (0,65), agindo no controle da acidez e reestruturação dos solos de várzea. A Fazenda Coruputuba foi caracterizada como um estabelecimento rural com um elevado índice integrado de sustentabilidade (0,79), situando-se entre os cinco mais elevados índices no horizonte de 178 estudos de caso com o sistema APOIA-NovoRural, conforme registros do Laboratório de Gestão Ambiental da Embrapa Meio Ambiente; situação bastante favorável para a consolidar a diversificação arbórea com melhorias na gestão ambiental. Com o sistema Ambitec-Agro, obteve-se um índice geral de desempenho dos SAF com guanandi o valor de 4,14, com tendência positiva para praticamente todos os critérios analisados. Os índices de sustentabilidade social e ambiental foram similares dentro dos grupos de respostas e crescentes na seguinte ordem: Silvicultura (3,03), Pecuária (4,2) e Agricultura (5,2), com a melhora da qualidade do solo com práticas agroflorestais favorecendo a biologia da conservação, aumentando o sequestro de carbono, se comparado com áreas degradadas e pastagens. O grupo ‘Silvicultura’ destacou a redução do uso de insumos externos enquanto o grupo ‘Agricultura’ considerou a reduções dos gastos energéticos. Quanto ao impacto socioeconômico, os SAF proporcionam diversidade de fontes de renda. Os impactos positivos na gestão da Fazenda Coruputuba foram potencializados pelo bom relacionamento interinstitucional, com importantes contribuições da integração promovida pelos métodos de pesquisa participativa.

Palavras-chave: Ambitec-Agro, Apoia NovoRural, sistemas agroflorestais, Mata Atlântica.

ABSTRACT

Environmental management in systems agroforestry with guanandi (*Calophyllum brasiliense*) in Coruputuba Farm, Pindamonhangaba, SP.

The sustainability analysis of Coruputuba Farm, in Pindamonhangaba, SP, with the system supports NovoRural, covering 62 environmental performance indicators in five dimensions: Landscape ecology, Environmental quality (atmosphere, water and soil), Socio-cultural values, Economic values and Management and administration. It aimed to improve the environmental management of rural establishment dedicated to the tree diversification and the development of agroforestry production with Guanandi. The analysis was conducted in two stages: Planning in 20-21/09 and field surveys in 5-6/10/2011. The environmental performance referred to the forest diversification initiated in the year of 2006-7 and the conversion agroforestry in the year of 2011. As results were highlighted in all indices: Water quality (0.94) satisfactory in the surrounding reforestation and AFS, relative to water drain from the rice cultivation field; Economic values (0.85), with the generation and diversification of income sources, valuing the property; Socio-cultural values (0.76), with the restoration of historical heritage and improving the working conditions; and landscape Ecology (0.77), with the adoption of good management practices. There is an opportunity for advances in Management and administration (0.69), with the utmost dedication of administrators, in the marketing and recycling of waste; and in Soil quality (0.65), acting in the control of acidity and re-structuring of lowland soils. Coruputuba Farm was characterized as a rural establishment with a high integrated Sustainability index (0.79), located among the five highest indexes on the horizon of 178 case studies with the system supports NovoRural, according to Laboratory Records Environmental Management of Embrapa Environment; A very favorable situation for consolidating the tree diversification with improvements in environmental management. With the Ambitec-Agro system, a general performance index of AFS was obtained with Guanandi the value of 4.14, with a positive tendency towards virtually all the criteria analyzed. The indices of social and environmental sustainability were similar within the groups of responses and growing in the following order: Forestry (3.03), Livestock (4.2) and Agriculture (5.2), with the improvement of soil quality with practices agroforestry favouring the biology of conservation, increasing carbon sequestration, compared to degraded areas and pastures. The 'Forestry' group highlighted the reduction in the use of external inputs while the 'Agriculture' group considered to reduce energy expenditure. As for the socio-economic impact, the SAF provides diversity of income sources. The positive impacts on the management of the Coruputuba Farm were enhanced by the good interinstitutional relationship, with important contributions from integration promoted by participatory research methods.

Keywords: Ambitec-Agro, Apoia NovoRural, systems agroforestry, Atlantic Rainforest.

1 INTRODUÇÃO

Desde o ano de 2008 o Brasil figura entre os maiores produtores e consumidores de agrotóxicos do mundo (LONDRES, 2011), seguindo o modelo no qual a agricultura figura como vilã e vítima dos atuais problemas ambientais. Focando a superprodução convencional de alimentos; dispensando a força de trabalho familiar com a modernização dos meios de produção baseado no alto consumo de energia e no uso indiscriminado de insumos agroindustriais, esse modelo produz riquezas concentradas e causa mais danos socioambientais, levando ao colapso dos recursos naturais.

Situada no Vale do Paraíba, a Fazenda Coruputuba completou 100 anos no ano de 2011; eleito o ‘Ano Internacional das Florestas’ pela ONU; inovando em ciência e tecnologia florestal. Cícero Prado, o fundador, adquiriu as terras e implantou um dos primeiros polos de produção de papel craft do Brasil a partir do aproveitamento de casca e da palha de arroz, introduzindo mais tarde o eucalipto nos moldes convencionais. Os herdeiros e administradores empiricamente buscaram novas oportunidades de investimento com a diversificação arbórea, fomentando o plantio de guanandi e *Acacia mangium*, visando agregar o valor a terra e abrir novo mercado de madeiras nobres, movelaria e artesanato.

No ano de 2011; no âmbito do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Agroecologia, e nas atribuições de pesquisador científico na APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Polo Regional do Vale do Paraíba; tiveram início o projeto de pesquisa aplicada para a conversão agroflorestal das plantações de guanandi na Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP. Dentre objetivos principais das pesquisas sobre gestão ambiental, destacam-se: avaliação dos impactos dos SAF e do projeto no meio ambiente e na gestão da fazenda; validação da experiência com metodologia apropriada para torna-la referência de sustentabilidade no uso do solo das terras baixas do Vale do Paraíba.

Os SAF atenuam os problemas ambientais por meio de diversos mecanismos, atraindo público de diversas origens, interessados em transformar os benefícios ecológicos em econômicos, por meio do aumento da produtividade agrícola e florestal (HILDRETH, 2008). Evidências empíricas se multiplicam em todo o mundo comprovando que os sistemas agroecológicos oferecem respostas consistentes à crise socioambiental das sociedades contemporâneas (PETERSEN et al., 2009).

Entretanto, para a gestão da conversão agroecológica são necessárias ferramentas que possibilitem uma leitura sistêmica, diferente do modelo reducionista da ciência agrícola conservadora. Devido à escala espacial e temporal em que se desenvolvem a atividade econômica; o conjunto de recursos naturais explorados e a interface sociocultural; faz-se necessário a adoção de boas práticas de gestão.

Dentre os métodos mais aceitos para se realizar a análise de desempenho ambiental de atividades rurais, os indicadores de sustentabilidade; envolvendo os aspectos ecológicos, econômicos e socioculturais; são os mais utilizados. Organizados em sistemas de avaliação de impactos, relacionam os níveis crescentes de complexidade e exigência de metas de gestão. Esses sistemas de avaliação demandam o envolvimento de diversos atores para possibilitar que a ferramenta de gestão fomente o diálogo comum.

Como exemplo, na região norte de Mato Grosso; conhecida como Portal da Amazônia; diversas instituições que atuam no apoio à implantação de SAF sucessionais para a recuperação de áreas degradadas e geração de renda, com amplas diferenças metodológicas, reuniram-se no ano de 2011 com técnicos e agricultores experientes em SAF para construir um protocolo de monitoramento, ampliando a base de informações abrangendo toda a região.

Definiram indicadores e variáveis específicas para avaliação de SAF focados na recuperação ambiental e na geração de renda (INSTITUTO OURO VERDE, 2012).

Uma alternativa de avaliação ambiental de atividades rurais, adequação tecnológica agropecuária e gestão ambiental participativa, é o Sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades Rurais (APOIA-NovoRural - RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003) e o Sistema de Avaliação dos Impactos de Pesquisas e Tecnologias Ambitec-Agro.

Nessa etapa do trabalho de pesquisa, foram adaptados os métodos APOIA-NovoRural e Ambitec-Agro para a avaliação dos impactos dos sistemas agroflorestais no meio ambiente e na gestão da Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP, como subsídio à conversão agroflorestal de guanandi.

1.1 Bens e Serviços Ecosistêmicos

Como o projeto visa desenvolver SAF funcionais com biodiversidade em cada ambiente, o desempenho relativo foi avaliado em função da intensidade dos fatores abióticos e com base nos indicadores, tais como: provisão de água limpa, regulação de enchentes, proteção do solo à erosão, manutenção do clima (sequestro de carbono), polinização e serviços culturais para preencher as necessidades recreativas, intelectuais e espirituais.

A avaliação dos SAF com indicadores reconhecidos possibilitou iniciar o processo de certificação ambiental da origem de produtos de manejo orgânico conforme as leis vigentes.

O envolvimento dos proprietários rurais possibilitou focar a regularização hídrica, reduzindo os impactos ambientais, buscando adequar o processo produtivo à legislação, aproximando-os de organizações não governamentais e de instituições de pesquisa e extensão.

1.2 Sistemas de Avaliação de Impacto e Gestão Ambiental

A adoção de sistemas de avaliação de impacto ambiental e de gestão visou incentivar à adoção de SAF no Vale do Paraíba, monitorando inovações agroflorestais por meio dos sistemas APOIA-NovoRural e Ambitec-Agro, focando a avaliação dos impactos ambiental das tecnologias em desenvolvimento e o subsídio à gestão administrativa da unidade.

A iniciativa contou com avaliadores externos especialistas e também com instrutores do Laboratório de Gestão Ambiental da Embrapa Meio Ambiente. Com estudos no Brasil e no exterior, esses profissionais adaptaram a metodologia para os SAF, facilitando a participação de público diverso interessado em vivenciar a experiência na etapa de levantamento de dados e discussão dos resultados, garantindo isenção e confiabilidade à pesquisa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 APOIA-NovoRural

Em trabalhos de campo realizados aos 20 e 21 de setembro e 05 e 06 de outubro do ano de 2011 uma equipe de pesquisadores e analistas ambientais da Embrapa Meio Ambiente e da APTA - Polo Regional do Vale do Paraíba, realizou o estudo de indicadores de desempenho ambiental da Fazenda Coruputuba, em Pindamonhangaba, SP.

A base metodológica foi o sistema APOIA-NovoRural, que consta de 62 indicadores integrados de sustentabilidade, tendo como contexto espaço-temporal a diversificação agroflorestral com guanandi e *Acacia mangium*, que ocorre desde o ano de 2007. Cerca de 10 hectares de guanandi substituíram a cultura do arroz em várzea e em quatro hectares de terraço fluvial margeando a várzea, sobre pastagens formadas a partir do corte de eucaliptos anteriormente existentes na propriedade. Nos terraços mais elevados, a acácia foi introduzida em rotação ao eucalipto e o produtor vem estendendo suas atividades com foco na diversificação agroflorestral.

O Sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades Rurais (APOIA-NovoRural) é uma alternativa para avaliação de atividades visando à adequação tecnológica agropecuária e gestão ambiental participativa (RODRIGUES e CAMPANHOLA, 2003). Por meio do Sistema APOIA-NovoRural analisaram-se as condições de manejo das atividades produtivas na escala do estabelecimento rural, contribuindo com o desenvolvimento sustentável com os seguintes princípios:

- Análise de atividades rurais e situações ambientais na Fazenda Coruputuba;
- Abrangência de indicadores dos aspectos ecológicos, econômicos, socioculturais e de manejo, implicados no desenvolvimento local sustentável;
- Facilidade de detecção de pontos críticos para a correção de manejo;
- Expressão dos resultados de forma direta para os agricultores, tomadores de decisão e o público em geral;
- Informatização, que fornece uma medida final integrada do impacto e da sustentabilidade ambiental das atividades avaliadas.

O sistema englobou 62 indicadores ambientais construídos em matrizes de ponderação formuladas para análise de múltiplos atributos, segundo as cinco dimensões de sustentabilidade: ecologia da paisagem, qualidade ambiental (atmosfera, água e solo), valores socioculturais e econômicos, e gestão e administração (Figura V-1).

Em visita de campo coletaram-se amostras de solo e da água, cujos resultados foram inseridos em matrizes formuladas para esses indicadores, que ponderam automaticamente os dados e expressam os índices gráficos de desempenho (Figura V-2), agregados em índices integrados. Cada indicador contém dados comparativos da situação prévia e posterior à implantação da atividade, com fatores de ponderação para causa e níveis de impactos e escalas de variação percentual dos índices.

Na Figura V-3, a matriz contém o local de residência e qualificação dos trabalhadores com os respectivos fatores de ponderação (k); células para entrada de dados (no caso, porcentagem de trabalhadores com a residência e qualificação); linha de averiguação da correção do preenchimento (no caso, deve ser igual a 100%); expressão de cálculo do índice de desempenho (porcentagens e fatores de ponderação, ou seja, $90 \cdot 2 \cdot 10 + 10 \cdot 3 \cdot 10 = 2100$); tabela de correspondência entre índice de emprego qualificado e desempenho ambiental em valores de utilidade (escala 0 a 1); expressão gráfica da relação; equação e coeficientes para conversão do índice de emprego qualificando valores de utilidade ($U - I_{EmpLQ} = 0,93$).

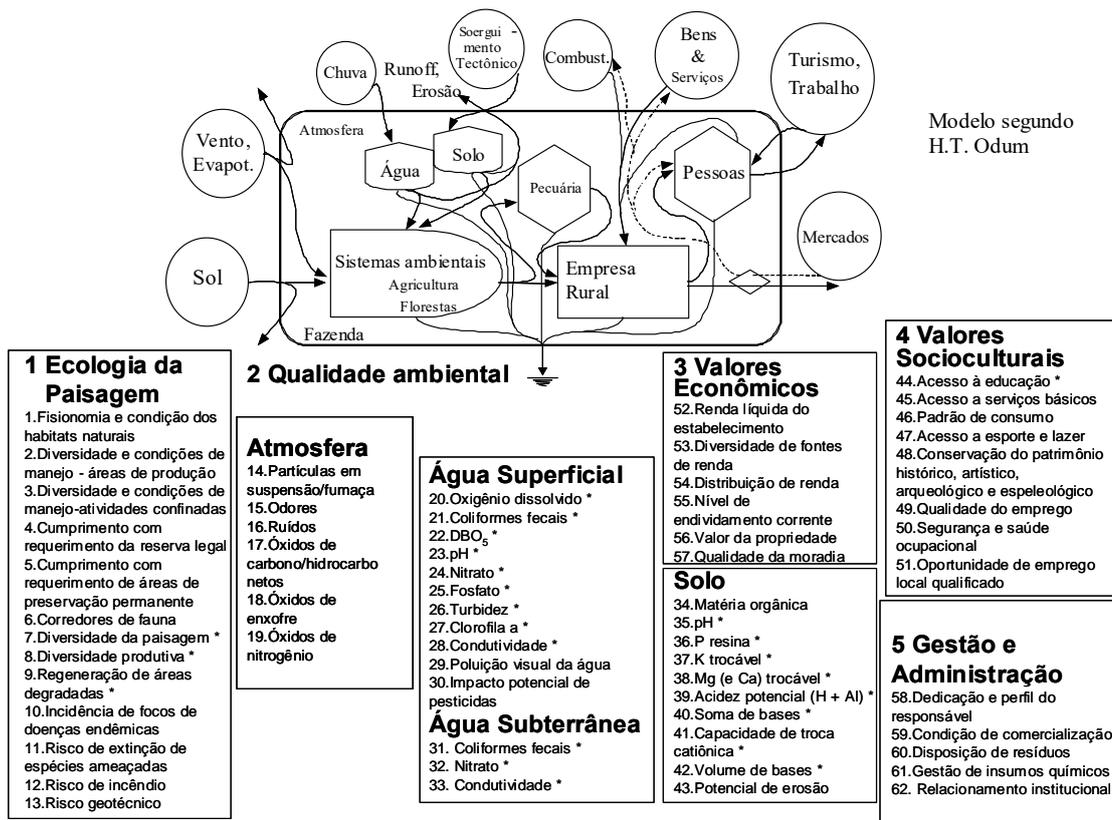


Figura V-1: Dimensões sistêmicas de sustentabilidade dos indicadores de um estabelecimento rural. Fontes externas de matéria e energia associadas a estoques internos; unidades ambientais e produtivas exportam produtos e recebem a compensação dos mercados, conectam-se com fluxos de reciclagem, retroalimentação e controle (APOIA-NovoRural) (RODRIGUES & CAMPANHOLA, 2003).

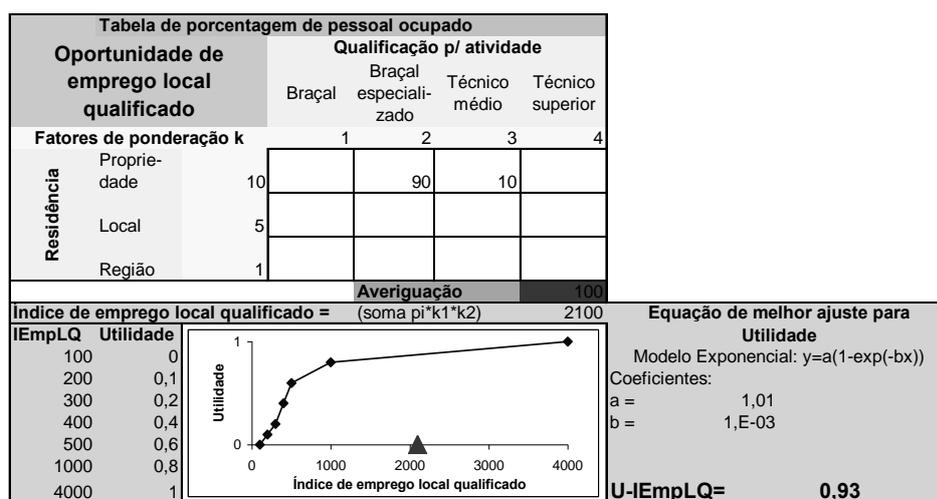


Figura V-2: Exemplo de matriz de ponderação do indicador ‘Oportunidade de emprego local qualificado’ (APOIA-NovoRural) (RODRIGUES & CAMPANHOLA, 2003).

Ao final, os resultados dos indicadores das matrizes de ponderação são agregados pelo valor médio para o conjunto de indicadores em cada dimensão, expressos por meio de um gráfico-síntese da sustentabilidade (Figura V-3), onde a linha de base (0,70) é representada na cor vermelha e os índices de cada componente do Sistema APOIA-Novorural em azul. Por meio do gráfico, verificam-se as dimensões que merecem maior atenção e aquelas que contribuem de forma positiva para o desempenho ambiental do estabelecimento. São gerados gráficos específicos de cada dimensão de sustentabilidade, que apresentam os indicadores, permitindo recomendações específicas de manejo e a adoção de tecnologias, promovendo a gestão ambiental participativa do estabelecimento rural.

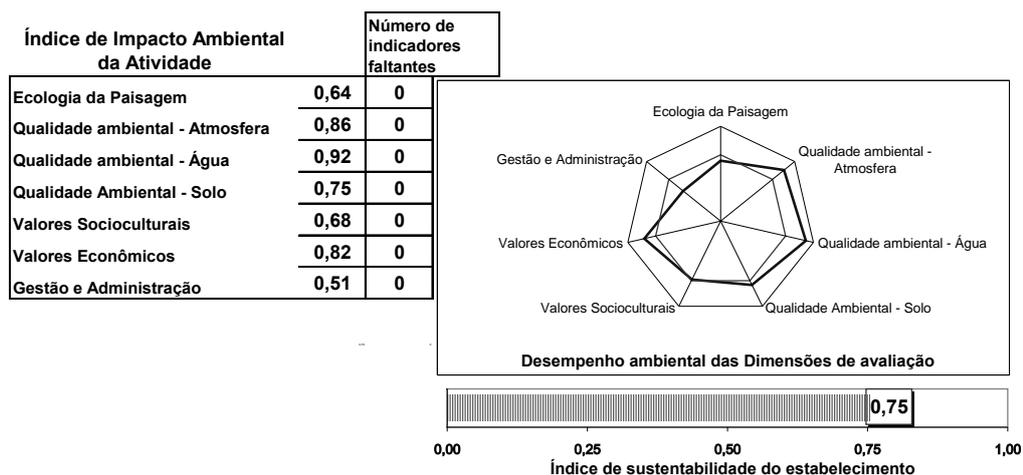


Figura V-3: Exemplo de expressão da análise de sustentabilidade (APOIA-Novorural) (RODRIGUES, 2010).

O conjunto de dados considerados para a formulação do Relatório de Gestão Ambiental da diversificação agroflorestal foi composto por 10 planilhas:

- Referência: apresenta a base metodológica, os aspectos gerais e as principais referências bibliográficas, com exemplos da aplicação do Sistema APOIA-Novorural e referência institucional.
- Identificação: dados para a identificação do estabelecimento, condições de escala e organização das atividades produtivas e o contexto espaço-temporal definido para as observações de campo, seleção de amostras e consideração dos objetivos de sustentabilidade do produtor interessado nas análises.

As planilhas referem-se às matrizes de ponderação dos indicadores das cinco dimensões, incluem os cálculos para obtenção do Índice de Sustentabilidade com apresentação gráfica, cobrem todos os indicadores agrupados nas seguintes dimensões:

2.1.1 Ecologia da paisagem

- EcolPaisag: matrizes de ponderação para os 13 indicadores referentes a fitofisionomia e condição dos habitats naturais, áreas de produção, atividades não agrícolas e produção animal. Inclui o cumprimento da reserva legal e áreas de preservação permanente (APP), recuperação de áreas degradadas, corredores ecológicos, focos e vetores de doenças endêmicas, riscos às espécies ameaçadas de extinção, riscos de incêndio e geotécnico. Os levantamentos de usos do solo e a situação de manejo das atividades produtivas foram realizados com o auxílio de imagens de satélite e plantas do estabelecimento verificadas com GPS e informações do responsável.

2.1.2 Qualidade ambiental

A dimensão Qualidade Ambiental incluiu a (a) Qualidade da Atmosfera, (b) da Água e (c) do Solo, composta de 30 indicadores. Amostras de água e solo foram obtidas para caracterizar a situação antes (fora da influência) e posterior (com influência) das atividades produtivas em avaliação. Cada componente da dimensão foi apresentado separadamente resultando no respectivo índice de desempenho ambiental, como segue:

- QualAmb-atm: matrizes de ponderação para seis indicadores de referência sobre emissões gasosas e Qualidade da Atmosfera, incluindo a produção de partículas em suspensão e fumaça, emissão de gases poluentes (óxidos de carbono, enxofre e nitrogênio), geração de odores e ruídos. Dada à complexidade dos procedimentos, suas considerações basearam-se em alterações sensoriais observadas na avaliação.
- QualAmb-água: matrizes de ponderação para 14 indicadores selecionados de Qualidade da Água, incluindo os aspectos físico-químicos e biológicos das águas superficiais e subterrâneas, poluição visual e o impacto potencial por pesticidas. Certos indicadores (O₂, pH, condutividade e turbidez) foram medidos no campo com uma sonda multi-parâmetro Horiba (U-10). Nitrato e fosfato foram analisados com um refletômetro de campo Merck RQFlex. Níveis de coliformes fecais estimados com tiras de cultura Technobac (AlphaTecnoc Química). Amostras de água foram levadas ao laboratório para análises de DBO₅ e clorofila com espectrofotômetro HACH. Eventuais confirmações foram realizadas em análises contratadas em laboratórios certificados.
- QualAmb-solo: matrizes de ponderação para 10 indicadores de Qualidade do Solo, definida segundo rotina para fertilidade química e informações referentes aos processos erosivos. As análises foram realizadas em laboratórios especializados e os resultados quantitativos inseridos nas matrizes de ponderação.

2.1.3 Valores socioculturais

- Valsociocult: matrizes de ponderação para oito indicadores, abrangendo a qualidade de vida dos residentes na propriedade, incluindo o acesso à educação, serviços básicos, esporte e lazer, padrão de consumo, conservação do patrimônio histórico e características do emprego, incluindo os benefícios legais, segurança, saúde ocupacional e qualificação dos trabalhadores, obtidas por meio de entrevistas.

2.1.4 Valores econômicos

- Valecon: matrizes de ponderação para seis indicadores, envolvendo informações obtidas por meio de entrevistas sobre a renda do estabelecimento, estabilidade, segurança e evolução do montante líquido; diversidade de fontes e a distribuição da renda entre os envolvidos nos processos produtivos. Endividamento, evolução do patrimônio e qualidade da moradia completam a dimensão.

2.1.5 Gestão e administração

- Gestão: matrizes de ponderação para cinco indicadores, considerando a dedicação e o perfil gerencial do responsável pela fazenda, as condições de comercialização, o destino, reciclagem e o tratamento dos resíduos produzidos e insumos químicos, e o relacionamento institucional do estabelecimento.

- AIA-final: a planilha integrou graficamente os resultados dos indicadores de desempenho ambiental agrupados em cada dimensão de sustentabilidade. Verificaram-se quais indicadores deveriam ser priorizados para a melhoria da gestão e quais contribuiriam positivamente para o desempenho ambiental. Da mesma maneira, as dimensões foram agrupadas para a obtenção do Índice de Sustentabilidade final.

2.2 Ambitec-Agro

O sistema Ambitec-Agro (RODRIGUES et al., 2002; 2005) consiste de um conjunto de matrizes de ponderação multicritério para indicadores integrados (Figura V-4). Os efeitos da adoção tecnológica ou atividade rural sobre os indicadores foram verificados em vistorias de campo e levantamento de dados com os responsáveis pelo estabelecimento.

Dados relacionados às variáveis quantitativas de área, volumes, frequências ou proporções foram expressos nas matrizes de ponderação como ‘coeficientes de alteração’ padronizados com valores entre -3 (decréscimo no indicador) a +3 (acréscimo), refletindo os efeitos da tecnologia ou atividade estudada em particular.

Os indicadores foram ponderados segundo a relevância na composição do critério. Quando os coeficientes de alteração levantados em campo foram inseridos nas matrizes os índices de impacto foram calculados para cada indicador de maneira combinada, compondo o índice de impacto em escala final ± 15 . Ao inserir os coeficientes em todas as matrizes de ponderação o Índice de Desempenho da Inovação Tecnológica foi gerado.

No estudo de caso da conversão agroflorestal da produção de guanandi, a avaliação dos impactos com o método Ambitec-Agro se desenvolveu nas seguintes etapas: capacitação da equipe de pesquisadores e do produtor; definição da área geográfica para seleção e contextualização da avaliação; reunião de público eclético e externo; vistoria de campo levantando dados junto com o produtor, análise dos indicadores e preenchimento das matrizes de ponderação; avaliação dos índices de desempenho, interpretando e formulando o relatório com proposição de práticas alternativas de manejo e tecnologias, para converter os pontos fracos em vantagens socioambientais.

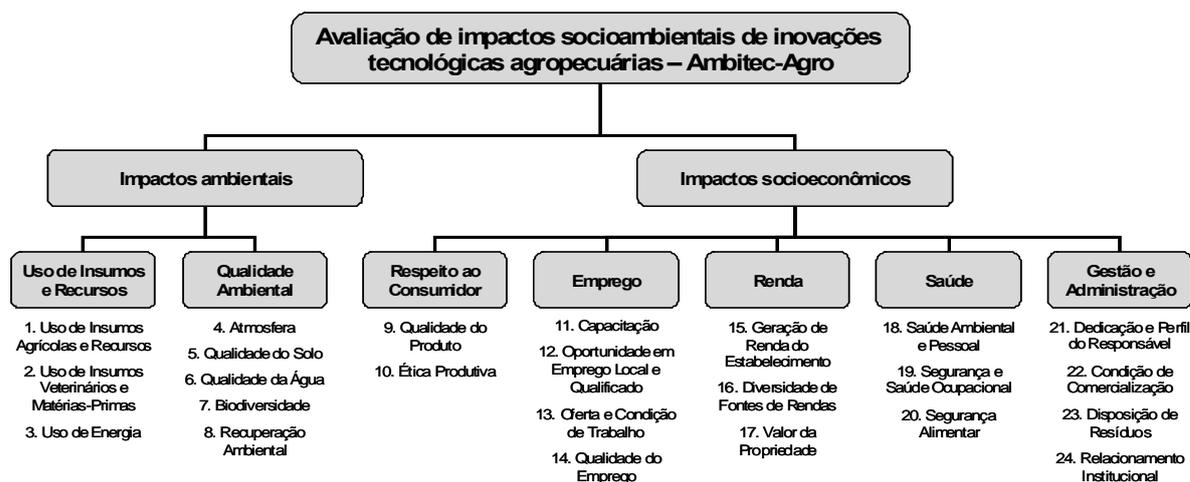


Figura V-4: Diagrama com as dimensões e critérios considerados de campo para a avaliação de desempenho de inovações tecnológicas e atividades rurais com o sistema Ambitec-Agro.

O estudo de caso dos impactos ambientais com o sistema Ambitec-Agro após a introdução de guanandi e do SAF na Fazenda Coruputuba buscou validar as tecnologias de maneira isenta. Para tanto, foi realizada no dia 11 de abril de 2012 uma *Oficina sobre*

impactos ambientais da diversificação arbórea com Guanandi, evento organizado pela APTA Polo Regional do Vale do Paraíba, com apoio técnico da Embrapa Meio Ambiente. Participaram do dia de campo profissionais de diversas áreas do conhecimento: pesquisadores do Laboratório de Gestão Ambiental da Embrapa Meio Ambiente, da APTA - Polo Regional do Vale do Paraíba nas áreas de aquicultura (tilapicultura e carcinicultura) e fitotecnia (arroz, horticultura e SAF); da Universidade Estadual de Campinas/Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas e Biológicas - CPQBA-UNICAMP (plantas medicinais); extensionistas da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI do Núcleo de Produção de Sementes de Taubaté (cereais, ênfase em arroz), zootecnista e agrônoma da Casa da Agricultura de Pindamonhangaba; professores universitários do curso de Gestão Ambiental da Faculdade de Roseira (FARO) e de Agroecologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); produtores rurais de Pindamonhangaba (arroz e SAF), de Roseira (arroz) e Guaratinguetá (arroz); produtores silvicultores (eucalipto, acácia e guanandi) de Lorena e Pindamonhangaba; pecuaristas de Lorena (pecuária leiteira), zootecnista de fazenda particular em Roseira (pecuária leiteira); gestores ambientais da Faculdade de Roseira e da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo da CBRN – Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais de Taubaté e empreendedores imobiliários de Pindamonhangaba.

O roteiro da Oficina contemplou apresentações em Power Point sobre a história da Fazenda Coruputuba; do histórico da implantação dos experimentos de SAF; e sobre o sistema Ambitec-Agro, embasando o público a interpretar os critérios com base no estudo de caso da referida fazenda. Em seguida, houve visita ao campo experimental dos SAF com guanandi e de outras áreas da fazenda, debatendo questões ambientais, socioeconômicas e tecnologias de manejo agroflorestral. No período da tarde encadeou-se o preenchimento das fichas de avaliação com 17 participantes e no dia seguinte procedeu-se a tabulação dos dados.

Para facilitar o preenchimento das fichas, os participantes foram orientados a trabalhar com a situação hipotética que gostariam de transformar por meio dos SAF, conforme visualizações dos resultados preliminares das pesquisas de conversão agroflorestral em curso em Coruputuba, atribuindo notas ao desempenho dos indicadores. Ao critério dos participantes, houve adesão a uma das três grandes áreas tecnológicas predominantes na região, de acordo com atividades afins, sendo elas: Silvicultura, Agricultura ou Pecuária.

Os resultados foram descritos em relatório, com práticas alternativas de manejo para minimizar os impactos negativos enfatizando os quesitos desqualificados, conforme a escala artificial empregada nos procedimentos do sistema Ambitec-Agro.

Dentre os objetivos de tais estudos, destacam-se as recomendações de manejo e tecnologias que favoreçam a rotina do estabelecimento trazendo benefícios socioambientais. Mesmo que os estudos de caso não devam ser comparados, conforme Rodrigues et al. (2003, 2010), no âmbito dessa pesquisa realizou-se comparações com outros 177 estudos seguindo a mesma base metodológica, para situar os impactos das tecnologias agroflorestrais experimentadas na Fazenda Coruputuba no universo de estudos da Embrapa Meio Ambiente, entorno do método Ambitec-Agro, por meio de uma regressão simples, com o intuito de estimular outros empreendedores rurais a investir em SAF.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 APOIA-NovoRural

A Fazenda Coruputuba se destacou como estabelecimento rural de grande valor histórico regional com gestão dirigida à recuperação de sua viabilidade econômica por meio do desenvolvimento tecnológico agroflorestal e do uso do solo nos 209 hectares de área total; sendo 159 hectares dedicados à produção agrícola e florestal de arroz, horticultura em regime de parceria, silvicultura e infraestrutura, restando 50 hectares de habitats naturais preservados.

As áreas naturais do terraço e várzea, no início das pesquisas se encontravam com a cobertura florestal degradada e, assim, o cultivo de guanandi no longo prazo poderia não trazer os benefícios econômicos desejados. A gestão compartilhada visou promover a restauração das matas ciliares do terraço e dos solos da várzea por meio da diversificação agroflorestal convertendo o ambiente antrópico em algo mais próximo ao natural.

Ainda que a atividade florestal não estivesse totalmente regularizada nesses ambientes, as pesquisas balizaram a diversificação agroflorestal em termos técnicos e científicos, despertando um novo olhar das relações do homem com a natureza. A conservação da biodiversidade e dos recursos naturais demandou a recuperação da fitofisionomia de maneira que áreas restauradas se tornassem sustentáveis no tempo, gerando postos de trabalho e renda.

Há importantes contribuições da tecnologia de diversificação arbórea e agroflorestal para a sustentabilidade ambiental do estabelecimento. Destaque para os indicadores Qualidade da água (índice integrado de desempenho 0,94), melhorados em comparação a situação das águas barrentas que drenavam dos tabuleiros de cultivo de arroz (0,85, no dia da análise); Valores econômicos (0,85) e Ecologia da paisagem (0,77).

O índice integrado de sustentabilidade, calculado para a média dos 62 indicadores estudados, alcançou 0,79 em uma escala de 0 a 1,0 com a linha de base modelada em 0,70 (Figura V-5), situando a Fazenda Coruputuba entre os cinco mais elevados índices de desempenho ambiental observados em um universo de 178 estudos de caso realizados com a mesma proposta de abordagem metodológica.

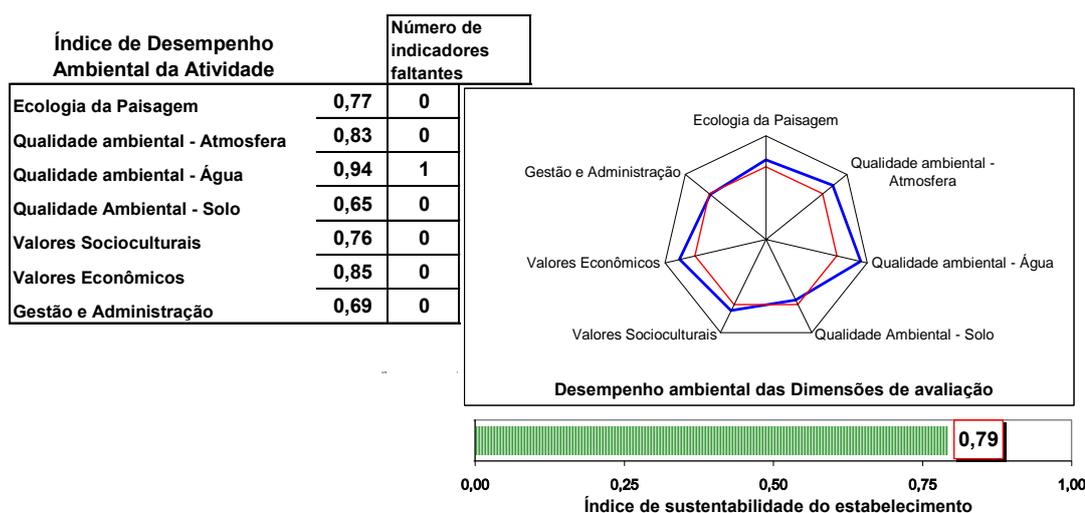


Figura V-5: Índices de sustentabilidade na Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba, SP (Outubro/2011).

Dentre os indicadores da dimensão Ecologia da paisagem (índice = 0,77), identificou-se a necessidade de designar áreas para se alcançar a conformidade com os requisitos de Reserva Legal, o que vem sendo implantado por meio de um projeto de agrimensura e atualização espacial e com o CAR – Cadastro Ambiental Rural (Figura V-6).

A produção de mudas florestais como atividade econômica impôs um desempenho modesto para o indicador de diversidade produtiva; melhorado pela diversificação agroflorestal em curso. Todos os demais indicadores nessa dimensão apresentaram índices de desempenho iguais ou superiores à linha base preconizada pelo sistema APOIA-NovoRural, com destaque para a evolução nas condições de manejo das atividades produtivas e o controle do risco de incêndios.

A virtual ausência de impactos à atmosfera (índice = 0,83) e à excelente qualidade das águas (índice = 0,94) conferiram valores elevados para os indicadores de Qualidade ambiental. Mas os solos demandam a conservação e a restauração (índice = 0,65), em especial no tocante à manutenção da fertilidade química e ao aumento dos níveis de matéria orgânica nos terraços e à neutralização da acidez potencial, elevação da fertilidade química e recuperação da estrutura física nas várzeas, respectivamente, degradados pelo cultivo do eucalipto e do arroz, anteriormente ao plantio do guanandi. Esses indicadores serão favorecidos pela consolidação dos SAF.

Aspectos positivos dos Valores socioculturais (índice = 0,76) refletem os esforços dedicados a recuperar o patrimônio histórico, representado por edificações centenárias em bom estado de uso e conservação. A qualidade do emprego/ocupação no que diz respeito aos atributos legais e benefícios parciais oferecidos aos trabalhadores/parceiros e à melhoria da qualificação da mão de obra para o exercício das atividades produtivas, conforme se diversificam, também favoreceram um índice mais elevado.

As condições de desempenho socioambiental se associam à dinâmica de diversificação econômica da Fazenda Coruputuba (índice de Valores econômicos = 0,85), com investimentos na recuperação da capacidade produtiva favorecendo a segurança, estabilidade e diversidade das fontes de renda. Tais investimentos têm implicado em notável valorização da propriedade, devido às benfeitorias, conforto nas moradias, meios de produção, qualidade e conservação dos recursos naturais e à valorização imobiliária que ocorre no Vale do Paraíba.

Entretanto, há importantes modificações a realizar quanto à Gestão e administração (0,69). Favorecidas por adequada dedicação e perfil do responsável (índice = 0,83), a adoção de um modelo formal de planejamento com objetivos e metas bem definidos consolidará a gestão como exemplar. Com a diversificação de cultivos nos sistemas agroflorestais haverá pressão por melhorias nas condições de comercialização e por novos relacionamentos interinstitucionais, que merecerão mais atenção e responsabilidades. A disposição de resíduos deve ser adequada, sugerindo um programa de reciclagem que siga às normas da legislação vigente para as embalagens de agrotóxicos, ainda em uso no cultivo do arroz e nos reflorestamentos de acácia.

A análise integrada de sustentabilidade, fundamentada no sistema de indicadores APOIA-NovoRural e segundo os procedimentos descritos no presente relatório, documentou as características da Fazenda como um estabelecimento em pleno desenvolvimento, dadas iniciativas recentes de gestão e manejo produtivo. Ao integrar atividades agrícolas em modelo de parceria; como a rizicultura, o cultivo intensivo de hortaliças, a produção apícola e a diversificação arbórea e agroflorestal; ampliam-se as condições de agregação de valor. Com isso, atividades agroindustriais e não agrícolas, tais como o turismo rural, gastronômico e pedagógico, devem facilitar o acesso ao mercado, tornando o estabelecimento uma referência de gestão ambiental e agricultura sustentável para o Vale do Paraíba.

3.1.1 Ecologia da paisagem

Importantes índices foram obtidos com os indicadores da Ecologia da paisagem, beneficiados pela diversificação de espécies arbóreas e agroflorestal; especialmente às Condições de manejo das áreas de produção agropecuária (0,86), à Diversidade da paisagem (0,75) e ao Risco de extinção de espécies ameaçadas (0,90). O quesito que mais prejudicou essa dimensão foi à falta do Cumprimento com Requerimento de Reserva Legal (0,46). Para solucionar a pendência os administradores realizaram a inscrição da fazenda no CAR – Cadastro Ambiental Rural (Figura V-6), propondo áreas de reserva legal. Com a regularização fundiária em andamento outros índices poderão ser beneficiados, tais como: Corredores de Fauna (0,70), Regeneração de Áreas Degradadas (0,70) e o Cumprimento com requisitos de áreas de preservação permanente (0,70).

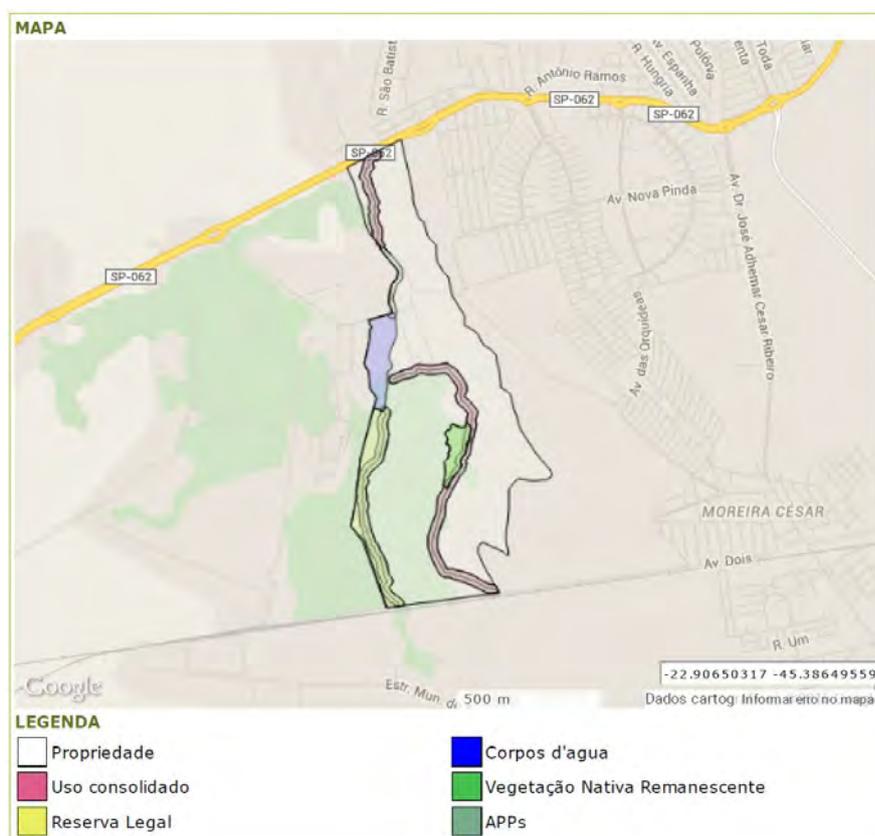


Figura V-6: Mapa do CAR – Cadastro Ambiental Rural da Fazenda Coruputuba, indicando áreas de preservação permanente e reserva legal (Pindamonhangaba, SP – 2015). Fonte: Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Esse conjunto de indicadores expressa a atual situação da transição agroflorestal, em termos de conservação ambiental. Com a diversificação da produção arbórea e os SAF em conformidade com a legislação, são previstos benefícios para a regeneração e a proteção de habitats naturais. Essas atividades contribuem com os indicadores de Risco de incêndio (0,98) e Risco geotécnico (0,90).

A diversificação de atividades produtivas também confere variação na composição da renda: silvicultura, cultivos agrícolas, floricultura e apicultura em parceria, contribuem para a melhoria no indicador de Diversidade produtiva (índice de variação = 1,0), ainda que não resulte em um índice absoluto elevado (0,62). Isto enfatiza a necessidade de incrementar as

receitas com os SAF visando à segurança econômica e social, devendo buscar a inserção dos produtos no mercado local e regional.

Característica da Ecologia, a conservação da biodiversidade focou análise da paisagem além das fronteiras da propriedade, considerando as espécies de relevante valor ecológico (índice = 0,90) (Figura V-7), zonas de refúgio para a fauna e corredores de vegetação. Sendo o guanandi uma árvore zoocórica, beneficiará a fauna do entorno colonizando várzeas e brejos degradados, assim como ocorre com represas assoreadas situadas à montante do empreendimento, abrangendo 19 hectares. Os morcegos são os principais dispersores, sendo notável a regeneração natural do guanandi em locais utilizados como poleiros, principalmente, abaixo das bananeiras do SAF Biodiverso.

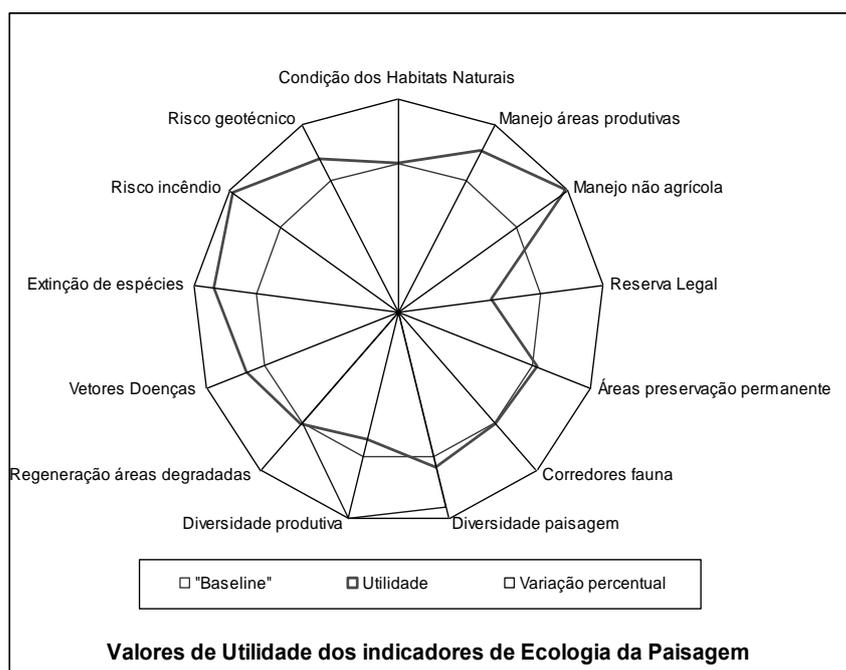


Figura V-7: Dimensão Ecologia da Paisagem (APOIA-NovoRural) da Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP (Outubro/2011).

3.1.2 Qualidade ambiental

A Ecologia da paisagem contribuiu para que elevados índices de desempenho fossem alcançados, também, nos indicadores de Qualidade ambiental. Novas práticas de manejo adotadas no SAF, tais como adubação verde, cultivo mínimo, inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio obtidas na Embrapa Agrobiologia e aplicadas na produção de mudas de *Acacia mangium* e agentes de biocontrole de pragas, como o ‘moleque-da-bananeira’, por meio do fungo *Beauveria bassiana*, já resultaram na redução da dependência por insumos externos e na contaminação ambiental, principalmente de adubos sintéticos nitrogenados, herbicidas e inseticidas.

Emissões atmosféricas, atualmente, são pouco importantes (índice = 0,83) estando relacionadas à movimentação de tratores e à secagem do arroz em um período determinado do ano. Neste último caso, as operações que geram ruídos ocorrem nos recintos onde se empregam os equipamentos, sem que a poluição atmosférica ou sonora se dê em larga escala (Figura V-8).

Para análise da Qualidade da Água (0,94) a referência foi o ribeirão Capituba que corta a propriedade. Amostras foram retiradas nos limites, à montante e à jusante, das áreas

cultivadas. Encontrou-se elevados níveis de oxigenação da água ($8,9 \text{ mg L}^{-1}$, índice = 0,96) e adequados para coliformes (0,99) e a demanda de oxigênio ($\text{DBO}_5 = 0,98$) caracterizou a balneabilidade e a potabilidade características para águas de Classe 2, após o tratamento convencional (Figura V-8). Os níveis foram baixos para nitrato (4 mg L^{-1} , índice = 1,0), turbidez (1,3 UNT, índice = 1,0), condutividade (0,95) e pH (0,99), com níveis de fosfato elevados, mas ainda assim adequados (0,78), com sinais de pequena poluição visual (0,83).

O recurso hídrico é utilizado na irrigação e na dessedentação de animais. Nas coletas à jusante da propriedade o preparo do solo para o arroz com lâmina niveladora mecanizada gerou ondas de lama carregando sedimentos e nutrientes para os canais de drenagem no momento da análise, deixando a água turva com níveis de oxigenação diminutos nas amostras efluentes da rizicultura ($7,6 \text{ mg L}^{-1}$, índice de desempenho = 0,90), com DBO_5 elevada, embora ainda adequada ($1,7 \text{ mg L}^{-1}$, índice = 0,98); turbidez muito superior (180 UNT, índice = 0,53 abaixo da linha de base) e fosfatos muito superiores aos permitidos ($0,77 \text{ mg L}^{-1}$, índice = 0,17). Deve ter atenção quanto ao Impacto de pesticidas (0,76) uma vez que a produção de arroz e rosas utilizam produtos químicos que interferem nos recursos hídricos.

Já os indicadores das águas subterrâneas do poço de área de produção de mudas florestais apresentaram índices de qualidade com baixos níveis de coliformes (índice = 1,0) e de nitrato (1,0), mas, devido aos elevados teores de ferro, generalizado em toda a região, resultaram em condutividade elétrica pouco elevada (0,95), ainda que adequada para águas de Classe 2. Não foram analisadas amostras para *clorofila a*. Há, portanto, demanda tecnológica por um método de cultivo mínimo e o sistema de plantio direto (SPD) para culturas anuais; bem como o plantio de guanandi nos camalhões (diques) no entorno dos cultivos de arroz, para aumentar a conservação do solo, funcionando como barreira, retendo os nutrientes e sedimentos que seriam carregados para o curso d'água, além de aumentar a biodiversidade.

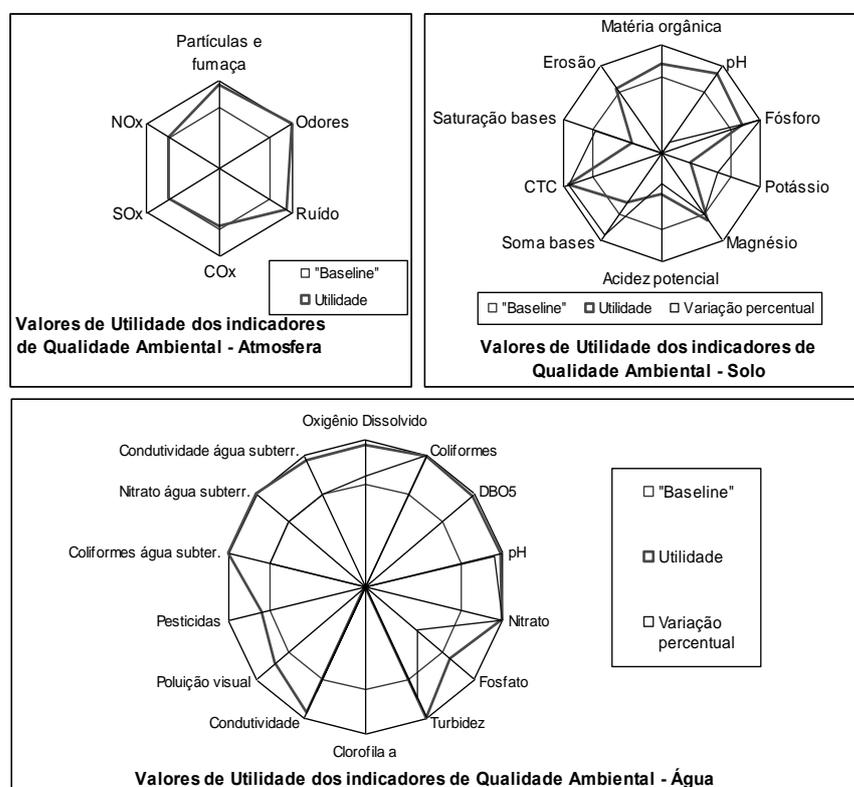


Figura V-8: Dimensão Qualidade Ambiental: Atmosfera, Água e Solo (APOIA-NovoRural). Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP (Outubro/2011).

A Qualidade do solo não alcançou conformidade com a linha de base, devido à baixa fertilidade natural, caracterizando a necessidade de medidas corretivas e adubação para restauro da fertilidade química, adotando técnicas conservacionistas para restaurar a estrutura física e manter a capacidade de produção em níveis sustentáveis (Figura V-8).

Os maiores problemas observados nos solos de várzea foram o pH baixo (0,67), fósforo e potássio trocáveis (0,53 e 0,29, respectivamente), acidez potencial elevada (0,45), soma de bases e porcentagem de saturação baixos (0,47 e 0,31, respectivamente); enquanto que nos terraços, ainda que os solos não estejam devidamente corrigidos e fertilizados, a situação foi moderada apenas para o fósforo (0,39), apesar da textura arenosa e da fraca estrutura que demandam medidas conservacionistas para reter nutrientes móveis, tal como o K^+ . A adubação verde em consórcio com guanandi deve incrementar o aporte de matéria orgânica, nitrogênio e intensificar a reciclagem de nutrientes no SAF. A acácia, devido ao rápido crescimento nos terraços, proporciona abundante serapilheira, reduzindo a lixiviação de nutrientes e a necessidade de capinas por meio do auto sombreamento.

Os solos de várzea apresentaram teores de argila elevados, alcançando um índice de 0,93 contra 0,91 no terraço. Esses solos demandam cuidados para a regeneração da estrutura física, uma vez que o cultivo de arroz ocasionou a desestruturação e compactação formando camadas maciças subsuperficiais. Neste ambiente, a acidez aumentou e houve acentuado decréscimo dos níveis de fósforo e potássio, devido à ferrólise, que consiste na hidratação e desidratação do ferro e consequente oscilação do pH, liberando para a solução do solo as bases essenciais que podem ser removidas em condições de inundação através do processo de laminação durante inundações no verão.

A adubação verde realizada simultaneamente com as culturas florestais deve elevar os níveis de matéria orgânica do solo, auxiliando a neutralização da acidez nociva, reciclando os nutrientes, tais como o fósforo e o potássio, essenciais na forma orgânica para os SAF.

Em relação à erosão, apesar do índice situar-se pouco acima da linha de base (0,73), deve ser considerado o efeito das enxurradas nas várzeas, onde o solo saturado permite a remoção de partículas finas (silte e argila) e nutrientes na laminação. A vegetação espontânea, o consórcio de culturas anuais, adubação verde e o SAF, como já citados, assumem papel importante na conservação do solo nas áreas de cultivo de guanandi, interceptando as águas e forçando a recarga no perfil.

3.1.3 Valores socioculturais

Destaque as condições atuais do trabalho e a qualidade de vida dos funcionários de Coruputuba – nove famílias (administrador e oito famílias de parceiros). A dimensão Valores socioculturais atingiu nível superior ao preconizado na linha de base do Sistema (Figura V-9). Os indicadores Oportunidade de emprego local qualificado (0,87), devido à especialização e capacitação dos funcionários para a produção agroflorestal; a Segurança e saúde ocupacional (0,79), devido à característica da silvicultura e a modificação do sistema cada vez menos dependente insumos externos, restrito ao controle de formigas cortadeiras, por meio de iscas granuladas e da utilização de herbicidas no cultivo de rosas em parceria; e a Qualidade do emprego (0,81), com garantias legais e benefícios oferecidos aos trabalhadores.

O indicador Acesso à educação (0,71) se referiu à parcela de funcionários que receberam capacitação técnica via cursos e treinamentos; e de familiares residentes que frequentam cursos regularmente. Um único indicador coincidiu com a linha de base, o Acesso a esporte e lazer (0,70), devido a não participação dos funcionários em atividades de lazer, apesar do proprietário e administrador realizar atividades com regularidade.

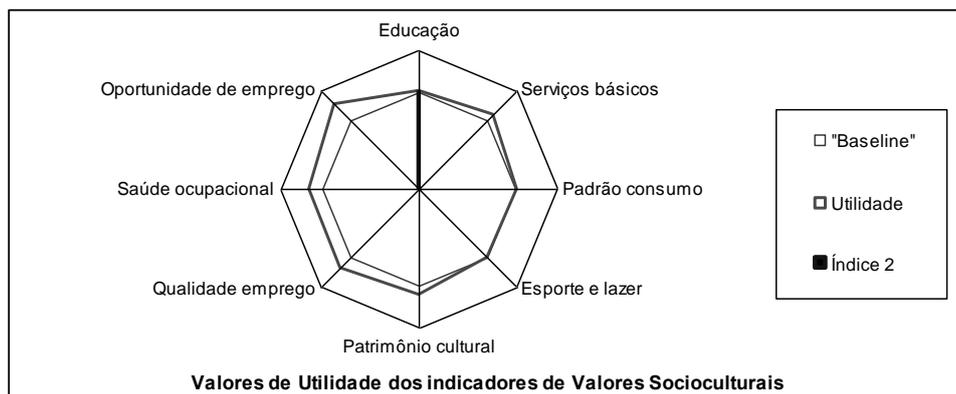


Figura V-9: Dimensão Valores Socioculturais (APOIA-NovoRural), Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba (SP) (Outubro/2011).

3.1.4 Valores econômicos

O desempenho socioambiental da Fazenda Coruputuba está associado às condições econômicas satisfatórias, com o índice de 0,85 e dois indicadores se destacando: Qualidade da moradia e Valor da propriedade (Figura V-10). O sucesso produtivo do empreendimento está relacionado aos investimentos em benfeitorias, manutenção dos meios de produção, assegurando condições adequadas para a qualidade de vida dos trabalhadores e familiares residentes. A renda líquida do estabelecimento (0,97) e a Diversidade de fontes de renda (0,81) se destacaram. Porém, o índice de Distribuição de renda (0,63) ficou abaixo da meta, uma vez que os empregados não participam dos lucros do estabelecimento e percebem o salário mínimo, sem o pagamento de horas extra ou adicional de insalubridade.

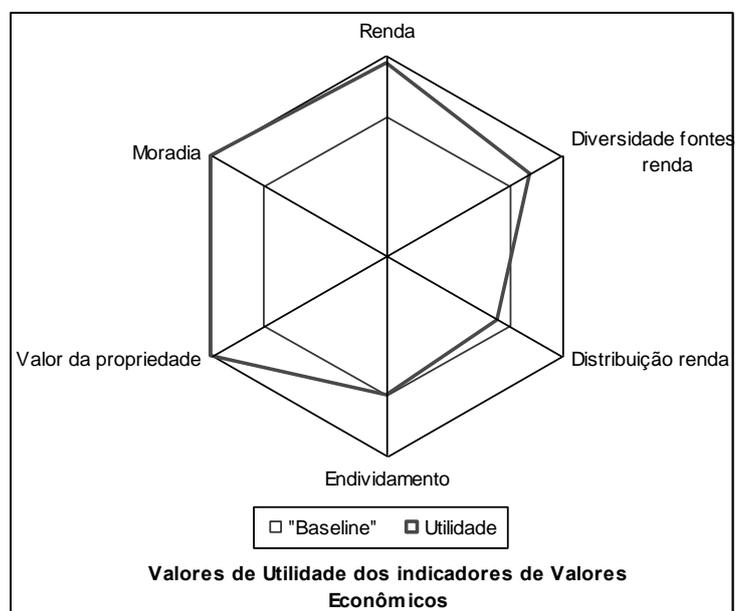


Figura V-10: Dimensão Valores Econômicos (APOIA-Novo-Rural). Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP (Outubro/2011).

Em relação ao Nível de endividamento (0,70), foram realizados investimentos na diversificação de cultivos, porém, sem gerar endividamento. Esses investimentos foram distribuídos em benfeitorias, meios de produção e na conservação dos recursos naturais,

protegendo habitats naturais que garantirão a conformidade com a legislação ambiental, atratividade para atividades de turismo rural, ecológico e pedagógico, e a manutenção da qualidade e quantidade das águas para o uso sustentável da irrigação e demais processos agroindustriais.

3.1.5 Gestão e administração

O desempenho observado para os indicadores da dimensão Gestão e administração foi próximo à linha de base (0,69), prejudicado devido ao fraco Relacionamento institucional (0,57), à Disposição de resíduos (0,67) e à Condição de comercialização (0,69). Entretanto, o quesito Dedicção e perfil do responsável (0,83), caracterizam a provável evolução positiva na gestão do empreendimento.

O indicador Gestão de insumos químicos situou-se na linha de base; situação passível de melhoria apesar do baixo nível empreendido, necessitando adequar o manuseio com o uso de equipamentos de proteção (EPI) assegurando o correto descarte de embalagens (Figura V-11).

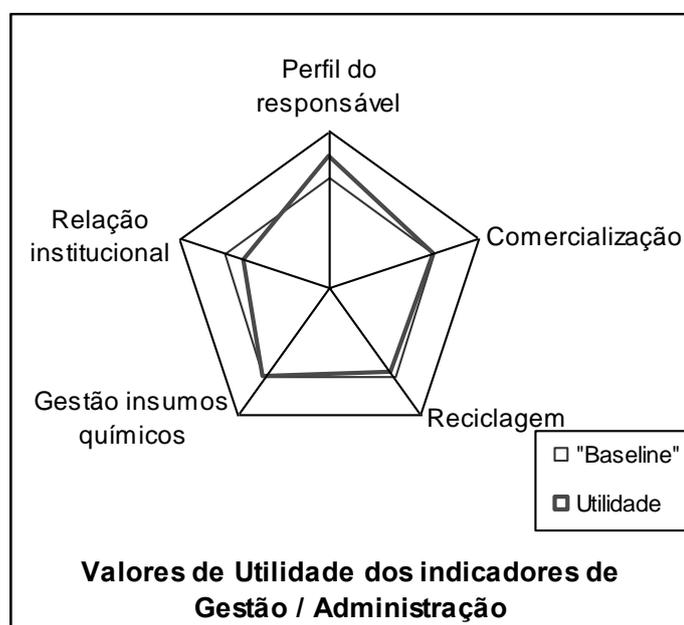


Figura V-11: Dimensão Gestão e Administração (APOIA-Novo-Rural). Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP (Outubro/2011).

A Fazenda Coruputuba, conforme a análise de sustentabilidade com o sistema APOIA-NovoRural, apresentou-se como referência de um modelo de gestão ambiental para a região das terras baixas do Vale do Paraíba. Ao integrar a silvicultura com atividades agrícolas por meio do SAF, mantendo a integração da produção em regime de parcerias, atividades não agrícolas (turismo rural e pedagógico), o estabelecimento obteve diversidade produtiva e de mercado.

No universo de estudos, segundo o método APOIA-NovoRural, se destacou entre os cinco mais elevados índices de sustentabilidade (Figura V-12), relativo ao conjunto de 178 estudos de caso, entre os seis melhores desempenhos na dimensão Ecologia da paisagem e entre os quatro melhores na dimensão Valores econômicos, realizados até outubro de 2011.

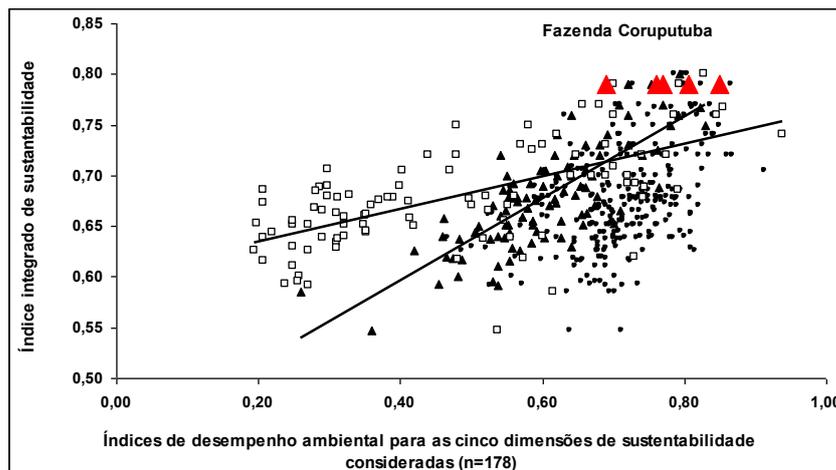


Figura V-12: Comparação do desempenho da Fazenda Coruputuba em relação a 178 estudos de caso (APOIA-NovoRural) (RODRIGUES et al., 2010).

Ainda que os objetivos dessa metodologia não visem à comparação entre estudos de caso, dadas às especificidades ambientais, produtivas, históricas e de manejo dos diferentes estabelecimentos analisados, há destaque para o excelente padrão de desempenho ambiental focado nos SAF, sendo esta a primeira aplicação do método para a produção agroflorestal e de madeiras nativas.

3.2 Ambitec-Agro

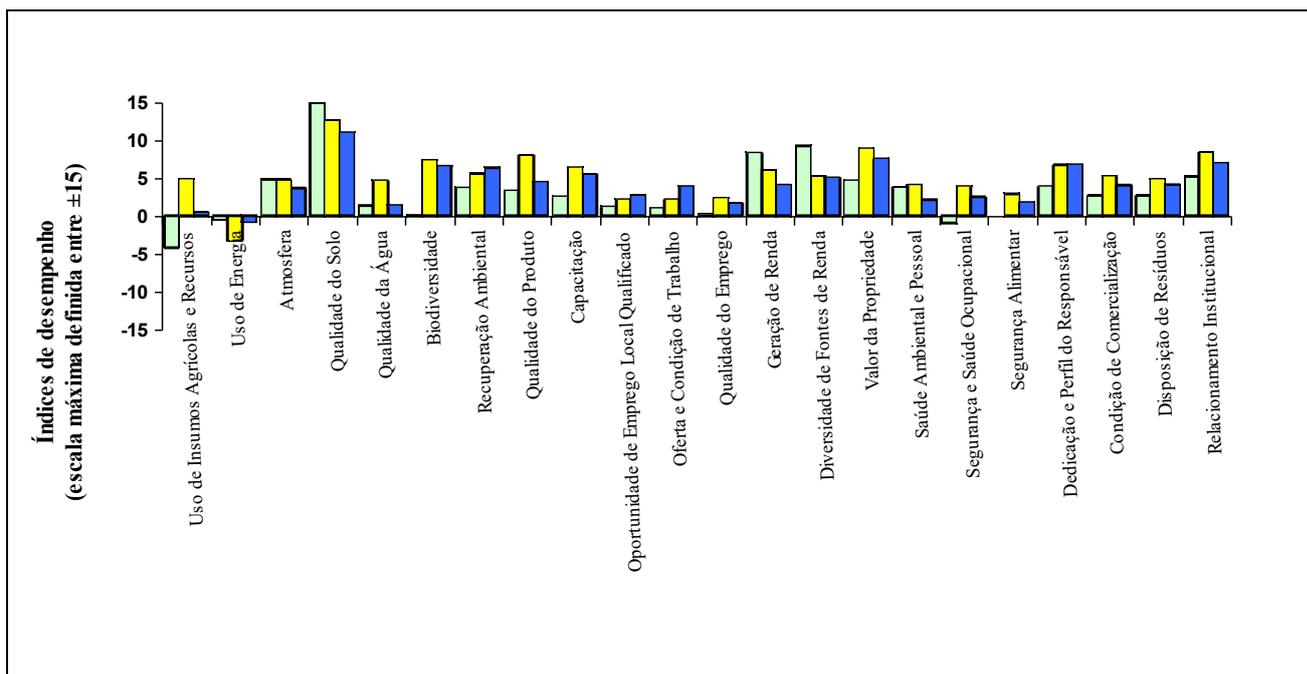
O Índice geral de desempenho dos SAF com guanandi alcançou o valor de 4,14 (Figura V-13), com tendência positiva para praticamente todos os critérios analisados. Os índices de sustentabilidade social e ambiental foram similares dentro dos grupos de respostas e crescentes na seguinte ordem: Silvicultura (3,03) < Pecuária (4,2) < Agricultura (5,2).

Nos aspectos que compõem a dimensão de Impactos Ambientais, destacaram-se a melhoria da qualidade do solo com práticas agroflorestais, recuperando o ambiente e favorecendo a biologia da conservação, aumentando o sequestro de carbono, se comparado com áreas degradadas e pastagens (MÉIER et al., 2011).

O grupo ‘Silvicultura’ destacou a redução do uso de insumos externos enquanto o grupo ‘Agricultura’ considerou a redução dos gastos energéticos; porém, com incremento no uso de insumos externos (adubos) para obtenção de produtividades elevadas de culturas anuais e frutíferas nos SAF.

Quanto ao impacto socioeconômico, os participantes da oficina consideraram que os SAF proporcionam diversidade de fontes de renda e com isso incrementam a entrada de capital, agregando valor à propriedade como um todo.

Os impactos positivos na gestão da Fazenda Coruputuba foram potencializados pelo bom relacionamento interinstitucional com a integração promovida pelos métodos de pesquisa participativa.



Grupo	IS	IA
Silvicultura	3,19	2,88
Pecuária	4,23	4,11
Agricultura	5,18	5,24

IS – índice social e IA – índice ambiental

Figura V-13: Desempenho socioambiental dos SAF com guanandi na Fazenda Coruputuba, Pindamonhangaba - SP, com base em 125 indicadores de sustentabilidade (Ambitec-Agro) (11/04/2012).

4 CONCLUSÃO

1. A análise de desempenho ambiental de atividade rural realizada com o sistema APOIA-NovoRural conferiu o alto índice integrado de sustentabilidade de 0,79, colocando a Fazenda Coruputuba entre os cinco mais elevados índices de desempenho ambiental entre 178 estudos de caso realizados com a mesma metodologia. Os melhores desempenhos foram para Ecologia da paisagem e Valores econômicos.

2. O impacto ambiental positivo verificado com o sistema Ambitec-Agro conferiu um índice de 4,14 em função de os sistemas agroflorestais e da diversificação arbórea melhorarem a qualidade do solo, reduzirem o uso de insumos externos e de energia, aumentando a diversidade de fontes de renda e incrementando a entrada de capital.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O hábito de crescimento do guanandi favoreceu à conversão agroflorestal. Os SAF não prejudicaram o seu crescimento, com incremento significativo da CAS no terraço no SAF Simples e menor variabilidade dos dados em SAF Biodiverso na várzea.

O SAF Simples como um modelo de manejo intensivo focado em uma cultura anual demonstrou baixa resiliência aos extremos climáticos de seca. Ainda assim as culturas consortes conservaram os rizomas-sementes para o novo plantio.

O SAF Biodiverso como um sistema regenerativo foi mais resiliente. Ainda que com o declínio da produtividade das culturas anuais em função do maior sombreamento, obteve-se frutos de banana e abundante quantidade de fitomassa, principalmente resíduos ricos em K^+ da bananeira, favorecendo à sobrevivência da palmeira juçara selecionada como planta bioindicadora e também beneficiando os morcegos dispersores do guanandi.

O manejo do SAF Biodiverso melhorou a fertilidade química dos solos nas áreas do terraço, elevando o pH na camada superficial e os teores de K^+ e P. A fertilidade dos solos das áreas manejadas com SAF Simples foi similar às do monocultivo. Na várzea houve melhorias da fertilidade química dos solos em todos os sistemas de produção.

As espécies espontâneas colonizadoras do solo são seletivas do ambiente tropical úmido e típicas do estado de São Paulo. Ao final do experimento a vegetação espontânea divergiu entre os tratamentos com o predomínio de *Brachiaria* no monocultivo de guanandi e o dicotiledôneas adaptadas à sombra nos SAF. Visando à cobertura do solo a capina seletiva deve incorporar espécies espontâneas que proporcionem serviços ecossistêmicos, tais como a araruta que recolonizou os terraço e pode se adaptar na várzea, pois, tolerou a inundação na área ripária; e o amendoim-forrageiro na várzea, para romper camadas adensadas e fixar o nitrogênio. Conhecer os múltiplos usos das plantas espontâneas renova as esperanças para que o ser humano possa integrá-las de maneira consciente em pequenos espaços e sistemas de produção potencializando os benefícios que a biodiversidade oferece para o equilíbrio ecológico e à saúde humana.

O sistema APOIA-NovoRural avaliou o desempenho ambiental de atividade rural como positivo com alto índice integrado de sustentabilidade, situando a Fazenda Coruputuba entre os cinco mais elevados índices de desempenho verificados com a mesma metodologia em um universo de 178 estudos de caso. Com o sistema Ambitec-Agro verificou-se um impacto positivo das pesquisas devido à melhoria na qualidade do solo, redução no uso de insumos externos e energia, aumento da diversidade de fontes de renda com o incremento da entrada de capital por meio dos SAF.

Essa pesquisa estabeleceu as bases para a conversão agroflorestal da monocultura de guanandi, consolidando a unidade como referência no Vale do Paraíba. Entretanto, a avaliação medida apenas por indicadores padronizados pode distorcer a realidade. Na conversão agroecológica deseja-se o benefício de toda a sociedade. O estímulo ao consumo de produtos agroecológicos isentos de agrotóxicos a um preço justo traz impactos positivos para a geração de renda local, o ambiente e à saúde da população da região. A construção de uma sociedade justa e igualitária é tarefa contínua que deve promover a reconexão humana com a Terra com o despertar de valores éticos e morais que nortearão os caminhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, W.B. de. Pindamonhangaba – *Tempo & Face*. Editora Santuário, Aparecida, SP, 1977.
- AB'SÁBER, A. N.; GOLDEMBERG, J. ; RODÉS, L.; ZULAUF, W. Identificação de áreas para o reflorestamento total do Brasil. *Estudos Avançados*, São Paulo, vol.4, n.9, p.63-119. 1990. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v4n9/v4n9a05.pdf> Acesso em: 30 Mai. 2014.
- AB'SÁBER, A. N. The Natural Organization of Brazilian Inter- and Subtropical Landscapes. *Revista do Instituto Geológico*, vol.21, n.1/2, p.57-70. 2000.
- AGORAMOORTHY, G.; SARNAIK, J.; MUNGIKAR, R.; PUNDE, S.; HSU, M. J. Non-edible oil seed producing *Calophyllum inophyllum* ideal for India's future biofuel development. *GCB Bioenergy*, vol. 4, n.6, p. 708–712, November 2012. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2012.01171.x
- AGRA, M.F.; SILVA, K. N.; BASÍLIO, I. J. L. D.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. *Rev Bras Farmacogn*, v. 18, p. 472-508, 2008.
- AGUIAR, E.B. Estudo da poda da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). 2011. 144p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- AGUILAR, E.; SANTOS, P.J.A.; TAMISIN JR., L.L. Root characteristics of five local banana cultivars (*Musa* spp.) under waterlogged condition. *Philippine Journal of Crop Science* (PJCS), n. 33, v.3, p. 14-23, 2008.
- AHMAD, H.; SEHGAL, S.; MISHRA, A.; GUPTA, R. *Mimosa Pudica* L. (Laajvanti): An Overview. *Pharmacognosy Reviews*, 6.12 p. 115–124, 2012.
- ALMEIDA, P. A.; DA SILVA, T. M. S.; ECHEVARRIA, A. Mesoionic 5-alkyl-1, 3-dithiolium-4-thiolates: Synthesis and brine shrimp toxicity. *Heterocyclic Communications*, v. 8, n. 6, p. 593-600, 2011.
- ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca: uma boa alternativa para Alimentação Animal. *Bahia Agrícola*, v.7, n.1, p.50-56, 2005.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas. Brasília: MDA, 2008. 33 p.
- ALTIERI, M. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.74, p.19-31, 1999.
- ALVES, M.; ARAÚJO, A. C.; PRATA, A. P.; VITTA, F.; HEFLER, S. M.; TREVISAN, R.; GIL, A. S. B.; MARTINS, S.; THOMAS, W. Diversity of Cyperaceae in Brazil. *Rodriguésia*, v.60, n.4, p. 771-782, 2009.
- AMADOR, D. B. Restauração de Ecossistemas com Sistemas Agroflorestais. In: Kageyama et al. 2008 (Org.). *Restauração ecológica de Ecossistemas Naturais. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais – FEPAF*, Botucatu, p.333-339, 2008.
- ANDRADE, A.C.S. de; RAMOS, F.N.; SOUZA, A. F. de; LOUREIRO, M. B.; BASTOS, R. Flooding effects in seedlings of *Cyatharexillum myrianthum* Cham. and *Genipa americana* L.: responses of two neotropical lowland tree species. *Brazilian Journal of Botany*, 22 (Suppl. 2), p. 281-285, 1999.

ARANHA, C.; LEITÃ, H.F.; PIO, R.M.. Plantas invasoras de várzea no estado de São Paulo (1,24,25). *Planta Daninha*, III, v. 2, p. 85-95, 1980.

AVELINO NETO, S.; MOREIRA, S. Study of metal removal by square wetland system with *Eleocharis* sp. Using SR-XRF. 2007. Artigo completo. International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2007. Santos, SP, Brazil. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR - ABEN. 5p.

ARNOLD, A. E. Sustainable cocoa: the fungal community component. Online: <http://sun1.oardc.ohio-state.edu/cocoa.sustain.htm>.1999. Disponível em: <https://cals.arizona.edu/mycoherb/arnoldlab/publications.html>

ASSIS, G. B. de; SUGANUMA, M. S.; MELO, A.C.G. de; DURIGAN, G. Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares no Estado de São Paulo (1957 - 2008). *Revista Árvore*, v.37. n. 4, p.599-609, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622013000400003&lng=en&tlng=pt. 10.1590/S0100-67622013000400003.

BARBOSA, L.M.; BARBOSA, J.M.; BARBOSA, K.C.; POTOMANI, A.; MARTINS, S.E.; ASPERTI, L.M. Recuperação florestal com espécies nativas no Estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. *Florestar Estatístico*, v.6, p.28-34, 2003.

BARAHONA, R. Condensed tannins in tropical forage legumes: their characterization and study of their nutritional impact from the standpoint of structure-activity relationships. PhD thesis. Department of Agriculture, University of Reading, UK. 1999.

BITTENCOURT, L. F. de F.; BATISTA, G. T. Intervenção humana na mata ciliar do Rio Paraíba do Sul, município de Caçapava. *Revista OKARA: Geografia em debate*, v.3, n.2, p. 223-347, 2009.

BOLINA, C.O.; MARCHESE, J.A.; CAPELIN, D.; BERTONCELLI, D.J.; PINNOW, C.; BENIN, G.; FOGLIO, M.A. Correlation among agronomic, physiological and phytochemical traits in *Artemisia annua* L. varieties. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, v. 15. n.1, p. 135-141, 2013.

BOSSIO, D.; GEHEBB, K.; CRITCHLEY, W. Managing water by managing land: Addressing land degradation to improve water productivity and rural livelihoods. *Agricultural Water Management*. v. 97, n.4, p. 536-542, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.12.001>

BOVI, M. L. A.; GODOY JR., G.; SAES, L.A. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agrônomo de Campinas. In: *PALMITO: I ENCONTRO DE PESQUISADORES*. Curitiba, PR, 1988. p.1-43.

BRANCALION, P. H. S., R. A. G. VIANI, R. R. RODRIGUES; CÉSAR, R. G.. Estratégias para auxiliar na conservação de florestas tropicais secundárias inseridas em paisagens alteradas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. Ciências Naturais, vol. 7, n.3, p. 219-234. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica/Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – Brasília : Ministério da Saúde, 2012. 156 p. : il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Cadernos de Atenção Básica ; n. 31).

BRASIL. Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 369, de 28 de março de 2006. Diário Oficial da União, n. 61. Brasília, de 29 de março de 2006. Seção 1. p.150-151.

BRAUN-BLANQUET, J. *Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. Blume. Madrid, 1979.

BRISIBE, E. A.; UMOREN, U. E.; BRISIBE, F.; MAGALHÃES, P. M.; FERREIRA, J. F. S.; LUTHRIA, D.; WU, X.; PRIOR, R. L. Nutritional characterisation and antioxidant capacity of different tissues of *Artemisia annua* L. *Food chemistry*, v. 115, n. 4, p. 1240-1246, 2009.

CABRAL, D. C.; CESCO, S. Notas para uma história da exploração madeireira na Mata Atlântica do sul-sudeste. *Ambient. soc.*, Campinas, v. 11, n. 1, p. 33-48, Junho, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2008000100004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 28 Mai. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2008000100004>.

CALDEIRA, P. Y. C.; CHAVES, R. B. Sistemas agroflorestais em espaços protegidos. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, CBRN – Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, 2011.

CARRIELLO, F.; VICENS, R. S. Silvicultura de eucalipto no vale do Paraíba do Sul/SP no período entre 1986 e 2010. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba: *Anais...* Curitiba: INPE, p. 6403. 2011.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C.C. Adequação dos sistemas de produção rumo à sustentabilidade ambiental. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. de (Ed.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.671-692, 2008.

COELHO, R. C. T. P.; BUFFON, I.; GUERRA, T. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária. *Ambiente & Água*, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 104-117, 2011.

COUSINS, S.A.O.; AUFFRET, A. G.; LINDGREN, J.; TRÄNK, L. Regional-scale land-cover change during the 20th century and its consequences for biodiversity. *AMBIO*, 44, 2015. (Supl. 1) : S17–S27 DOI 10.1007/s13280-014-0585-9.

CASTRO, C.M.; DEVIDE, A.C.P.; VALLE, T.L.; FELTRAN, J.C.; MELO, T.J.; SAT'ANA, R.F. Desempenho de clones de mandioca em sistema orgânico. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, RAT, Botucatu, v.5, p. 375-381, 2009.

CASTAN; G. S.; GUIMARÃES, C. C.; GUIMARÃES, D. M.; BARBOSA, J. M. Sobrevivência de sementes de *Talauma ovata* St. Hill. (Magnoliaceae) quando submetida à condição de submersão em água. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 822-824, jul. 2007. <http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewPDFInterstitial/690/581>.

CHAVES, F. C. M.; MAGALHÃES, P. M.; HIDALGO, A. F.; POHLITH, A.M. Produção de biomassa de *Artemisia annua* L. em três ecossistemas amazônicos. *Hortic. bras.*, v. 27, n. 2 (Suplemento - CD Rom), agosto 2009. P.S2564-S2569.

CHIANG, H.-M.; CHIU, H. -H.; LIAO, S.-T.; CHEN, Y.-T.; CHANG, H.-C.; WEN, K.-C. Isoflavonoid-Rich *Flemingia macrophylla* Extract Attenuates UVB-Induced Skin Damage by Scavenging Reactive Oxygen Species and Inhibiting MAP Kinase and MMP Expression. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 2013, 696879. doi:10.1155/2013/696879.

- CHAPIN, F.; MATSON, P.; MOONEY, H. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. New York, Springer Verlag. 2002.
- CHO, J.J.; YAMAKAWA, R.A. Hawaiian kalo, past and future. Agriculture Development in the American Pacific Project. *Sustainable Agriculture*. 3:35–39, 2007.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). *Centrosema: Biology, Agronomy and Utilization*. Shultze-Kraft, R. e Clements, R.J. (eds.), Cali, Colombia, 1990. 668p.
- CLERCK, F. A. J.; NEGREROS-CASTILLO, P. Plant species of traditional Mayan homegardens of Mexico as analogs for multistrata agroforests . *Agroforestry Systems*. v. 48, p. 303–317, 2000.
- COLOMBO, A. F.; JOLY, C. A. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 70, p. 697–708, 2010.
- COUTINHO, M.; CARNEIRO, J.; BARROSO, D.; RODRIGUES, L.; FIGUEIREDO, F.; MENDONÇA, A. de; NOVAES, A. Crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. Plantadas em uma área degradada por extração de argila. *Floresta, América do Norte*, 35, 2006. <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/4608/3576>. Acesso em: 16 Jul. 2012.
- CORADIN, L.; SIMISNSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o futuro – Região Sul. Brasília: MMA, 2011. 934p.
- CRESTANA, M de S. M. (org.). *Florestas-Sistemas de Recuperação com Essências Nativas, Produção de Mudas e Legislações*. 2 ed. (atualizada). Campinas: CATI, 2006. 246 p.
- DANTAS, M. E ; COELHO NETTO, A. L. Resultantes geo-hidroecológicas do ciclo cafeeiro (1780-1880) no médio vale do rio Paraíba do Sul: uma análise quali-quantitativa. *Anu. Inst. Geocienc.*, v.19, 61-78. 1996.
- DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; MACHADO, J. A. R. Consórcio de espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para restauração de mata ciliar. *Revista Árvore*, v.36, n.2, p.291-299, 2012.
- DEAN, W. *A Ferro e Fogo: A História e a Devastação da Mata Atlântica Brasileira*. 1 ed. São Paulo: Cia. das Letras. 2007.
- DECLERK, S.; PLENCHETTE, C; STRULLU, D. G. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA group) cultivar. *Plant and Soil*. v. 176, p.183-187, 1995. <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF00017688>
- DEL-RIO, G, RÊGO, M. A.; SILVEIRA, L. F. A Multiscale Approach Indicates a Severe Reduction in Atlantic Forest Wetlands and Highlights that São Paulo Marsh Antwren Is on the Brink of Extinction. 2015. *PLoS ONE*, 10(3), e0121315. doi:10.1371/journal.pone.0121315.
- DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M. de; RIBEIRO, R. de L. D.; ABBOUD, A. C. de S.; PEREIRA, M. G.; RUMJANEK, N. G. História Ambiental do Vale do Paraíba Paulista, Brasil. *Revista Biociências*, Taubaté, v. 20, n. 1, p. 12-29, 2014 (ISSN 1415-7411).
- DEVIDE, A.C.P.; CASTRO, C.M. de. Mandioca: múltiplos usos na transição agroecológica. *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 7, n. 2, Jul-Dez 2010.

- DIAS, W. D.; DINIZ, H. N.; BATISTA, G. T.; TARGA, M. S. *Caracterização do Potencial Hidrogeológico e Histórico da Utilização das Águas Subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo*. 15p. 2004. Disponível em: http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/60/1/Recarga_Dspace.pdf. Acesso em: 20 abr. 2013.
- DINIZ, H. N.; GALINA, M. H.; BIANCHI NETO, C.; FRANCO FILHO, F. W. B.; TARGA, M. S. Hidrogeologia da Várzea do Rio Paraíba do Sul: estudo de caso de uma área de mineração no município de Tremembé, SP, Brasil. *Rev. Ambient. Água*, vol.5, n.3, p.76-107. 2010.
- D'ORAZIO, F. de A.E.; CATHARINO, E.L.M. Estrutura e florística de dois fragmentos de florestas aluviais no Vale do rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. *Hoehnea*, vol.40, n.3, p.567-582, 2013.
- DUBOIS, Jean C.L. (org.) - Manual Agroflorestal para a Amazônia. Rio de Janeiro, REBRAF / Fundação Ford, 2ª ed 1996, 228 pg.
- DUFOUR, D.L. Use of Tropical Rainforests by Native Amazonians. *BioScience, Ecosystem Science for the Future*, vol. 40, n. 9, p. 652-659, 1990. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1311432> Acesso em 02 mai 2013.
- DURIGAN, G.; RAMOS, V. S.; IVANAUSKAS, N. M.; FRANCO, G. A. D. C. Espécies indicadoras de fitofisionomias na transição cerrado-mata atlântica no estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo; Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. São Paulo : SMA/CBRN, 2012. 146p.
- ELSEN, A; BAIMEY, H.; SWENNEN, R.; DE WEALE, D. Relative mycorrhizal dependency and mycorrhiza-nematode interaction in banana cultivars (*Musa spp.*) differing in nematode susceptibility. *Plant and soil*, vol. 256, p. 303-313, 2003.
- EMBRAPA/CNPS. *Manual de métodos de análise de solos*, Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- ERDMANN, T. K. Agroforestry as a Tool for Restoring Forest Landscapes. In: *Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees*. S. Mansourian, D. Vallauri, and N. Dudley (eds.). Springer New York. 274–84. http://link.springer.com/chapter/10.1007/0-387-29112-1_40.2005.
- EROFEEVA, E. A. Dependence of Dandelion (*Taraxacum officinale* Wigg.) Seed Reproduction Indices on Intensity of Motor Traffic Pollution. *Dose-Response*, 12, n. 4, 2014. doi: 10.2203/dose-response.14-009.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu Rev Ecol Systemat* vol.34, p.487–515, 2003.
- FAO. Global Review of Forest Pests and Diseases. FAO Forestry Paper 156, Rome.2009.
- FAO. Global forest resources assessment 2005 – progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper 147. UN Food and Agriculture Organization, Rome.2006.
- FAO, Taro cultivation in Asia and the Pacific. Aut.: ONWUEME, I. 1999.
- FAPESP. Mandioca híbrida tem 40 vezes mais vitamina A do que a variedade comum. 2013. Data: 6/2/2013 (Vídeo). Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/02/06/cientistas-turbinam-mandioca-com-mais-vitamina-a/>.

- FINEGAN, B.; NASI, R. The Biodiversity and Conservation Potential of Shifting Cultivation Landscapes. In: *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B. da; HARVEY, C.A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H.L.; IZAC, A.-M.N. (eds.). Island Press. Chapter 8, p.153-197, 2004.
- FISCHER, E. M.; KNUTTI, R. Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high-temperature extremes. *Nature Climate Change* 5, p. 560–564, 2015. Disponível online: 27 abril 2015 DOI: 10.1038/NCLIMATE2617
- FORRESTER, D. I.; MEDHURST, J. L.; WOOD, M.; BEADLE, C. L.; VALENCIA, J. C. Growth and physiological responses to silviculture for producing solid-wood products from *Eucalyptus* plantations: an Australian perspective. *Forest Ecology and Management*, n.259, p.1819–1835, 2010.
- FUJII, Y.; PARVEZ, S. S.; PARVEZ, M. M.; OHMAE, Y.; IIDA, O. Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method. *Weed Biology and Management*, n.3, vol.4,p. 233-241, 2003.
- FUJIHARA, T.; HAYASHIDA, M.; CRUZ, E.M.; ORDEM, E.A. Supplementing Napier grass (*P. purpureum*) with Flemingia foliage (*F. macrophylla*) and rice bran improves mineral status and growth performance of goats. *Livestock Research for Rural Development*, v.27, n.7, 2015. Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd27/1/fuji27007.html>
- FULLAGAR, R.; FIELD, J.; DENHAN, T.; LENTFER, C. Early and mid Holocene tool-use and processing of taro (*Colocasia esculenta*), yam (*Dioscorea* sp.) and other plants at Kuk Swamp in the highlands of Papua New Guinea. *Journal of Archaeological Science*, v.33, p.595-614, 2006.
- FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. Manejo integrado na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas produtivos utilizando a fixação biológica de nitrogênio como fonte de nitrogênio. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. *Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável*. 1ª ed., p.201-220, 2005.
- FREIRE, M. *Chuva de sementes, banco de sementes do solo e deposição de serapilheira como bioindicadores ambientais no bioma Mata Atlântica*, Teresópolis, RJ. Tese. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.2006. oai:btdt.ufrj.br:124
- FERREIRA, J. F. S.; LUTHRIA, D. L.; SASAKI, T. Flavonoids from *Artemisia annua* L. as antioxidants and their potential synergism with artemisinin against malaria and cancer. *Molecules*, v. 15, n. 5, p. 3135-3170, 2010.
- FREITAS JUNIOR, G.; MARSON, A. A.; SOLERA, D. A.G. Os eucaliptos no Vale do Paraíba Paulista: aspectos geográficos e históricos. *Revista Geonorte*, vol.1, n.4, p.221–237. 2012.
- FREITAS JUNIOR, G.; MARSON, A. A. Estudo comparado da biogeografia fisionômica - caracterização da vegetação do Vale do Paraíba paulista nos anos de 1817 – 2007. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL, 1., 2007, Taubaté: *Anais...* Taubaté: IPABHi, 2007, 107-114. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/88/1/107-114.pdf> Acesso em: 31 mai. 2014.
- FREITAS, H. S. *Caracterização florística e estrutural do componente arbóreo de três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual da região leste do Vale do Paraíba - SP*. 2010.223 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências, USP, São Paulo.

- FRIDAY, J. B.; OKANO, D. *Calophyllum inophyllum (kamani)*. In Elevitch, C. R. (ed.). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), ver. 2.1, 17p. 2006. Hōlualoa, Hawai'i. <http://agroforestry.net/tti/Calophyllum-kamani.pdf>
- FRIDAY, J. B.; OGOSHI, R. (revised). *Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Tamanu (Calophyllum inophyllum)*. In Elevitch, C. R. (ed.). Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR). Hōlualoa, Hawai'i, 13p., 2011. http://agroforestry.net/scps/Tamanu_specialty_crop.pdf
- GAMA, M. M. B. *Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais em Machadinho D'oeste, Rondônia*. 2003. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- GASPAROTTO JR., A.; BREZZAN, M. A.; PILOTO, I. C.; CORTEZ, D. A. G.; NAKAMURA, C. V.; DIAS, FILHO, B. P.; RODRIGUES FILHO, E.; FERREIRA, A. G. Estudo fitoquímico e avaliação da atividade moluscicida do *Calophyllum brasiliense* Camb (Clusiaceae). *Quím. Nova* [online], vol.28, n.4, pp. 575-578, 2005. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000400003
- GODOY, L. J. G. de; GOÇALO, S. G.; MENDONÇA, J. C. de; BERNARDO, A. Variação sazonal da concentração de nutrientes em folhas de bananeiras, no Vale do Ribeira-SP. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1367-1380, jul./ago. 2012. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n4p1367
- GOFFI, F.S. *Pindamonhangaba no Século XIX – Cafezais, Servidão e Nobreza*. Gráfica Portinho Cavalcanti, Rio de Janeiro-RJ, 1994.
- GOMES, E. P. C.; FISCH, S. T. V.; MANTOVANI, W. Estrutura e composição do componente arbóreo na Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba, SP, Brasil. *Acta bot. bras.*, vol.19, n.3, p. 451-464, 2005.
- GOMES, M.V.; SOUSA, T.P. de; SANTOS, S.L.; SILVESTRE, M.A.; MELO, D.R. de; LINHARES, P.C.F. *Senna obtusifolia* como adubo orgânico no cultivo de alface em sucessão a cultura do coentro. *Revista ACSA – OJS*, v. 8, n. 4, p. 07-12, 2012.
- GOMES, A.G.; GARGANTINI, H.; GUIMARÃES, G.; PIMENTEL WUTKE, A. C. Competição entre materiais corretivos (Escória de siderurgia x Calcáreo) em solos de várzea do Vale do Paraíba, SP. *Bragantia*, Campinas, v.21, n°44, p.777-793, 1962.
- GONDIM, A. R. O.; PUIATTI, M.; CECON, P.R.; FINGER, F.L. 2007. Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas de taro cultivado sob sombreamento artificial. *Hortic. bras.*, v. 25, n. 3, p.418-428, jul.-set. 2007.
- GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V.; MCNABB, K. (eds and translator). *Forest Nutrition and Fertilization*. Institute of Forest Research and Study (IPEF) Piracicaba, Sao Paulo. 2004.
- GÖTSH, E. *Break-trough in Agricultures*. AS-PTA, Rio de Janeiro. 1995. 18p.
- GRANADOS, C.; GUZMAN, L. E.; ACEVEDO, D.; DÍAZ, M.; HERRERA, A. Propriedades funcionales del almidon de sagu (*Maranta arundinacea*) . *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol 12, n. 2, p. 90-96, 2014.
- GUARESCHI, R.F. ; PEREIRA, M.G. Carbono, matéria orgânica leve e frações oxidáveis do carbono orgânico sob sistemas de aléias. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 33, n. 74, p. 109-114, 2013.

- HABTE, M.; AZIZ, T. Response of *Sesbania grandiflora* to Inoculation of Soil with Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungit. *Applied and Environmental Microbiology*, p. 701-703, 1985. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC238694/pdf/aem00144-0157.pdf>
- HANADA, R.E.; SALES-CAMPOS, C.; ABREU, R. L. S. de; PFENNING, L. Fungos emboladores e manchadores de madeira em toras estocadas em indústrias madeireiras no município de Manaus , Brasil. *Acta Amazônica*, vol.33, n.3, p.483-488, 2003.
- HARADA, J. Allelopathy and Toxicity to Fish of Aquatic Weeds. In: Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia. *Food & Fertilizer Technology Center*, p. 166-174, 1994. <http://www.agnet.org/library.php>
- HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M.C.; GRACIANO, J. D.; GIULIANI, A. R.; HELMICH, M; GOMES, H. E. Produção e renda bruta de quatro clones de taro cultivados em Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul. *Acta Sci Agron* vol.31, p. 301-305, 2009.
- HERRERA, A.; TEZARA, W.; MARÍN, O.; RENGIFO, E. Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis in trees of a tropical seasonally flooded forest. *Physiologia Plantarum*, vol.134, p. 41-48, 2008. Doi: 10.1111/j.1399-3054.2008.01099.x.
- HILDRETH, L.A. The economic impacts of agroforestry in the Northern Plains of China. *Agrofor Syst*, 72, p.119-126, 2008.
- INFORZATO, R. Nota sôbre o sistema radicular do guandu, *Cajanus cajan* (L.) Millsp., e a sua importância na adubação verde. *Bragantia*, v.7, p. 125-127, 1947.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro. 271p. 2012.
- INSTITUTO OURO VERDE. Reunião técnica sobre monitoramento de sistemas agroflorestais: Relatório de atividades. Alta Floresta: MT, 13p. 2012.
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Summary for Policymakers*. In: Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 31p.
- JARAMILLO-BOTERO, C.; SANTOS, R. H. S.; FARDIM, M. P.; PONTES, T. M. SARMIENTO, F. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal na Zona da Mata de Minas Gerais. *Rev. Árvore* [online]. vol.32, n.5, pp. 869-877, 2008. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622008000500012&script=sci_arttext
- JOLY, C. A.; CRAWFORD, R. M. M. Variation in tolerance and metabolic responses to flooding in some tropical trees. *Journal of Experimental Botany*, vol.33, n.4, p.799-809, 1982. doi: 10.1093/jxb/33.4.799.
- KARAM; T. K.; DALPOSSO, L. M.; CASA, D.M.; De FREITAS, G. B. L. Carqueja (*Baccharis trimera*): utilização terapêutica e biossíntese. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, vol.15, n.2, p.280-286, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722013000200017&lng=en&tlng=pt. 10.1590/S1516-05722013000200017.

KEW. Royal Botanic Gardens. **HerbIMI**, 2015. Disponível em: [Http://www.herbimi.info/herbimi/specimen.htm?imi=188584](http://www.herbimi.info/herbimi/specimen.htm?imi=188584)

KHOURY, C. K.; CASTAÑEDA-ALVAREZA, N.P.; ACHICANOYA, H.A.; SOSAA, C.C.; BERNAUA, V.; KASSAE, M.T.; NORTONF, S.L.; VAN DER MAESENS, L.J.G.; UPADHYAYAH, H.D.; RAMÍREZ-VILLEGASA, J.; JARVISA, A.; STRUIK, P.C. Crop wild relatives of pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]: Distributions, ex situ conservation status, and potential genetic resources for abiotic stress tolerance. *Biological Conservation*, vol. 184, p.259–270, 2015.

KIEHL., E.J. *Manual de edafologia: relações solo – planta*. Ed. CERES, 1979, São Paulo. 262 p.

KIMURA, S. Possibility of the natural product extracted from *Calophyllum brasiliense*. Nihon RINSHO. Vol. 72, n. 7, p. 1331-41, 2014. (abstract) [Article in Japanese]

KINUPP, V. F. *Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014. 768p.

KIRK, G. *The Biogeochemistry of Submerged Soils*. John Wiley & Sons, Chichester, 2004. DOI: 10.1111/j.1365-2389.2004.0694a.x

KRONKA, F. J. N.; NALON, M. A.; MATSUKUMA, C. K.; KANASHIRO, M. M.; SHIN-IKE, M. S.; PAVÃO, M.; DURIGAN, G.; LIMA, L. P. R.; GUILLAUMON, J. R.; BAITELLO, J. B.; BORGIO, S. C.; MANETTI, L. A.; BARRADAS, A. M. F.; FUKUDA, J. C.; SHIDA, C. N.; BARBOSA, O.; SOARES, A. P.; JOLY, C. A.; COUTO, H. T. Z. *Inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Florestal; Imprensa Oficial, 200p. 2005.

KRONKA, F.J. N.; NALON, M. A.; MATSUKUMA, M. P.; YWANE, M. S. S.; KANASHIRO, M. M.; LIMA, L. M. . R.; PIRES, A. S.; SHIDA, C. N.; FUKUDA, J. C.; JOLY, C. A.; COUTO, T. Z.; GUILLAUMON, J. R.; BARBOSA, O.; BARRADAS, A. M. F.; BORGIO, S. C.; MONTEIRO, C. H. B.; PONTINHAS, A. A. S.; ANDRADE, G. G.; VILELA, F. E. S. P. Mapeamento e quantificação do reflorestamento no Estado de São Paulo. *Florestar Estatístico*, vol.6, n.14, p.19-27, 2003.

KUMALASARI, I. D.; HARMAYANI, E.; LESTARI, L. A.; RAHARJO, S.; ASMARA, W.; NISHI, K.; SUGAHARA, T. Evaluation of immunostimulatory effect of the arrowroot (*Maranta arundinacea*. L) *in vitro* and *in vivo*. *Cytotechnology*, vol.64, n.2, p.131–137, 2012. doi:10.1007/s10616-011-9403-4.

LAI, B.; CHEN, T.; HUANG, S. *Bidens pilosa* Formulation Improves Blood Homeostasis and β -Cell Function in Men: A Pilot Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v. 2015, 5p. 2015. Doi:10.1155/2015/83231.

LEBOT, V. Tropical Root and Tuber Crops: Cassava, Sweet potato, Yams and Aroids. *Crop production Science in Horticulture: 17*. CABI, UK. 2009. 440 p.

LEONARDI, V. *Entre árvores e esquecimentos: história social nos sertões do Brasil*: Paralelo 15 Editores, 1996. 431 p.

LECHTERBECK, J.; KALIS, A. J.; MEURERS-BALKE, J. Evaluation of prehistoric land use intensity in the Rhenish Loessboerde by canonical correspondence analysis—A contribution to LUCIFS. *Geomorphology*, 108, p.138-144, 2009.

- LICHTEMBERG, L.A.; LICHTEMBERG, P. dos S.F. (2011). Avanços na bananicultura brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, p. 29-36, 2011. Retrieved May 14, 2015, from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000500005&lng=en&tlng=pt. 10.1590/S0100-29452011000500005.
- LIMA, R. C. A. A adequação das propriedades agrícolas ao novo Código Florestal brasileiro. *Visão agrícola*, nº10, p. 22-24, jan-abr, 2012. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA10-visao-tecnica03.pdf>
- LIMA, J.M.; SILVA, C.A.; ROSA, M.B.; SANTOS, J.B.; OLIVEIRA, T.G.; SILVA, M.B. Prospecção fitoquímica de *Sonchus oleraceus* e sua toxicidade sobre o microcrustáceo *Artemia salina*. *Planta Daninha*, vol. 27, n.1, p.7-11, 2009.
- LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. *As Florestas plantadas e a água*. São Carlos: Rima. 2006.
- LONDRES, F. *Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida*. – Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. 190 p.
- LOPES, O.R.; KURSAR, T.A. Flood tolerance of four tropical species. *Tree Physiology*, vol.19, p. 925-932, 1999.
- LORENZI, J.O. Mandioca. Campinas: CATI. 2003. 116 p. (Boletim Técnico, 245).
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.2. 382p.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2.ed. 2008, 544p.
- LORENZI, H. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 3. ed. 2000, 608 p.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; FERREIRA, E. P.; SANTOS, L. L.; BEUTLER, S. J.; FERRAZ JÚNIOR, A. S. L. Frações oxidáveis do carbono orgânico em argissolo vermelho-amarelo sob sistema de aléias. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 33, n. 4, p. 867-874, 2009.
- MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. *Agroforestry Systems*, Dordrecht, v. 71, p. 127- 138, 2007.
- MANTOVANI, A; MORELLATO, PC. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmito. *Sellowia*, 49-52. 23-38, 2000.
- MARCHESE, J.A.; FERREIRA, J.F.S.; REHDER, V.L.G.; RODRIGUES, O. Water deficit effect on the accumulation of biomass and artemisinin in annual wormwood (*Artemisia annua* L., Asteraceae). *Brazilian Journal of Plant Physiology*, vol. 22, n.1, p.1-9, 2010.
- MARCONDES, J. M. P. *Uma breve história da Vila Real de Nossa Senhora do Bom Sucesso de Pindamonhangaba*. Pindamonhangaba, SP : Ed. do Autor. 103p. 2011.
- MARCONDES, A. *Pindamonhangaba Através de Dois e Meio Séculos*. Tipografia Paulista, São Paulo-SP, 1922.
- MARENCO, J. A.; ALVES, L. M. Tendências Hidrológicas na Bacia do Rio Paraíba do Sul. INPE ePrint: sid.inpe.br/ePrint@80/2005/05.11.13.21, v1 .2005. Disponível em: <http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/ePrint@80/2005/05.11.13.21/doc/v1.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2014.

- MARGOLIS, E.; CAMPOS FILHO, O.P. Determinação dos fatores da equação universal de perdas de solo num Podzólico Amarelo de Glória do Goitá. In: Encontro Nacional sobre Conservação do Solo, 3. Recife, 1981. *Anais...* Recife. p. 239-250, 1981.
- MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. Germinação e crescimento de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas. *Acta bot. bras.* vol. 14, n.1, p. 113-120.2000. <http://www.scielo.br/pdf/abb/v14n1/v14n1a10.pdf>
- MARQUESE, R. de B. O Vale do Paraíba cafeeiro e o regime visual da segunda escravidão: o caso da fazenda Resgate. *Anais do Museu Paulista*. São Paulo, vol.18, n.1, p.83-128. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-47142010000100004&script=sci_arttext. Acesso em: 2 jan. 2014.
- MARTINELLI, L. A.; JOLY, C. A.; NOBRE, C. A. et al. A falsa dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. *Biota Neotropica*, vol.10, p. 323-330, 2010.
- MARTINS, S. V.; PINTO, S. I. C.; SILVA, A. G.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T.; SCOSS, L. M. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo de dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa, MG, Brasil. *Revista Árvore*, vol. 31, p.823–833, 2007.
- MÉIER, M.; TEIXEIRA, H. M.; FERREIRA, T. M. G.; FERRARI, E. A.; LOPES, S. I.; LOPES, R.; CARDOSO, I. M. Sistemas agrofloretais em áreas de preservação permanente. *Revista Agriculturas: experiências em agroecologia*. AS-PTA – Agricultura Familiar e Agroecologia. v.8, n.2, 12-17, 2011.
- MEIKE, S.A. *Diversity in the tropical multipurpose shrub legumes Cratylia argentea (Desv.) O. Kuntze and Flemingia macrophylla (Willd.) Merrill*. Dissertation University of Hohenheim, Institute of Plant Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics, Field: Biodiversity and Land Rehabilitation in the Tropics and Subtropics, 2006.
- MEIRA, M; SILVA, E. P. da; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Review of the genus *Ipomoea*: traditional uses, chemistry and biological activities. *Rev. bras. farmacogn.* v.22, n.3, p.682-713, 2012.
- MELO, A.M.Y. de; MAIA, L.C.; MORGADO, L.B. Fungos micorrízicos arbusculares em bananeiras cultivadas no Vale do Submédio São Francisco. *Acta Bot. Bras.*, Feira de Santana, v. 11, n. 2, 1997.
- MINNEMEYER, S.; LAESTADIUS, L.; SIZER, N.; SAINT-LAURENT, C.; POTAPOV, P. Global Map of Forest Landscape Restoration Opportunities. Global Partnership on Forest Landscape Restoration. World Resources Institute, International Union for Conservation of Nature and South Dakota State University. <http://www.wri.org/resources/maps/global-map-forest-landscape-restoration-opportunities>. 2011.
- MONTAGNINI, F. Los sistemas agroforestales y su contribución para la mitigación y adaptación al cambio climático. *Edición Especial de la Revista Alcance*. 24 p. Diciembre, 2012. Disponível em:http://revistaagronomiaucv.org.ve/revista/articulos/A_2012_71_Art1.pdf
- MORAIS, W. C. de C.; SOUZA, M. E. P. de; ANJOS, N. dos. Novo besouro-de-ambrosia em guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambessedes). *Comunicata Scientiae* , vol. 2, n.1, p. 49-52, 2011.
- MONTEIRO, E.M. *Resposta de elegenduminosas arbóreas a inoculantes com rizóbio e fungos vesículo-arbusculares em solo ácido*. 221p. 1990. UFRRJ, Riode Janeiro, 221p. 1990. (Tese de Doutorado).

- MORATO, E. F.; NICOLAU, M.; RAE, G. A.; TAKAHASHI, R. N.; VALLE, R. M.; YUNES, R. A. Chemical and pharmacological studies on *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae). *J Ethnopharmacol.* Oct 26 (3) : 277 – 86, 1989.
- MOSTAFA, I.; ABD EL-AZIZ, E; HAFEZ, S; EL-SHAZLY, A. Chemical constituents and biological activities of *Galinsoga parviflora* cav. (Asteraceae) from Egypt. *Z Naturforsch C.* Jul-Aug; 68(7-8):285-92, 2013.
- MUELLER, M. S.; RUNYAMBO, N.; WAGNER, I.; BORRMANN, S.; DIETZ, K.; HEIDE, L. Randomized controlled trial of a traditional preparation of *Artemisia annua* L. (Annual Wormwood) in the treatment of malaria. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 98, n. 5, p. 318–321, 2004.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H.A. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley, 1974, 547p.
- NAGAI, A.; YOKOYAMA, N.; MATSUO, T.; BORK, S.; HIRATA, H.; XUAN, X.; ZHU, Y.; CLAVERIA, F. G.; FUJISAKI, K.; IGARASHI, I. Growth-inhibitory effects of artesunate, pyrimethamine, and pamaquine against *Babesia equi* and *Babesia caballi* in *in vitro* cultures. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* n.47, p.800–803, 2003.
- NAIR, P.K.R.; KUMAR, B.M. The concept of homegarden. In: Kumar, B.M. & Nair, P.K.R. [eds.] *Tropical Homegardens. A Time-Tested Example os Sustentaible Agroforestry.* p.1-2, 2006.
- NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C. da; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. *Rev. bras. Bot.* [online]. vol.24, n.2, p. 173-179, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042001000200007>.
- NASCIMENTO, E. A.; TERRONES, M. G. H.; MORAIS, S. A. L.; CHANG, R.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. Q.; PEREIRA, B. H. A. Allelopathic activity of *Cenchrus echinatus* L. extracts on weeds and crops. *Allelopathy Journal.* vol. 24, n.2, p.363-372, 2009.
- NASCIMENTO, H. E. M.; DIAS, A. S.; TABANEZ, A. A. J.; VIANA, V. M. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional Semidecidual na região de Piracicaba SP. *Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos, vol. 59, p. 329-342, 1999.
- NELLEMANN, C.; CORCORAN, E. (eds). *Dead Planet, Living Planet – Biodiversity and Ecosystem Restoration for Sustainable Development. A Rapid Response Assessment.* United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. UNEP. 2010. 109p.
- NEVES, P.D.M. Sistemas agroflorestais como fomento para a segurança alimentar e nutricional. *Boletim Gaúcho de Geografia*, vol.42, n. 2, p.404-421, 2014.
- NODA, S. N.; NODA, H.; MARTINS, L. L. U. Utilização e apropriação das terras por agricultura familiar amazonense de várzea. In: A. C. Diegues e A. de C. C. Moreira (org.). *Espaços e recursos naturais de uso comum.* São Paulo: NUPAUB-USP. 294p
- NOGUEIRA JUNIOR, L.R.; FISCH, S.T.V.; BALLESTERO, D.S. Influência da umidade do solo no desenvolvimento inicial de plantas do palmitheiro *Euterpe edulis* Mart. em floresta nativa. *Rev. biociênc.*, Taubaté, v.9, n.1, p.7-13, 2003. <http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/viewFile/90/66>.
- OLIVEIRA M. S.; LEON, A. P.; MATTOS, I. E.; KOIFMAN, S. Differential susceptibility according to gender in the association between air pollution and mortality from respiratory diseases. *Cad. Saúde Pública*, vol.27, n.9, p.1827-1836. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org/pdf/csp/v27n9/16.pdf>.

- OLIVEIRA, V. C. de; JOLY, C. A. Flooding tolerance of *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth responses. *Trees*, v.24, p. 185-193, 2010. DOI 10.1007/s00468-009-0392-2.
- OLIVEIRA, F. L.; SOUTO, S. M. Comportamento de leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v. 8, n. 1-2, p. 67-74, 2002.
- OPPONG, F.K.; OSEI-BONSU, K.; AMOAH, F.M.; ACHEAMPONG, K. Potential use of *Flemingia macrophylla* as mulch for managing weeds in young cocoa in Ghana. *Ghana Jni agric. Sci.*, vol.31, p.67-72, 1998.
- PARRINI, R.; RAPOSO, M. A. Associação entre aves e flores de duas espécies de árvores do gênero *Erythrina* (Fabaceae) na Mata Atlântica do sudeste do Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* [online]. vol.98, n.1, p. 123-128, 2008. ISSN 0073-4721.
- PENEIREIRO, F. M. Agroflorestas sucessionais: princípios para implantação e manejo. Revisão: Mutirão Agroflorestal. Novembro/2001. 14p. http://tcpt.cpatu.embrapa.br/bibliografia/1_Principios%20da%20agrofloesta.pdf.
- PENEIREIRO, F. M. *Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso*. ESALQ. Piracicaba, 1999. 138 p. Dissertação de mestrado.
- PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L. BRS Conquista: Nova Cultivar de Bananeira para o Agronegócio da Bananeira no Brasil. Comunicado Técnico, 60. 2008. EMBRAPA Transferência de Tecnologia, Manaus, AM.
- PETERSEN, P.; WEID, J.M.; FERNANDES, G.B. Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte: Epamig, v. 30, n. 252, p. 7-15, set./out. 2009.
- PETIT, B.; MONTAGNINI, F. Growth in pure and mixed plantations of tree species used in reforesting rural areas of the humid region of Costa Rica, Central America. *Forest Ecology and Management*. vol. 233, p. 338–343, 2006.
- PEZESHKI, S.R.; DELAUNE, R.D. Soil Oxidation-Reduction in Wetlands and Its Impact on Plant Functioning. *Biology*, n.1, p.196-221, 2012. doi:10.3390/biology1020196
- PIMENTA, J. A.; BIANCHINI, E.; MEDRI, M. E. Adaptations to flooding by tropical trees: morphological and anatomical modifications. In: SCARANO, F. R.; FRANCO, A. C. (eds.). *Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics*. Series Oecologia Brasiliensis, vol. IV. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brazil, 1998, p. 157-176.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 13. Ed. Piracicaba, Nobel. 468 p. 1990.
- PIOTTO, D.; CRAVEN, D.; MONTAGNINI, F.; ALICE, F. Silvicultural and economic aspects of pure and mixed native tree species plantations on degraded pasturelands in humid Costa Rica. *New Forests*, vol.39, p.369-385, 2010.
- PROBIO. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Mapeamento de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm> . Acesso em: 02 fev.2015.
- PROCÓPIO, S.O.; PIRES, F.R.; MENEZES, C.C.E.; BARROSO, A.L.L.; MORAES, R.V.; SILVA, M.V.V.; QUEIROZ, R.G.; CARMOS, M.L. Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. *Planta Daninha*, vol.24, n.1, 193-197, 2006.

- PUIATTI, M.; PEREIRA, F.H.F.; AQUINO, L.A. Crescimento e produção de taro ‘Chinês’ influenciados por tipos de mudas e camadas de bagaço de canade-açúcar. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.4, p.722-728, out-dez 2004.
- PUIATTI, M.; KATSUMOTO, R.; PEREIRA, F.H.F.; BARRELLA, T.P. Crescimento de plantas e produção de rizomas de taro ‘Chinês’ em função do tipo de muda. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.21, n.1, p.110-115, 2003.
- RAPPAPORT, D.; MONTAGNINI, F. Tree species growth under a rubber (*Hevea brasiliensis*) plantation: native restoration via enrichment planting in southern Bahia, Brazil. *New Forests*, vol.45, n.5, p.715-732, 2014. DOI:10.1007/s11056-014-9433-9
- REA, A.; TEMPONE, A. G.; PINTO, E. G.; MESQUITA, J. T.; RODRIGUES, E.; SILVA, L. G. M.; LAGO, J. H. G. Solumarin Isolated from *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) Induces Plasma Membrane Permeabilization of *Trypanosoma cruzi* and Mitochondrial Dysfunction. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, vol.7, n.12, e2556, 2013. doi:10.1371/journal.pntd.0002556.
- REDE AGROFLORESTAL DO VALE DO PARAÍBA. *Ações da Rede Agroflorestal do Vale do Paraíba na construção do projeto participativo „Regeneração: unindo o homem à natureza’*.2014. Disponível em: <http://redeagroflorestalvaledoparaiba.blogspot.com.br/2014/04/e-d-i-t-o-r-i-l.html>. Acesso em: 09 abr. 2014.
- REDONDO-BRENES, A.; MONTAGINI, A. Growth, productivity, aboveground biomass, and carbon sequestration of pure and mixed native tree plantations in the Caribbean lowlands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, v. 232 : 168-178, 2006.
- REFLORA. *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 13 Mai. 2015
- REHEL, S. *Commelina benghalensis*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2013.Version 2015.1. <www.iucnredlist.org>. Acesso em 05 Junho 2015.
- REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. *Agricultura para o futuro: uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 32p.
- REIS, A; REIS, MS; FANTINI, AC; SGROTT, EZ. Curso: Manejo de rendimento sustentado de *Euterpe edulis*. Registro: IPEA. 59 p. 1994. (Apostila curso 15 a 17 de fevereiro)
- RIEHELLMANN, C. L. *Rurbanização, Desenvolvimento e Vida: o caso do Assentamento Nova Esperança I, do MST, em macrozona de expansão urbana de São José dos Campos – Perspectivas para o planejamento urbano regional*. 2006. 433p. Dissertação de Mestrado (Curso de Planejamento Urbano e Regional) - UNIVAP, São José dos Campos, 2006. 433p. Disponível em: <http://biblioteca.univap.br/dados/000001/00000185.pdf> Acesso em: 13 fev. 2014.
- RITZINGER, C.H.S.P.; FANCELLI, M.. Manejo integrado de nematóides na cultura da bananeira. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 331-338, Agosto 2006.
- RODRIGUES, G.S.; RODRIGUES, I. A.; BUSCHINELLI, C. C. A.; BARROS, I. Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 30, p. 229-239, 2010.

- RODRIGUES, E. R.; CULLEN JR, L.; BELTRAME, T. P.; MOSCOGLIATO, A. V.; SILVA, I. C. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para a recuperação da reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.941-948, 2007.
- RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A.; TUPY, O. CAMARGO, A.C. de; NOVO, A. L.M.; BONADIO, L.F.; TOKUDA, F.S.; ANDRADE, E.F.; SHIOTA, C.M.; SILVA, R.A. da. Avaliação sócio-ambiental da integração tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar. *Agric. São Paulo*, São Paulo, v. 53, n. 2, p.35-48, jul./dez. 2006.
- RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, I. Sistema de avaliação de impacto social da inovação tecnológica agropecuária (AmbitecSocial). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 30 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).
- RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do novo rural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 4, p. 445-451, 2003.
- RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 349-375, 2002.
- ROMEIRO, A. R.; MANGABEIRA, J. A. C.; VALLADARES, G. S. Biodiversidade, Reflorestamento e Agropecuária no Brasil. *Florestar Estatístico*, vol.7, n.16, 2004.
- ROSSI, D. M.; MAGALHÃES, C. R. P.; KINUPP, V.; FLÔRES, S. H. Triagem preliminar da presença de inulina em plantas alimentícias. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 22, n. 2, p. 247-250, abr./jun. 2011.
- SABIR, S.M.; AHMAD, S.D.; HAMID, A.; KHAN, M.Q.; ATHAYDE, M.L.; SANTOS, D.B.; BOLIGON, A. A. Antioxidant and hepatoprotective activity of ethanolic extract of leaves of *Solidago microglossa* containing polyphenolic compounds. *Food Chemistry*, vol. 131, p. 741-747, 2012.
- SAENGSAI, J.; KONGTUNJANPHUK, S.; YOSWATTHANA, N.; KUMMALUE, T.; JIRATCHARIYAKUL, W. Antibacterial and Antiproliferative Activities of Plumericin, an Iridoid Isolated from *Momordica charantia* Vine, Evidence-Based. *Complementary and Alternative Medicine*, 2015. Article ID 823178, 10 p, 2015. doi:10.1155/2015/823178.
- SALATI, E.; LEMOS, H. M.; SALATI, E. Água e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras ed. p.39-62, 1999.
- SALMI, A. P.; RISSO, I.A.M.; GUERRA, J.G. M.; URQUIAGA, S.; ARAÚJO, A. P.de; ABOUD, A.C. de S. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio de *Flemingia macrophylla*. *Revista Ceres*, vol.60, n.1, p.79-85, 2013.
- SALMI, A.P. *Utilização de Flemingia macrophylla como adubo verde na produção orgânica de hortaliças em sistema de aléias*. UFRRJ, 2012. 86p. Tese de Doutorado em Fitotecnia Agroecologia.

- SALVADOR, J. do L. G.; OLIVEIRA, S. B. de; OLIVEIRA, D. B. de; SILVA, J. R. Comportamento do guanandi (*Calophyllum brasiliensis* Camb.) em solos úmidos, periodicamente inundáveis e brejosos. In: BARRICHELO, L. E. G.; LIMA, W. P.; POGGIANI, M. M. (eds.). *Recomposição da vegetação com espécies arbórea nativas em reservatório de usinas hidrelétricas da CESP*. Série Técnica IPEF, Piracicaba, vol.8, n.25, p. 1-43, Set.1992. <http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr25/cap01.pdf>
- SAMPAIO, A. O.; FERREIRA FILHO, J. A.; ALMEIDA, P. A. de. Cultivo consorciado de mandioca para alimentação animal. *Revista Brasileira de Mandioca*, v.13, n.1, p.89-98, mar. 1994.
- SANGHAI, D. B.; KUMAR, S. V.; SRINIVASAN, K. K.; ASWATHARAM, H. N.; SHREEDHARA, C. S. Pharmacognostic and Phytochemical Investigation of the Leaves of *Malvastrum Coromandelianum* (L.) Garcke. *Ancient Science of Life*, vol.33, n.1, p. 39-44, 2013.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, DF : Embrapa. 353 p. 2013.
- SANTOS, P. G.; BERTOL, I.; CAMPOS, M. L.; RAFAELI NETO, S. L.; MAFRA, A. L. Classificação de terras segundo sua capacidade de uso e identificação de conflito de uso do solo em microbacia hidrográfica. *R Ci Agrovet.*, vol.11, p.146-57, 2012.
- SANTOS, A. do C.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C. dos; BERNINI, T.A.; COOPER, M.; NUMMER, A.R. & FRANCELINO, M.R. Gênese e classificação de solos numa topossequência no ambiente de mar de morros do médio vale do Paraíba do Sul, RJ. *R. Bras. Ci. Solo*, vol. 34, p.1297-1314, 2010.
- SANTOS, P. R. de O. dos; CORTINES, E.; SANTOS, G. L. dos; VALCARCEL, R. Seleção de espécies para estudos de bioindicadores hidrológicos em floresta de altitude no interflúvio da Serra do Mar, Nova Friburgo, RJ.2010. 63ª Reunião Anual da SBPC.
- SANTOS, S.C.; CARNEIRO, L.C.; SILVEIRA NETO, A.M.; PANIAGO JÚNIOR, E.; PEIXOTO, C.N. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares de bananeira resistentes à Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) no Sudoeste Goiano. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 449-453, 2006.
- SÃO PAULO. *Meio Ambiente Paulista - Relatório de Qualidade Ambiental 2014*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2014. 253p.
- SÃO PAULO. Resolução SMA Nº 32. SÃO PAULO, 03 de Abril de 2014.
- SÃO PAULO (Estado). *Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte*. São Paulo: Imprensa Oficial, 2013.128 p.
- SÃO PAULO. *Caracterização socioeconômica de São Paulo - Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte*. São Paulo: Imprensa Oficial, 2013. 84p.
- SÃO PAULO. Decreto 55.947 de 24 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, v.120, n.119. São Paulo, 25 de junho de 2010.Seção i, p.1-2
- SÃO PAULO. Alternativas para o manejo sustentável da palmeira juçara. Secretaria do Meio Ambiente : Fundação Florestal, 22p., 2007.

SÃO PAULO. *Resolução SMA 48*: Lista oficial das espécies da flora do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Meio Ambiente, 22 de setembro de 2004.

SARDOS, J.; NOYER, J.; MALAPA, R.; BOUCHET, S. Genetic diversity of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) in Vanuatu (Oceania): an appraisal of the distribution of allelic diversity (DAD) with SSR markers. *Genet. Resour. Crop Evol.*, vol. 59, p.805-820, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s10722-011-9720-7>.

SARTORI N. T., CANAPELLE D., de SOUSA P. T. Jr., Martins DT. Gastroprotective effect from *Calophyllum brasiliense* Camb. bark on experimental gastric lesions in rats and mice. *J Ethnopharmacol.* Nov 1;67 (2) : 149-56, 1999. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10619378>

SCHRÖDER, R. Distribuição e curso das precipitações no Estado de São Paulo. *Bragantia*, vol.15 n.18, p.193-249. 1956. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/18.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2014.

SCHROTH, G.; D'ANGELO, S. A.; TEIXEIRA, W. G.; HAAG, D.; LIEBEREI, R. Conversion of secondary forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazonia: consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years. *Forest Ecol Manag* 163 : 131 – 150, 2002. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112701005370>

SCHNEIDER, T.; ASHTON, M. S.; MONTAGNINI, FL; MILAN, P. P. Growth performance of sixty tree species in smallholder reforestation trials on Leyte, Philippines. *New Forests*, vol.45, n.1, p. 83-96. 2014. DOI: 10.1007/s11056-013-9393-5

SCHREINER, H.G. Viabilidade de um sistema silvipastoril em solos de areia quartzosa no estado de São Paulo. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 17, p.33-38, dez. 1988.

SCHROTH, G.; HARVEY, C.A.; VINCENT, G. *Complex Agroforests: Their Structure, Diversity, and Potential Role in Landscape Conservation*. In: Chapter 10. p. 227-260.

SEIFERT S; WATZL, B. Inulin and oligofructose: review of experimental data on immune modulation. *J Nutr.*, n.137, p.2563S-2567S, 2007.

SEKIYA, N.; ARAKI, H. Responses of Root Hydraulic Properties and Transpirational Factors to a Top Soil Drying in *Cajanus cajan* and *Sesbania sesban*. *American Journal of Plant Sciences*, n.4, p.38-46, 2013. Disponível em: (<http://www.scirp.org/journal/ajps>) <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2013.4.12A3005> Open Access AJPS.

SEM, R.; BANDYOPADHYAY S.; DUTTA, A.; MANDAL, G.; GANGULY, S.; SAHA, P.; CHATTERJEE, M. Artemisinin triggers induction of cell-cycle arrest and apoptosis in *Leishmania donovani* promastigotes. *J Med Microbiol.*, Sep;56(Pt 9):1213-8, 2007.

SEN, S; CHAKRABORTY, R de B.; MAZUMDER, J. Plants and phytochemicals for peptic ulcer: An overview. *Phcog Rev* [serial online] 2009 [cited 2012 Jul 15];3:270-9. <http://www.phcogrev.com/text.asp?2009/3/6/270/59527>

SEVERINO, D. S. B. *Efeito do líquido do pseudocaule da bananeira combinado com solução nutritiva na formação de mudas de bananeira*. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/8931>

SILVA, S. C.; CAVALCANTE, A. K. da S. Araruta: Cultivo e cultura integrados na melhoria do bem estar e da renda familiar de pequenos produtores rurais. *Revista Extensão*, v. vii, n.1, p.253-259, 2015.

- SILVA, K. L.; SANTOS, A. R. S.; MATTOS, P. E. O.; YUNES, R. A.; DELLE-MONACHE, F.; CECHINEL FILHO, V. Chemical composition and analgesic activity of *Calophyllum brasiliense*. *Therapie*, v.56, n.4, p.431-434, 2001. <http://ukpmc.ac.uk/abstract/MED/11677868/reload=0;jsessionid=zY7svDfLoz7gTiaY5kgs.0>
- SILVA, M. F. da; GURGEL, E.S.C.; SOUZA FILHO, A.P.da S.; CARMO, M. de N. L. do.. Leguminosas invasoras de áreas cultivadas no nordeste do Pará, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.*, Belém, v. 8, n. 1, p. 63-74, jan.-abr. 2013.
- SILVA, S.O.; ROCHA, S.A.; ALVES, E.J.; CREDICO, M.; PASSOS, A.R. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 161-169, 2000.
- SIMPSON, D.A.; INGLIS, C. Cyperaceae of economic, ethnobotanical and horticultural importance: a checklist. *Kew Bulletin*, vol. 56, p. 257-360, 2001.
- SOPHIA, D.; RAGAVENDRAN, P.; RAJ, C. A.; GOPALAKRISHNAN, V. K. Protective effect of (L.) against high protein diet induced oxidative stress in pancreas of Wistar rats. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, vol. 4, n.1, p.60–65, 2012. doi:10.4103/0975-7406.92735
- SORAYA, H.; MOLOUDIZARGARI, M.; AGHAJANSHAKERI, S.; JAVAHERYPOUR, S.; MOKARIZADEH, A.; HAMEDEYAZDAN, S.; GARJAN, A. Angiogenic effect of the aqueous extract of *Cynodon dactylon* on human umbilical vein endothelial cells and granulation tissue in rat. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol.23, n.1, p.10, 2015. doi:10.1186/s40199-015-0093-x
- SOUZA, A. M. D.; CARVALHO, D. de; VIEIRA, F. de A.; NASCIMENTO, L. H. do; LIMA, D. C. de. Estrutura genética e espacial de populações naturais de *Calophyllum brasiliense* Camb. em mata de galeria. *Cerne*, Lavras, v. 13, p. 239-247, jul./set. 2007.
- SOUZA, F.A.; TRUFEM, S. F. B.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, E. M. R.; GUERRA, J. G. M. Efeito de pré-cultivos sobre o potencial de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares e produção da mandioca. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 34, n. 10, 1999.
- SPRENGER, L.K. *Utilização de extrato de Artemisia annua no controle de eimeria em aves e nematódeos gastrintestinais em caprinos*. Curitiba, Pr : UFPR, 2013. 165p. (Dissertação de Mestrado).
- STATSOFT, INC. Statistica – Data analysis software system. Version 7.0.6.0. Tulsa, OK 74104, USA, 2004.
- STERMITZ, F. R.; SCRIVEN, L. N.; TEGOS, G.; LEWIS, K.. Two flavonols from *Artemisia annua* wich potentiate the activity of berberine and norfloxacin against a resistant strains of *Staphylococcus aureus*. *Planta Med*, n.68 p.1140-1141, 2002.
- TARGA, M. dos S.; BATISTA, G. T.. Benefits and legacy of the water crisis in Brazil. *Rev. Ambient. Água*, Taubaté, v. 10, n. 2, p. 234-239, 2015. doi:10.4136/ambi-agua.1629.
- TAVARES, S. R.L.; ANDRADE, A. G.; COUTINHO, H. L. C. Sistemas agroflorestais como alternativa de recuperação de áreas degradadas com geração de renda. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 24, n.220, p. 73-80, 2006.
- TAWARAYA, K.; TAKAYA, Y.; TURJAMAN, M.; TUAH, S.J.; LIMIN, S.H.; TAMAI, Y.; CHA, J.Y; WAGATSUMA, T.; OSAKI, M. Arbuscular mycorrhizal colonization of tree species grown in peat swamp forests of Central Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, vol.182, p.381–386, 2003.

- TEIXEIRA, S. A.; MELO, J. I. M. Plantas medicinais utilizadas no município de Jupi, Pernambuco, Brasil. *Iheringia.Série Botânica*. Porto Alegre, v. 61, n. 1-2, p. 5-11, 2006
- TOMÉ JUNIOR, J.B. *Manual para interpretação de análise de solo*. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.
- TONIATO, M. T. Z.; LEITAO FILHO, H. DE F.; RODRIGUES, R. R. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. *Rev. bras. Bot.*, São Paulo, v. 21, n. 2, Aug. 1998. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84041998000200012&lng=en&nrm=iso
- TORRES, R. B.; MATTHES, L. A. F.; RODRIGUES, R. R. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. *Rev. Bras. Bot.*, v. 21, p. 197-210, 1994.
- TORRES, R. B.; MATTHES, L. A. F.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. Espécies florestais nativas para plantio em áreas de brejo. *O Agrônomo*, v. 44 (1, 2, 3), 1992.
- TURNER, D. W.; FORTESCUE, J. A.; THOMAS, D. S. Environmental physiology of the bananas (*Musa* spp.). *Braz. J. Plant Physiol.* [online]. v.19, n.4, p. 463-484, 2007.
- VALLE, T. L.; CARVALHO, C. R. L.; CARVALHO, P. R. N.; DEVIDE, A. C. P.; FELTRAN, J. C. Melhoramento de mandioca de mesa para obtenção de variedades com alta qualidade culinária e nutricional. 3ad Annual Biofortification Meeting in Brazil. Resumos... Sergipe: Aracaju, 2009.
- VARGAS, J. A. Diversidade de formigas em fragmentos florestais no Vale do Paraíba, Vassouras, Rio de Janeiro. 2011. 79p. Tese de Doutorado (Ciências Ambientais e Florestais).
- VERDADE, F.C.; HUNGRIA, L.S.; RUSSO, R. Solos da Bacia de Taubaté (Vale do Paraíba). *Bragantia*. Campinas, v.20, n.4, 44: 322, 1961.
- VERDADE, F.C. Levantamento pedológico do Campo de Pesquisas de Água Preta. **Bragantia**, Campinas, v.20, n.28 : 679-700, 1961.
- VALLE, T.L.; FELTRAN, J. C.; LIMONTA, C. R.; DEVIDE, A. C. P. Mandioca: energia e alimento para o mundo. *O Agrônomo*, v.59, p.29-31, 2007.
- VIVIAN, L.M.; MARSHALL, D.J.; GODFREE, R.C. Response of an invasive native wetland plant to environmental flows: implications for managing regulated floodplain ecosystems. *J. Environ. Manage.* 132:268-77, 2014. doi: 10.1016/j.jenvman.2013.11.015.
- VICTÓRIO, C. P.; LEAL-COSTA, M. V.; TAVARES, E. S.; KUSTER, R. M.; LAGE, C. L. S. Light spectra affect the morphoanatomical and chemical features of clonal *Phyllanthus tenellus* Roxb. grown in vitro. *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 9, n.5, p.111-121, 2015.
- VIDAL, R.A.; PORTES, E.S.; LAMEGO, F.P.; TREZZI, M. M. Resistência de *Eleusine indica* aos inibidores de ACCase. *Planta Daninha*, vol. 24, n.1, p.163-171, 2006. Disponível em:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582006000100021&lng=en&tlng=pt. 10.1590/S0100-83582006000100021.
- ZAKIA, M. J. B.; FERRAZ, F. F. B.; RIGHETTO, A. M.; LIMA, W. P. Delimitação da zona ripária em uma microbacia. *Revista Agrogeoambiental*, Piracicaba, p.51-61, 2009.

ZARATE, N. A. H.; VIEIRA, M. do C. Produção da araruta 'Comum' proveniente de três tipos de propágulos. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 995-1000, Oct. 2005. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542005000500012&lng=en&nrm=iso. access on 08 May 2015. http://www.ambiente.sp.gov.br/cbrn/files/2014/04/2012_Lista-de-especies-arboreas-nativas-regionais_SP_IBot.pdf

ZOGHBI, M.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, J.; GUILLON, G.; VILHENA, K. Analysis of the essential oil of the rhizome of *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae) cultivated in north of Brazil. *The Journal of Essential Oil Research*, n.1, p. 408-410, 2006.

WEBER, O.B.; BALDANI, J.I.; DÖBEREINER, J. Bactérias diazotróficas em mudas de bananeira. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.35, n.11, p.2277-2285, nov. 2000.

WEATHERS, P. J.; ARSENAULT, P. R.; COVELLO, P. S.; MCMICKLE, A.; TEOH K. H.; REED, D. W.. Artemisinin production in *Artemisia annua*: studies in planta and results of a novel delivery method for treating malaria and other neglected diseases. *Phytochemistry Reviews*, vol.10. n.2, p.173- 183, 2011.

WILKINSON, K.M.; ELEVITCH, C.R. Integrating Understory Crops with Tree Crops: An Introductory Guide for Pacific Islands, n.4. Permanent agriculture Resources, Holualoa, Hawaii, USA. Disponível em: <http://agroforestry.net/pubs/Understory.pdf> Acesso em: 01 mai. 2013.

WIESUM, K.F. Diversity and change in homegarden cultivation in Indonesia In: KUMAR, B.M.; NAIR, P.K.R. [eds.] Tropical Homegardens. *A Time-Tested Example os Sustentaible Agroforestry*, p.13-24, 2006.

ANEXOS

Anexo I-1: Imagens dos perfis de solo, Pindamonhangaba, SP (2011)



TA2 - Cambissolo Flúvico



TA3 - Cambissolo Flúvico



TA1 - Planossolo Háplico



VA1 - Planossolo Háplico



VA2 - Argissolo Amarelo



VA3 - Cambissolo Flúvico



VA4 - Gleissolo Háplico

Anexo I-2: Descrição e classificação dos perfis de solo, Pindamonhangaba, SP (2011)

PERFIL: TA2

DATA: 8/9/2011

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico (CYbd)

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Coruputuba, Rodovia Abel Fabrício Dias, bairro Coruputuba, distrito de Moreira César, Pindamonhangaba, SP.

SITUAÇÃO: terço superior de terraço com pente linear convexa (blocos 5 e 6) com reflorestamento com Guanandi

ALTITUDE: 549 m

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Biotita Muscovita Gnaiss e Complexo do Paraíba do Sul.

MATERIAL ORIGINÁRIO: produto da alteração da rocha supracitada

PEDREGOSIDADE: ausente

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: laminar ligeira

DRENAGEM: acentuadamente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual

USO ATUAL: reflorestamento com guanandi

DESCRITO E COLETADO POR: Antonio Carlos Pries Deivid

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

- A 0-10 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) a cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco) bruno-acinzentado (10YR 5/2, TFSA); francoarenoso; fraca pequena granular; solta solta não plástica não pegajosa.
- AB 10-30 cm, bruno (10YR 5/3) mosqueado pouco médio proeminente preto (7.5YR 2/0) bruno-acinzentado (10YR 5/2, TFSA); franco-argiloarenoso; fraca pequena a média blocos subangulares; solta solta não plástica não pegajosa; transição clara plana (3-6 cm).
- B1 30-110 cm, bruno-amarelado (10YR 5/4) bruno-claro (7.5YR 6/4, TFSA); franco-argiloarenoso; fraca pequena a média blocos subangulares; solta solta não plástica não pegajosa; transição difusa plana (5-10 cm).
- B2 110-170 cm, bruno-amarelado-claro (10YR 6/4) bruno-claro (7.5YR 6/4, TFSA); argila arenosa; fraca pequena a média blocos subangulares; solta solta não plástica não pegajosa; transição gradual plana (8-16 cm).
- BC 170-190 cm, bruno claro (10YR 7/6) rosado (7.5YR 7/4, TFSA); franco argilo arenoso; fraca pequena a média blocos subangulares; solta solta não plástica não pegajosa; transição clara plana (6-8 cm).
- C 190-200 cm+, bruno-amarelado-claro (10YR 6/4) bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, TFSA); franco-argiloarenoso; dura pequena a média, blocos subangulares a granular; solta solta ligeiramente plástica não pegajosa; transição difusa (12-23 cm).

Observações: o solo apresenta caráter flúvico, formado com forte influência de sedimentos de natureza aluvionar ou colúvio-aluvionar. Há variação errática de granulometria e outros atributos em profundidade, bem como distribuição irregular do conteúdo de carbono orgânico, não relacionada a processos pedogenéticos. Situado no ponto mais alto da topossequência, a drenagem é boa e sofre eluviação (Blocos 5 e 6).

A Floresta Tropical Subcaducifólia é a vegetação primária, substituída por pastos e eucalipto, atual reflorestamento de guanandi. Raízes comuns grossas, médias e finas nos horizontes A e AB; comuns finas orientadas verticalmente nos horizontes B1, B2 e BC; e raras no C. Solo ácido, alumínio crescente em profundidade, distribuição errático dos teores médios de carbono, níveis baixos de cálcio e magnésio, baixos a médios de potássio e fósforo. Baixa saturação por bases e baixa capacidade de troca de cátions. Entretanto, quando úmidos flocculam com certa facilidade. Lençol freático abaixo de 200 cm de profundidade.

PERFIL: TA3

DATA: 9/9/2011

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico (CYbd)

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Coruputuba, Rodovia Abel Fabrício Dias, bairro Coruputuba, distrito de Moreira César, Pindamonhangaba, SP.

SITUAÇÃO: entre o terço médio e inferior do terraço em transição de pendente linear convexa para cônica (blocos 7 e 8) com reflorestamento de guanandi

ALTITUDE: 546 m

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Biotita Muscovita Gnaiss e Complexo do Paraíba do Sul.

MATERIAL ORIGINÁRIO: produto da alteração da rocha supracitada

PEDREGOSIDADE: ausente

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: laminar ligeira

DRENAGEM: acentuadamente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual

USO ATUAL: reflorestamento de guanandi

DESCRITO E COLETADO POR: Antonio Carlos Pries Devidé

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

- A 0-15 cm, cinzento-escuro (10YR 4/1, úmido) a cinzento (10YR 6/1, seco) bruno (7/5YR 5/2, TFSA); franco-argiloarenoso; moderada a forte pequena granular; ligeiramente dura solta ligeiramente plástica não pegajosa.
- AB 15-35 cm, bruno (10YR 5/3) bruno-claro (7/5 YR 6/4, TFSA); franco-argiloarenoso; moderada a forte média blocos subangulares; solta solta não plástica não pegajosa; transição clara plana (4-8 cm).
- B 35-240 cm+, bruno-amarelado-claro (10YR 6/4) mosqueado pouco médio difuso bruno-acinzentado (10YR 5/2) amarelo-avermelhado (7/5YR 7/6, TFSA); argila arenosa; fraca pequena granular; solta solta ligeiramente plástica não pegajosa; transição difusa plana (4-12 cm).

Observações: solo com caráter flúvico formado com sedimentos de natureza aluvionar ou colúvio-aluvionar, com variação errática de granulometria e carbono em profundidade, não relacionada a processos pedogenéticos. Fatores de formação conforme características do perfil anterior, porém, em posição intermediária na topossequência, com drenagem boa no lançante em início da transição de regime eluvial para iluvial (Blocos 7 e 8).

A Floresta tropical Subcaducifólia é a vegetação primária substituída por pastos e eucalipto, atual reflorestamento de guanandi. Raízes comuns grossas, médias e finas nos horizontes A e AB; comuns finas com orientação vertical no horizonte subjacente. Solo neutro, relativamente profundo com carbono crescente em profundidade, alto teor de cálcio, potássio e fósforo. Alumínio cresce em profundidade ocupando 89 % dos sítios de troca. A saturação por bases e a capacidade de troca de cátions é superior ao perfil de montante. O lençol freático situa-se abaixo de 240 cm de profundidade. Poucos e pequenos cristais de quartzo no horizonte B com fragmentos grosseiros de carvão de 2,0 a 10,0 mm arranjados horizontalmente.

PERFIL: TA1

DATA: 9.9.2011

CLASSIFICAÇÃO: PLANOSSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico (SXd)

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Coruputuba, Rodovia Abel Fabrício Dias, bairro Coruputuba, distrito de Moreira César, Pindamonhangaba, SP.

SITUAÇÃO: terço inferior do terraço no final da transição de pente linear convexa para côncava (blocos 1 e 3), zona variável de afluição, com reflorestamento de guanandi.

ALTITUDE: 544 m

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Biotita Muscovita Gnaiss e Complexo do Paraíba do Sul.

MATERIAL ORIGINÁRIO: produto da alteração da rocha supracitada

PEDREGOSIDADE: ausente

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: laminar ligeira

DRENAGEM: boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual

USO ATUAL: reflorestamento com Guanandi

DESCRITO E COLETADO POR: Antonio Carlos Pries Deivid

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

- A 0-15 cm, cinzento muito escuro (7,5YR 3/, úmido) a cinzento (7,5YR 5/, seco) cinzento-escuro (10YR 4/1, TFSA); francoarenoso; fraca pequena granular; solta solta ligeiramente plástica ligeiramente pegajosa.
- E 15-90 cm, bruno-acinzentado (10YR 5/2) bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, TFSA); areia franca; fraca pequena blocos subangulares; solta solta não plástica não pegajosa; transição gradual plana (5-8 cm).
- B 90-140 cm, bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3) mosqueado pouco pequeno amarelo-brunado (10YR 6/8) bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, TFSA); franco-argiloarenoso; maciça; solta solta ligeiramente plástica ligeiramente pegajosa; transição difusa sinuosa (5-10 cm).
- Cg 140 cm+, cinzento-claro (10YR 7/1) bruno-muito claro-acinzentado (10YR 7/3, TFSA); franco-argiloarenoso; maciça; muito dura friável plástica não pegajosa; transição gradual plana (8-15 cm).

Observações: o caráter plânico distingue o solo intermediário para Planossolo com horizonte adensado e permeabilidade lenta ou muito lenta, com cores acinzentadas e neutras. Formação associada à forte adição de material fluvial predominando sedimentos areno-argilosos do Terciário. Ocorre na borda do terraço no final do declive que vai ter no ribeirão. A drenagem subterrânea produz condições de saturação exigidas para sua formação. Por ocupar a porção mais baixa em topografia levemente ondulada (relevo côncavo/convexo) (Blocos 1 a 4) sofre forte influência fluvial, recoberto por camada de material mais arenoso sortido pela enxurrada.

A vegetação primária de Floresta tropical Subcaducifolia foi substituída por lavoura, pasto, eucalipto e reflorestamento de guanandi. Raízes comuns, grossas, médias e finas orientadas horizontalmente nos horizontes A e E; comuns finas orientadas verticalmente nos horizontes Bt; e raras no horizonte subjacente. Presença de traços de carvão no horizonte A e pouco cascalho seixo de quartzo médio. Perfil distante 30m do ribeirão; lençol freático a 140 cm, no momento da coleta, aflorando nas fortes chuvas do ano de 2012.

Camada eluvial sub-superficial proveniente de oscilação do lençol freático suspenso, possível conexão ao ribeirão, remove argila, silte e bases trocáveis principalmente o potássio. Abrange área de mata ciliar ausente, zona ripária típica com forte afluição. O solo é neutro, teores médios baixos de matéria orgânica e altos de cálcio, fósforo e potássio, refletindo num valor ΣS^+ elevado proveniente de bases lixiviadas de montante e/ou depositadas por regime fluvial. O potássio cresce em profundidade após horizonte eluvial em virtude de sua alta mobilidade.

PERFIL: V1

DATA: 12.9.2011

CLASSIFICAÇÃO: PLANOSSOLO HÁPLICO Tb Distróficos gleissólico (SXd)

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Coruputuba, Rodovia Abel Fabrício Dias, bairro Coruputuba, distrito de Moreira César, Pindamonhangaba, SP.

SITUAÇÃO: *continuum* de várzea (Blocos 1 e 2) ligeiramente plano, com reflorestamento de guanandi.

ALTITUDE: 543 m

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Biotita Muscovita Gnaiss e Complexo do Paraíba do Sul.

MATERIAL ORIGINÁRIO: produto da alteração da rocha supracitada

PEDREGOSIDADE: ausente

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: laminar ligeira

DRENAGEM: mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual de várzea

USO ATUAL: reflorestamento de guanandi

DESCRITO E COLETADO POR: Antonio Carlos Pries Devidé

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

- A1 0-15 cm, Bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4, úmido) Cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco) mosqueado comum pequeno difuso Amarelo-brunado (10YR 6/8, úmido) bruno-escuro (7/5YR 4/2, TFSA); areia franca; fraca pequena granular; solta solta não plástica não pegajosa; transição gradual plana.
- A2 15-30 cm, Bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e Bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco) Bruno (7/5YR 5/2, TFSA); areia; pequena granular; solta não plástica não pegajosa; transição gradual plana (2-8 cm).
- E 30-55 cm, Bruno muito claro-acinzentado (10YR 8/3) mosqueado comum médio proeminente Vermelho-amarelado (5YR 5/8) Rosado (7/5YR 7/4, TFSA); areia; solta solta não plástica não pegajosa; transição abrupta plana (8 cm).
- Bt 55-75 cm, Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4) mosqueado comum médio distinto Vermelho-amarelado (5YR 5/6) Amarelo-brunado (10YR 6/6, TFSA); argila; forte blocos subangulares; dura firme plástica pegajosa; transição abrupta plana (5 cm).
- Cg 75-98 cm+, Amarelo-brunado (10YR 6/8) Amarelo-brunado (7/5YR 6/8, TFSA); muito argiloso; maciça; muito dura firme plástica pegajosa; transição gradual plana (5-8 cm).

Observações: Caráter redóxico refere-se às feições redoximórficas resultantes da saturação temporária com água acima de um horizonte B com baixa condutividade hidráulica, induzindo a segregação de ferro por processos de oxidação/redução. Cores mosqueadas com matiz colorida entremeada por zonas descoradas com padrão reticulado certifica o caráter. Formação associada ao trecho de várzea (Bloco 1) com cone de dejeção do ribeirão Capituba sob excesso hídrico nas chuvas. Desenvolve-se de sedimentos aluviais com material arenoso sortido pela enxurrada e acúmulo de argila e silte sub-superficial com permeabilidade lenta. Entre 97cm e 30cm ocorre oscilação do freático, remove minerais do horizonte E para subjacentes ou fora do perfil. Traços de mica no horizonte A1 e concreções ferruginosas no E médio pouco.

A Floresta subtropical Subcaducifólia de várzea era a cobertura vegetal natural, substituída por arrozais, atual reflorestamento de guanandi. Raízes comuns finas a poucas médias, orientadas horizontalmente nos horizontes A1 e A2; comuns finas a raras nos horizontes E e Bt; ausentes no Cg.

PERFIL: V2

DATA: 12.9.2011

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO AMARELO Tb Distrocoeso planossólico (PAdx)

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Coruputuba, Rodovia Abel Fabrício Dias, bairro Coruputuba, distrito de Moreira César, Pindamonhangaba, SP.

SITUAÇÃO: *continuum* de várzea (Blocos 3 e 4) ligeiramente plano, com reflorestamento de guanandi.

ALTITUDE: 543m

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Biotita Muscovita Gnaiss e Complexo do Paraíba do Sul.

MATERIAL ORIGINÁRIO: produto da alteração da rocha supracitada

PEDREGOSIDADE: ausente

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: laminar ligeira

DRENAGEM: mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual de várzea

USO ATUAL: reflorestamento de guanandi

DESCRITO E COLETADO POR: Antonio Carlos Pries Devidé

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

A 0-15 cm, Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) mosqueado comum pequeno difuso Vermelho (2,5YR 4/8, úmido) Cinzento-brunado-claro (10YR 6/2 seco) mosqueado comum pequeno distinto Amarelo-avermelhado (5YR 6/8, seco) Bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, TFSA); franco-argiloarenoso; fraca a moderada pequena a média granular; dura friável ligeiramente plástica pegajosa; transição clara plana.

BA 15-28 cm, Bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido) Cinzento-claro (10YR 7/2, seco) Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, TFSA); mosqueado comum grande distinto Vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco) e mosqueado comum grande distinto Amarelo-brunado (10YR 6/8, úmido); francoargiloso; muito forte maciça; muito dura friável plástica pegajosa; transição gradual plana (2-6 cm).

B1 28-45 cm, Bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido) Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco) Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, TFSA); argila; muito forte maciça; muito dura friável plástica pouco pegajosa; transição gradual plana (4-8 cm).

B2 45-80 cm+, Bruno-amarelado (10YR 5/8, úmido) Amarelo (10YR 7/8, seco) Amarelo (10YR 7/8, TFSA); argila; muito forte maciça; muito dura friável ligeiramente plástica ligeiramente pegajosa; transição difusa plana (8-13 cm).

Raízes comuns finas, médias e grossas orientadas horizontalmente no horizonte A1; comuns finas e médias nos horizontes subjacentes orientadas acompanhando as fissuras verticais entre blocos de argila. Traços de mica no horizonte BA.

Observações: solo com feições redoximórficas resultante da saturação temporária acima de um horizonte B textural sobre horizonte B plânico responsável por lençol freático suspenso; baixa condutividade hidráulica induz segregação de ferro por oxidação/redução. Cores mosqueadas, padrão variável, matiz colorida entremeada por zonas descoradas com padrão reticulado. Forma-se no contínuo da várzea (Blocos 2 e 3) e segundo cone de dejeção do ribeirão Capituba. Perde sedimentos finos por iluviação e lixiviação, permeabilidade lenta e lençol suspenso entre 82 - 92 cm; canais descendentes com 10 cm diâmetro entre 40 - 70 cm com menor teor do silte em relação ao resto do perfil. O Silte confere coloração acinzentada e o Ferro, mosqueada ou variegada avermelhada recobrimdo paredes dos canais. A presença de *slickensides* (superfícies de fricção), fendas e estruturas cuneiformes e/ou paralelepípedicas em quantidades são responsáveis pelo movimento da água no solo, se tratando de argila de baixa atividade, o silte em médios teores e oxidróxidos de ferro e alumínio atuam na ferrólise. Estas, não são expressões suficientes para caracterizá-lo como horizonte vértico.

Raízes comuns finas, médias e grossas horizontalmente no horizonte A; comuns finas e médias nos horizontes subjacentes orientadas acompanhando as fissuras verticais entre blocos de argila.

PERFIL: V3

DATA: 12.9.2011

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico gleissólico

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Coruputuba, Rodovia Abel Fabrício Dias, bairro Coruputuba, distrito de Moreira César, Pindamonhangaba, SP.

SITUAÇÃO: *continuum* de várzea (Bloco 4 a 6) ligeiramente plano, com reflorestamento de guanandi.

ALTITUDE: 542 m

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Biotita Muscovita Gnaiss e Complexo do Paraíba do Sul.

MATERIAL ORIGINÁRIO: produto da alteração da rocha supracitada

PEDREGOSIDADE: ausente

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: laminar ligeira

DRENAGEM: muito mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual de várzea

USO ATUAL: reflorestamento de guanandi

DESCRITO E COLETADO POR: Antonio Carlos Pries Devidé

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

- A 0-15 cm, Bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido) mosqueado comum pequeno a médio distinto Vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido) Cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco) mosqueado comum pequeno a médio distinto Amarelo-avermelhado (10YR 6/8, seco) Bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, TFSA); franco-argiloarenoso; forte granular; dura friável ligeiramente plástica ligeiramente pegajosa.
- BA 15-30 cm, Cinzento-brunado-claro (10YR 6/2) mosqueado comum pequeno a médio distinto Vermelho (2,5YR 4/6, úmido) Cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco) mosqueado comum pequeno a médio distinto Vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco) Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, TFSA); franco-argiloarenoso; forte maciça; dura friável ligeiramente plástica pegajosa; transição clara plana (3-8 cm).
- B1 30-50 cm, Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4) mosqueado comum médio difuso Amarelo-avermelhado (10YR 6/8) Amarelo (10YR 7/6, TFSA); francoargiloso; forte maciça; muito dura friável ligeiramente plástica ligeiramente pegajosa; transição difusa plana (38-56 cm).
- Bt2 50-75 cm, Bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido) mosqueado comum pequeno distinto Bruno-avermelhado (2,5YR 5/4, úmido) Bruno (7,5YR 5/4) mosqueado comum pequeno distinto Vermelho-claro (2,5YR 6/6, seco) Amarelo (10YR 7/8, TFSA); argila; forte maciça; dura friável ligeiramente plástica muito pegajosa; transição difusa plana (45-58 cm).
- Bg 75-95 cm+, Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4) mosqueado pouco pequeno difuso Vermelho (2,5YR 5/6) Amarelo (10YR 7/8, TFSA); argila; forte maciça; dura friável ligeiramente plástica muito pegajosa; transição difusa plana (65-80 cm).

Observações: feições redoximórficas resultante da saturação temporária com água acima de um horizonte B com baixa condutividade hidráulica, induzindo segregação de ferro por processos de oxidação/redução, matiz colorida mosqueada ou variegada variável de amarelo alaranjado a vermelho, entremeada por zonas descoradas com padrão reticulado. Mal drenado, forma-se no *continuum* da várzea (Bloco 4 a 6), recebe e perde argila para horizonte sub-superficial e para fora do perfil com freático entre 95 - 114 cm. Presença de *slickensides* (superfícies de fricção), fendas ou estruturas cuneiformes e/ou paralelepípedicas em quantidades com expressão insuficiente para caracterizar horizonte vértico, por se tratar de argila de baixa atividade e o silte em altos teores.

Raízes comuns finas, médias e grossas orientadas horizontalmente no horizonte A; comuns finas e médias nos horizontes subjacentes orientadas acompanhando as fissuras verticais entre blocos de argila.

PERFIL: V4

DATA: 13.9.2011

CLASSIFICAÇÃO: GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico (GXbd).

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Coruputuba, Rodovia Abel Fabricio Dias, bairro Coruputuba, distrito de Moreira César, Pindamonhangaba, SP.

SITUAÇÃO: *continuum* de várzea (Bloco 7 e 8) ligeiramente plano, com reflorestamento de guanandi.

ALTITUDE: 541 m

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Quaternária.

MATERIAL ORIGINÁRIO: produto da alteração da rocha supracitada

PEDREGOSIDADE: ausente

ROCHOSIDADE: não rochoso

RELEVO LOCAL: suave ondulado

RELEVO REGIONAL: suave ondulado

EROSÃO: laminar ligeira

DRENAGEM: muito mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Tropical Subcaducifólia de várzea ou Floresta Estacional Semidecidual de várzea

USO ATUAL: reflorestamento de guanandi

DESCRITO E COLETADO POR: Antonio Carlos Pries Deivid

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA:

A 0-15 cm, Bruno-acinzentado (10YR 5/2) mosqueado comum pequeno Vermelho (2,5YR 4/6, úmido) Cinzento-claro (10YR 7/2, seco) mosqueado comum pequeno proeminente Amarelo-avermelhado (7,5YR 7/8, seco) Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, TFSA); francoargiloso; muito forte granular; muito dura friável plástica e pegajosa.

B1 15-40 cm, Cinzento-claro (2,5Y 7/2, úmido) mosqueado de bruno amarelado escuro (5YR 5/6, úmido) Branco (10YR 8/1, seco) mosqueado comum pequeno a médio proeminente Amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8, seco) Bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4, TFSA); argila; muito forte maciça; muito dura firme ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara plana.

B2 40-95 cm+, Bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3) variegado comum pequeno a médio proeminente Vermelho-claro (2,5YR 6/6) Amarelo-avermelhado (7/5YR 7/6, TFSA); francoargiloso; forte maciça; dura muito friável plástica e pegajosa; transição difusa plana.

Raízes: comuns finas, médias e grossas orientadas horizontalmente no horizonte A; comuns finas e médias nos horizontes subjacentes orientadas acompanhando as fissuras verticais entre blocos de argila.

V4 - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico (GXbd).

Observações: Caráter flúvico, formado irregularmente por sedimentos de natureza aluvionar ou colúvio-aluvionar, camadas estratificadas variando em granulometria e carbono orgânico em profundidade não relacionada a processos pedogenéticos. Caráter redóxico refere-se às feições redoximórficas da posição mais baixa na várzea. Resulta da saturação temporária com água acima de um horizonte B com baixa condutividade induzindo segregação de ferro por processos de oxidação/redução. Surgem cores mosqueadas com padrão variável reticulado, matiz mais colorida entremeada por zonas descoradas. Na posição mais baixa no experimento (Bloco 7 e 8), contém horizontes endurecidos muito mal drenados em superfície e sub-superfície. Perde argila, silte e bases por lixiviação. Fendas na época seca aparecem até 60 cm abaixo da superfície. Alto teor do silte. O lençol freático oscila entre 95-112 cm. *Slickensides*, fendas e estruturas cuneiformes e/ou paralelepípedicas em quantidades e expressão, possivelmente, por somatório dos efeitos do silte presente em maiores teores em relação a outros perfis, à argila de baixa atividade e ao ferro lábil.

Raízes comuns finas, médias e grossas orientadas horizontalmente no horizonte A; comuns finas e médias nos horizontes subjacentes orientadas acompanhando as fissuras verticais entre blocos de argila.

Anexo I-3: Composição granulométrica e densidade dos solos de terraço e várzea, Pindamonhangaba, SP (2011)

Hor.	Prof. (cm)	Argila	Areia			Silte	Silte		T _{argila} cmol _c kg ⁻¹	Ds Mg m ⁻³
			AT	AF	AG		Argila			
Perfil TA2 – CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico										
A	0-10	190	720	240	480	10	0,53		2,37	
AB	10-30	210	710	240	470	80	0,38		2,71	
B1	30-110	310	620	220	400	70	0,23		2,28	
B2	110-170	340	610	220	390	50	0,15	7,46	2,26	
BC	170-190	310	630	250	380	60	0,19		2,41	
C	190-200+	300	640	240	410	60	0,20		2,50	
Perfil TA3 – CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico										
A	0-15	250	680	240	440	70	0,28		2,31	
AB	15-35	250	650	240	410	100	0,40		2,59	
B	35-240+	350	560	200	360	90	0,26	3,83	2,50	
Perfil TA1 – PLANOSSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico										
A	0-15	180	740	240	500	80	0,44		2,34	
E	15-90	110	830	220	610	60	0,54		2,37	
Bt	90-140	280	610	170	450	100	0,36	4,84	2,46	
Cg	140+	290	660	180	480	60	0,21		2,71	
Perfil VA1 – PLANOSSOLO HÁPLICO Tb Distróficos gleissólico										
A1	0-15	100	840	130	710	60	0,60		2,35	
A1	0-15	100	840	130	710	60	0,60		2,35	
A2	15-30	90	870	120	760	40	0,44		2,48	
E	30-55	300	930	220	710	40	1,33		2,45	
Bt	55-75	430	350	150	200	220	0,51	9,10	2,20	
Cg	75-98+	590	230	100	130	180	0,31		1,87	
Perfil VA2 – ARGISSOLO AMARELO Tb Distrocóeso planossólico										
A	4,8	330	500	170	340	170	0,52	11,42	2,41	
BA	5,5	390	460	170	290	150	0,39	1,49	2,38	
B1	5,3	490	420	150	260	100	0,21		2,14	
B2	5,7	490	390	140	250	120	0,25		2,01	
Perfil VA3 – CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico gleissólico										
A	0-15	300	510	220	290	190	0,63		2,16	
BA	15-30	280	500	190	310	220	0,79		2,35	
B1	30-50	360	460	190	270	180	0,50		2,18	
Bt2	50-75	510	320	150	180	160	0,31	1,42	2,14	
Bg	75-95+	400	450	210	230	160	0,40		2,32	
Perfil VA4 – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico										
A	0-15	380	360	210	150	260	0,68		4,18	
B1	15-40	430	330	260	70	240	0,56		4,19	
B2	40-95+	380	410	350	60	220	0,58	0,20	4,24	

Anexo I-4: Caracterização química dos perfis de solo de terraço e várzea, Pindamonhangaba, SP (2011)

Hor	Prof (cm)	pH _{água}	M.O. g dm ⁻³	P Mg m ⁻³	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V	m	n	
													----- cmol _c dm ⁻³ -----		----- % -----	
Perfil TA2 - CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico																
A	0-10	5,4	2,96	23	0,32	0,02	0,9	0,5	0,0	4,8	1,74	6,52	27	0,00	0	
AB	10-30	5,2	1,53	8	0,15	0,02	0,5	0,3	1,0	3,5	0,97	4,44	22	50,73	0	
B1	30-110	4,6	3,30	3	0,10	0,01	0,4	0,1	2,8	4,6	0,61	5,23	12	82,13	0	
B2	110-170	4,4	2,60	2	0,03	0,01	0,3	0,2	3,0	5,8	0,54	6,31	9	84,80	0	
BC	170-190	4,4	2,75	3	0,06	0,02	0,3	0,2	2,5	4,8	0,58	5,36	11	81,21	0	
C	190-200+	4,5	2,82	2	0,03	0,03	0,4	0,2	2,3	5,4	0,65	6,1	11	77,91	0	
Perfil TA3 - CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico																
A	0-15	5,6	2,75	26	0,35	0,02	2,0	0,8	0,0	4,6	3,17	7,79	41	0,00	0	
AB	15-35	4,6	3,49	6	0,17	0,02	0,5	0,1	0,0	5,9	0,79	6,73	12	0,00	0	
B	35-240+	4,4	3,58	3	0,06	0,01	0,2	0,1	2,3	6,3	0,27	6,54	4	89,41	0	
Perfil TA1 - PLANOSSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico																
A	0-15	6,2	2,61	102	0,36	0,02	2,3	0,4	0,0	3,1	3,08	6,21	50	0,00	0	
E	15-90	6,3	2,53	24	0,12	0,01	0,8	0,2	0,0	2,1	1,12	3,27	34	0,00	0	
Bt	90-140	6,8	2,01	4	0,80	0,03	1,4	0,4	0,0	1,7	2,63	4,28	61	0,00	1	
Cg	140+	7,2	2,08	5	0,86	0,03	1,5	0,2	0,0	1,0	2,59	3,59	72	0,00	1	
Perfil VA1 - PLANOSSOLO HÁPLICO Tb Distrófico gleissólico																
A1	0-15	4,9	2,56	25	0,06	0,02	0,5	0,3	0,6	4,0	0,88	4,84	18	40,58	0	
A2	15-30	4,9	3,37	29	0,03	0,01	0,4	0,1	0,3	1,0	0,55	1,54	36	31,44	1	
E	30-55	5,4	3,04	12	0,03	0,01	0,2	0,1	0,6	1,3	0,34	1,66	21	63,78	1	
Bt	55-75	5,2	3,11	8	0,30	0,04	1,1	0,4	0,8	6,6	1,84	8,44	22	30,26	0	
Cg	75-98+	5,2	3,34	3	0,30	0,04	0,9	0,6	0,9	5,4	1,85	7,29	25	32,75	1	
Perfil VA2 - ARGISSOLO AMARELO Tb Distrocoeso planossólico																
A	0-15	4,8	3,61	13	0,08	0,04	0,8	0,5	1,0	7,6	1,43	9,02	16	41,20	0	
BA	15-28	5,5	2,94	2	0,10	0,04	1,2	0,7	0,0	2,8	2,03	4,84	42	0,00	1	
B1	28-45	5,3	2,91	2	0,14	0,05	0,9	0,4	0,2	1,8	1,50	3,31	45	11,79	2	
B2	45-80+	5,7	3,04	5	0,15	0,04	0,9	0,6	0,0	2,3	1,69	4,00	42	0,00	1	
Perfil VA3 - CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Distrófico gleissólico																
A	0-15	5,1	2,46	15	0,22	0,04	0,8	0,4	0,4	6,6	1,46	8,06	18	21,45	1	
BA	15-30	5,2	3,53	5	0,09	0,03	0,8	0,5	0,3	4,8	1,41	6,20	23	15,03	0	
B1	30-50	5,4	3,49	2	0,11	0,04	1,1	0,6	0,0	4,8	1,84	6,63	28	0,00	1	
Bt2	50-75	5,2	3,32	3	0,08	0,03	1,7	1,1	0,5	2,6	2,91	5,55	52	14,67	1	
Bg	75-95+	4,8	2,86	11	0,22	0,03	1,3	0,6	0,5	8,3	2,15	10,4	21	18,88	0	
Perfil VA4 - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico																
A	0-15	4,7	2,86	2	0,11	0,04	1,1	0,3	0,9	2,8	1,55	4,35	36	36,81	1	
B1	15-40	5,2	3,30	2	0,12	0,04	0,8	0,5	1,0	4,8	1,45	6,24	23	40,76	1	
B2	40-95+	5,3	2,91	1	0,07	0,03	1,0	0,4	0,2	2,8	1,50	4,30	35	11,79	1	

Anexo I-5: Diferenças químicas iniciais em solos de terraço em função dos blocos, da profundidade e da posição de coleta, Pindamonhangaba, SP (2011)

	pH _{água}	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V	m	n
		g dm ⁻³	Mg m ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----				----- % -----						
Bloco														
1	5,89	2,43	53,06	0,45	0,03	1,42	0,72	0,03	2,78	2,56	5,34	47,51	2,10	0,5
2	5,77	1,69	37,83	0,49	0,02	1,40	0,79	0,03	2,81	2,67	5,48	49,36	1,12	0,35
3	5,76	1,57	86,83	0,79	0,02	1,30	0,69	0,05	2,79	2,81	5,59	49,95	2,10	0,38
4	5,93	1,51	79,67	0,52	0,02	1,27	0,72	0,00	2,55	2,52	5,07	49,97	0,00	0,41
5	5,4	2,13	26,22	0,46	0,01	1,05	0,61	0,34	3,82	2,16	5,98	36,61	13,83	0,24
6	5,31	1,94	34,72	0,48	0,02	1,12	0,83	0,37	4,08	2,44	6,52	37,52	12,6	0,27
7	5,38	2,27	47,61	0,49	0,02	1,13	0,76	0,36	4,13	2,43	6,56	36,85	12,96	0,29
8	5,28	2,86	20,28	0,45	0,02	0,82	0,8	0,56	3,95	2,09	6,04	34,70	21,23	0,32
Md ¹	5,59	2,05	48,28	0,51	0,02	1,19	0,74	0,22	3,36	2,46	5,82	42,81	8,24	0,35
Dp ²	0,27	0,44	24,08	0,11	0,00	0,20	0,07	0,21	0,69	0,24	0,54	6,92	7,89	0,08
%Dp ³	4,87	21,26	49,87	21,98	17,58	16,69	9,38	97,83	20,42	9,74	9,34	16,16	95,68	24,3
Profundidade														
0-5	5,83	2,29	69,98	0,67	0,02	1,38	0,83	0,04	3,31	2,74	6,06	46,13	1,64	0,37
5-10	5,6	2,10	45,92	0,51	0,02	1,21	0,75	0,17	3,27	2,56	5,83	44,38	6,53	0,35
10-20	5,34	1,75	28,94	0,36	0,02	0,98	0,64	0,44	3,51	2,08	5,58	37,92	16,55	0,32
Md	5,59	2,05	48,28	0,52	0,02	1,19	0,74	0,22	3,36	2,46	5,82	42,81	8,24	0,35
Dp	0,2	0,22	16,84	0,16	0,00	0,16	0,08	0,17	0,10	0,28	0,19	3,53	6,20	0,02
Dp%	3,56	10,78	34,88	30,39	10,38	13,85	10,38	76,62	3,01	11,43	3,33	8,25	75,27	6,54
Posição														
Linha	5,54	1,57	36,29	0,45	0,02	1,15	0,68	0,22	3,38	2,29	5,67	40,92	9,13	0,33
e.linha	5,63	2,53	60,26	0,58	0,02	1,23	0,80	0,22	3,35	2,63	5,98	44,70	7,36	0,37
Md	5,59	2,05	48,28	0,52	0,02	1,19	0,74	0,22	3,36	2,46	5,82	42,81	8,24	0,35
Dp	0,05	0,48	11,99	0,10	0,00	0,04	0,06	0,00	0,02	0,17	0,15	1,89	0,89	0,02
Dp%	0,83	23,53	24,83	19,05	7,64	3,57	8,69	0,32	0,54	7,03	2,65	4,42	10,75	5,82

¹ média, ²desvio padrão, ³% de desvio padrão em relação a média.

Anexo I-6: Diferenças químicas iniciais em solos de terraço em função da posição de coleta e da profundidade, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$), Pindamonhangaba, SP (2011)

Tratamento	pH água	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	S	T	V	
		Mg m ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----									%
Linha 0 a 5 cm												
Monocultivo	5,7 a	49,9 a	213,3 a	1,4 a	0,7 a	0,0 a	0,1 a	3,7 a	2,6 a	6,3 a	42,5 a	
SAF Simples	5,8 a	50,0 a	239,7 a	1,4 a	0,8 a	0,0 a	0,0 a	3,1 a	2,9 a	6,0 a	49,5 a	
SAF Biodiverso	5,8 a	40,9 a	236,1 a	1,3 a	0,9 a	0,0 a	0,0 a	3,3 a	2,8 a	6,1 a	46,2 a	
Linha 5 a 10 cm												
Monocultivo	5,6 a	46,3 a	154,1 a	1,2 a	0,7 a	0,0 a	0,2 a	3,3 a	2,3 a	5,7 a	41,9 a	
SAF Simples	5,6 a	41,6 a	191,5 a	1,1 a	0,7 a	0,0 a	0,2 a	3,2 a	2,4 a	5,6 a	43,5 a	
SAF Biodiverso	5,5 a	30,8 a	154,0 a	1,0 a	0,6 a	0,0 a	0,2 a	3,4 a	2,1 a	5,5 a	38,0 a	
Linha 10 a 20 cm												
Monocultivo	5,3 a	28,1 a	122,7 a	1,0 a	0,5 a	0,0 a	0,5 a	3,4 a	1,8 a	5,2 a	35,6 a	
SAF Simples	5,4 a	25,1 a	158,1 a	1,0 a	0,5 a	0,0 a	0,4 a	3,2 a	1,9 a	5,2 a	39,3 a	
SAF Biodiverso	5,2 a	16,1 a	119,9 a	0,9 a	0,6 a	0,0 a	0,5 a	3,6 a	1,8 a	5,4 a	34,1 a	
Elinha 0 a 5 cm												
Monocultivo	5,8 a	65,0 a	261,7 a	1,3 a	0,8 a	0,0 a	0,1 a	3,4 a	2,6 a	5,9 a	44,1 a	
SAF Simples	5,9 a	68,8 a	296,1 a	1,5 a	0,9 a	0,0 a	0,0 a	3,2 a	2,7 a	5,8 a	46,3 a	
SAF Biodiverso	5,9 a	145,4 a	334,1 a	1,4 a	0,9 a	0,0 a	0,0 a	3,2 a	2,9 a	6,2 a	48,3 a	
Elinha 5 a 10 cm												
Monocultivo	5,6 a	54,0 a	260,7 a	1,3 a	0,9 a	0,0 a	0,2 a	3,3 a	3,0 a	6,3 a	47,8 a	
SAF Simples	5,7 a	53,0 a	211,0 a	1,3 a	0,8 a	0,0 a	0,2 a	3,1 a	2,8 a	5,8 a	48,0 a	
SAF Biodiverso	5,6 a	49,9 a	236,9 a	1,2 a	0,8 a	0,0 a	0,1 a	3,3 a	2,8 a	6,1 a	47,1 a	
Elinha 10 a 20 cm												
Monocultivo	5,4 a	32,1 a	153,4 a	1,0 a	0,8 a	0,0 a	0,5 a	3,5 a	2,2 a	5,8 a	38,7 a	
SAF Simples	5,4 a	38,3 a	155,6 a	1,1 a	0,7 a	0,0 a	0,4 a	3,9 a	2,3 a	6,2 a	38,7 a	
SAF Biodiverso	5,4 a	36,0 a	152,3 a	0,9 a	0,7 a	0,0 a	0,5 a	3,3 a	2,4 a	5,7 a	43,4 a	

Anexo I-7: Diferenças químicas finais em solos de terraço em função da posição de coleta e da profundidade, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$), Pindamonhangaba, SP (2014)

Tratamento	pH água	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	S	T	V	
		Mg m ⁻³		----- cmol _c dm ⁻³ -----								%
Linha 0 a 5 cm												
Monocultivo	5,8 b	97,9 b	340,7 b	2,8 a	0,8 a	1,2 a	0,0 b	3,2 a	5,6 ab	8,8 a	63,7 b	
SAF Simples	5,6 b	86,8 b	271,0 b	2,6 a	0,8 a	1,1 a	0,1 a	3,1 a	5,2 b	8,3 a	62,3 b	
SAF Biodiverso	6,6 a	162,6 a	594,2 a	2,7 a	0,8 a	1,2 a	0,0 b	1,9 b	6,2 a	8,1 a	76,9 a	
Linha 5 a 10 cm												
Monocultivo	5,6 b	91,0 a	308,2 b	2,0 a	0,9 a	1,1 a	0,4 a	3,2 a	4,8 b	8,0 ab	60,2 a	
SAF Simples	5,4 b	79,7 a	258,9 b	2,0 a	0,7 a	1,1 a	0,7 a	3,1 a	4,4 b	7,5 b	58,7 a	
SAF Biodiverso	6,0 a	101,0 a	559,8 a	2,3 a	0,7 a	1,2 a	0,3 a	3,2 a	5,7 a	8,8 a	64,5 a	
Linha 10 a 20 cm												
Monocultivo	5,3 a	74,1 a	304,4 b	1,7 a	0,8 a	1,1 a	0,5 a	3,2 a	4,3 b	7,5 a	57,6 a	
SAF Simples	5,1 a	46,5 a	242,2 b	1,7 a	0,7 a	1,0 a	0,5 a	3,1 a	4,0 b	7,1 a	56,7 a	
SAF Biodiverso	5,3 a	49,3 a	533,8 a	1,8 a	0,6 a	1,1 a	0,5 a	3,4 a	4,9 a	8,3 a	59,9 a	
Elinha 0 a 5 cm												
Monocultivo	6,1 b	161,3 b	354,6 b	2,7 b	1,6 a	1,1 a	0,0 a	3,2 a	6,3 b	9,5 b	66,7 a	
SAF Simples	6,2 b	254,7 b	411,2 b	3,0 ab	1,6 a	1,1 a	0,0 a	3,8 a	6,8 b	10,6 ab	64,7 a	
SAF Biodiverso	7,2 a	360,0 a	668,5 a	3,6 a	1,6 a	1,2 a	0,0 a	3,6 a	8,1 a	11,7 a	69,6 a	
Elinha 5 a 10 cm												
Monocultivo	5,8 b	121,4 b	324,9 b	2,0 b	1,6 a	1,0 b	0,1 a	3,6 a	5,4 b	9,0 b	60,4 a	
SAF Simples	5,9 b	202,1 ab	368,5 b	2,4 ab	1,6 a	1,1 ab	0,0 a	3,9 a	6,0 b	9,9 ab	60,7 a	
SAF Biodiverso	6,7 a	341,4 a	623,9 a	2,8 a	1,6 a	1,1 a	0,0 a	3,9 a	7,1 a	11,0 a	64,5 a	
Elinha 10 a 20 cm												
Monocultivo	5,5 a	109,8 a	352,7 b	1,6 a	1,2 a	1,0 b	0,5 a	3,8 a	4,5 b	8,3 b	54,7 a	
SAF Simples	5,3 a	90,9 a	311,9 b	2,0 a	1,0 a	1,0 ab	0,3 a	4,0 a	4,9 b	9,0 ab	55,2 a	
SAF Biodiverso	5,8 a	156,6 a	624,8 a	2,2 a	1,3 a	1,1 a	0,1 a	4,2 a	6,1 a	10,4 a	59,1 a	

Anexo I-8: Diferenças químicas iniciais em solos de várzea em função dos blocos, da profundidade e da posição de coleta, Pindamonhangaba, SP (2011)

	pH _{água}	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V	m	n
		g dm ⁻³	Mg m ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----					----- % -----					
Bloco														
1	4,96	2,12	16,46	0,17	0,02	0,81	0,43	0,58	4,15	1,42	5,58	25,62	30,26	0,38
2	5,03	2,67	7,95	0,14	0,04	1,24	0,69	0,51	4,53	2,11	6,65	32,67	20,53	0,59
3	4,91	2,06	6,44	0,19	0,04	0,97	0,61	0,69	4,18	1,90	6,08	31,75	27,00	0,64
4	5,01	2,08	6,25	0,19	0,04	1,11	0,63	0,51	4,18	1,94	6,12	32,07	20,69	0,71
5	5,13	1,87	4,72	0,08	0,06	1,59	0,84	0,36	4,46	2,57	7,03	37,02	13,26	0,85
6	4,96	2,18	6,18	0,11	0,05	1,33	0,64	0,64	4,68	2,14	6,82	32,15	23,82	0,77
7	5,24	2,56	7,59	0,18	0,06	1,83	0,85	0,27	4,26	2,92	7,18	40,68	9,00	0,84
8	5,42	2,37	6,94	0,13	0,05	1,84	1,00	0,16	3,34	3,02	6,36	48,07	5,35	0,85
Md ¹	5,08	2,24	7,82	0,15	0,04	1,34	0,71	0,46	4,23	2,25	6,48	35,00	18,74	0,70
Dp ²	0,18	0,25	3,63	0,03	0,01	0,38	0,18	0,19	0,40	0,54	0,54	6,84	8,77	0,17
Dp% ³	3,45	11,29	46,41	28,56	29,31	28,61	25	40,24	9,58	24,14	8,35	19,55	46,79	23,47
Profundidade														
0-5	5,21	2,43	9,36	72,3	0,05	1,57	0,84	0,34	4,53	2,65	7,19	37,8	12,64	0,76
5-10	5,11	2,41	7,24	55,31	0,04	1,36	0,71	0,45	4,16	2,27	6,43	35,52	17,63	0,67
10-20	4,93	1,87	6,85	44,96	0,04	1,09	0,59	0,61	3,98	1,84	5,82	31,69	25,95	0,68
Md	5,08	2,24	7,82	57,52	0,04	1,34	0,71	0,46	4,23	2,25	6,48	35,00	18,74	0,70
Dp	0,12	0,26	1,11	11,27	0,01	0,20	0,10	0,11	0,23	0,33	0,56	2,52	5,49	0,04
Dp%	2,32	11,43	14,15	19,59	12,66	14,77	14,48	23,5	5,45	14,81	8,65	7,20	29,3	5,94
Posição														
Linha	4,98	2,20	7,35	37,95	0,04	1,38	0,68	0,47	4,88	2,19	7,08	31,08	19,01	0,56
e.linha	5,18	2,27	8,28	77,09	0,05	1,3	0,74	0,46	3,57	2,31	5,88	38,92	18,47	0,85
Md	5,08	2,24	7,82	57,52	0,04	1,34	0,71	0,46	4,23	2,25	6,48	35,00	18,74	0,70
Dp	0,10	0,03	0,47	19,57	0,01	0,04	0,03	0,01	0,66	0,06	0,60	3,92	0,27	0,15
Dp%	1,98	1,54	5,96	34,02	12,68	2,74	4,3	1,64	15,58	2,57	9,27	11,2	1,42	21,01

¹ média, ²desvio padrão, ³% de desvio padrão em relação a média.

Anexo I-9: Diferenças químicas iniciais em solos de várzea em função da posição de coleta e da profundidade, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$) Pindamonhangaba, SP (2011)

Tratamento	pH _{água}	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	S	T	V	
		Mg m ⁻³			----- cmol _c dm ⁻³ -----							%
Linha 0 a 5 cm												
Monocultivo	5,14 a	11,88 a	0,10 a	1,68 a	0,93 a	0,04 a	0,26 a	5,89 a	2,75 a	8,64 a	32,62 a	
SAF Simples	5,10 a	8,74 a	0,11 a	1,49 a	0,78 a	0,04 a	0,36 a	5,37 a	2,42 a	7,79 a	31,04 a	
SAF Biodiverso	5,04 a	7,74 a	0,19 a	1,64 a	0,85 a	0,05 a	0,40 a	5,29 a	2,72 a	8,01 a	34,08 a	
Linha 5 a 10cm												
Monocultivo	4,94 a	7,02 a	0,08 a	1,41 a	0,44 a	0,03 a	0,44 a	5,04 a	1,96 a	7,00 a	27,76 a	
SAF Simples	4,90 a	6,98 a	0,08 a	1,25 a	0,63 a	0,04 a	0,55 a	4,76 a	1,99 a	6,75 a	29,70 a	
SAF Biodiverso	4,95 a	5,16 a	0,08 a	1,46 a	0,70 a	0,04 a	0,49 a	4,73 a	2,28 a	7,01 a	32,55 a	
Linha 10 a 20cm												
Monocultivo	4,80 a	7,35 a	0,06 a	1,10 a	0,60 a	0,04 a	0,74 a	4,62 a	1,79 a	6,41 a	27,34 b	
SAF Simples	4,93 a	7,06 a	0,10 a	1,13 a	0,56 a	0,03 a	0,53 a	4,21 a	1,82 a	6,03 a	30,75 ab	
SAF Biodiverso	5,05 a	4,23 a	0,07 a	1,25 a	0,65 a	0,04 a	0,49 a	4,06 a	2,01 a	6,07 a	33,91 a	
Elinha 0 a 5 cm												
Monocultivo	5,36 a	10,38 a	0,21 a	1,54 a	0,70 a	0,05 a	0,31 a	3,21 a	2,55 a	5,76 a	44,84 a	
SAF Simples	5,26 a	9,88 a	0,23 a	1,46 a	0,86 a	0,06 a	0,40 a	3,67 a	2,59 a	6,26 a	40,65 a	
SAF Biodiverso	5,35 a	7,57 a	0,27 a	1,63 a	0,93 a	0,06 a	0,31 a	3,77 a	2,88 a	6,65 a	43,56 a	
Elinha 5 a 10 cm												
Monocultivo	5,40 a	9,00 a	0,19 a	1,43 a	0,88 a	0,05 a	0,34 a	3,35 a	2,56 a	5,91 a	42,70 a	
SAF Simples	5,28 a	9,13 a	0,27 a	1,31 a	0,80 a	0,05 a	0,49 a	3,58 a	2,49 a	6,07 a	40,53 a	
SAF Biodiverso	5,23 a	6,15 a	0,16 a	1,33 a	0,80 a	0,05 a	0,38 a	3,51 a	2,33 a	5,84 a	39,90 a	
Elinha 10 a 20 cm												
Monocultivo	4,99 a	8,50 a	0,13 a	1,04 a	0,54 a	0,04 a	0,64 a	3,51 a	1,76 a	5,26 a	32,68 a	
SAF Simples	4,89 a	7,75 a	0,17 a	0,94 a	0,54 a	0,04 a	0,65 a	3,77 a	1,72 a	5,49 a	31,73 a	
SAF Biodiverso	4,90 a	6,19 a	0,16 a	1,08 a	0,64 a	0,05 a	0,60 a	3,73 a	1,92 a	5,65 a	33,72 a	

Anexo I-10: Diferenças químicas finais em solos de várzea em função da posição de coleta e da profundidade, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$) Pindamonhangaba, SP (2014)

Tratamento	pH _{água}	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	S	T	V
		Mg m ⁻³			----- cmol _c dm ⁻³ -----						%
Linha 0 a 5 cm											
Monocultivo	5,33 a	7,99 a	0,38 a	2,12 a	2,21 a	0,06 a	0,30 a	4,21 a	4,77 a	8,97 a	52,91 a
SAF Simples	5,06 a	6,80 a	0,27 b	1,99 a	2,05 a	0,05 a	0,37 a	4,22 a	4,35 a	8,57 a	49,63 a
SAF Biodiverso	5,28 a	6,64 a	0,37 ab	2,50 a	1,94 a	0,04 a	0,24 a	4,48 a	4,85 a	9,33 a	51,99 a
Linha 5 a 10 cm											
Monocultivo	5,20 a	7,07 a	0,23 ab	1,52 a	2,04 a	0,04 a	0,35 a	4,45 a	3,83 a	8,29 a	45,94 a
SAF Simples	5,07 a	6,27 a	0,21 b	1,45 a	1,48 a	0,04 a	0,45 a	4,57 a	3,18 a	7,75 a	40,74 a
SAF Biodiverso	5,20 a	5,48 a	0,29 a	1,93 a	1,92 a	0,07 a	0,33 a	4,89 a	4,22 a	9,10 a	45,75 a
Linha 10 a 20 cm											
Monocultivo	5,13 a	5,23 a	0,16 a	1,25 a	1,91 a	0,04 a	0,46 a	5,13 a	3,34 a	8,29 a	40,34 a
SAF Simples	5,00 a	5,87 a	0,17 a	1,13 a	1,51 a	0,04 a	0,54 a	5,00 a	2,85 a	7,66 a	36,73 a
SAF Biodiverso	5,14 a	4,43 a	0,19 a	1,37 a	2,09 a	0,05 a	0,41 a	5,14 a	3,69 a	8,81 a	41,35 a
Elinha 0 a 5 cm											
Monocultivo	5,75 b	6,10 b	0,22 b	1,23 b	1,64 c	0,04 b	0,35 a	3,52 a	3,13 c	6,65 b	48,14 b
SAF Simples	6,24 a	13,57 ab	0,33 b	3,28 a	2,66 b	0,03 b	0,04 b	2,95 a	6,29 b	9,24 a	67,67 a
SAF Biodiverso	6,27 a	19,79 a	0,54 a	3,99 a	3,41 a	0,07 a	0,03 b	3,27 a	8,01 a	11,28 a	72,01 a
Elinha 5 a 10 cm											
Monocultivo	5,85 b	4,61 a	0,13 b	1,09 b	1,77 b	0,03 b	0,37 a	3,85 a	3,02 b	6,86 b	44,80 b
SAF Simples	6,23 a	7,05 a	0,24 a	2,39 a	2,21 ab	0,03 b	0,09 b	3,23 a	4,86 a	8,10 ab	59,81 a
SAF Biodiverso	6,15 a	12,34 a	0,29 a	2,82 a	2,64 a	0,05 a	0,05 b	3,24 a	5,80 a	9,04 a	64,30 a
Elinha 10 a 20 cm											
Monocultivo	5,76 a	2,82 a	0,08 b	0,58 b	1,36 a	0,03 a	0,59 a	4,14 a	2,04 b	6,18 a	33,48 b
SAF Simples	6,04 a	2,38 a	0,16 ab	1,52 a	1,65 a	0,03 a	0,18 b	3,73 a	3,36 a	7,09 a	47,17 a
SAF Biodiverso	6,01 a	3,14 a	0,19 a	1,83 a	1,77 a	0,04 a	0,13 b	3,63 a	3,83 a	7,46 a	51,00 a

Anexo II-1: Densidade populacional do guanandi, culturas alimentares e espécies florestais, em SAF Simples e SAF Biodiverso, em terraço fluvial (Pindamonhangaba, SP - 2011)

Nome científico	SAF Simples	SAF Biodiverso
	plantas ha ⁻¹	
<i>Calophyllum brasiliense</i>	1666	1666
<i>Manihot esculenta</i>	6250	6250
<i>Marantha arundinaceae</i>	11111	11111
<i>Cajanus cajan</i>	-	3796
<i>Musa spp.</i>	-	833
<i>Euterpe edulis</i>	-	2500
<i>Bixa orellana</i>	-	277
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	-	277
<i>Schinus terebinthifolius</i>	-	208
<i>Anadenanthera colubrina</i>	-	138
<i>Inga vera</i>	-	138
<i>Erythrina mulungu</i>	-	138
<i>Croton floribundus</i>	-	138
<i>Joannesia princeps</i>	-	138
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	-	138
<i>Handroanthus umbellatus</i>	-	69
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	-	69
<i>Magnolia ovata</i>	-	69
<i>Citharexylum myrianthum</i>	-	69
<i>Schizolobium parahyba</i>	-	69
Total de arbóreas		1935
Arbóreas + Juçara		5268
Arbóreas + Juçara + Guanandi		6934

Anexo II-2: Informações ecológicas de espécies florestais do Estado de São Paulo (modificado)

Família / Espécie	Nome popular	Classe Sucessional	Categoria Ameaçada	FES				MC			MP		Dispersão
				SE	CE	SO	NO	SE	CE	SO	CE	SO	
ANACARDIACEAE													
<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira	P			x					x	x		ZOO
ARECACEAE													
<i>Euterpe edulis</i>	juçara	NP	VU	x	x				x	x	x	x	ZOO
BIGNONIACEAE													
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	ipê-roxo	NP/St			x	x				x			ANE
<i>Handroanthus umbellatus</i>	ipê-amarelo-do-brejo	NP/St			x				x	x	x	x	ANE
BIXACEAE													
<i>Bixa orellana</i> *	urucum	P											
CALOPHYLLACEAE													
<i>Calophyllum brasiliense</i>	guanandi	NP	QA		x				x		x	x	ZOO
EUPHORBIACEAE													
<i>Croton floribundus</i>	capixingui	P			x	x	x				x		AUT
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	boleiro	P			x	x	x				x	x	AUT
FABACEAE													
<i>Anadenanthera colubrina</i>	anjico	P								x			AUT
<i>Erythrina verna</i>	mulungu	P	QA		x								AUT
<i>Inga vera</i>	ingá- do-brejo	P		x	x				x				ZOO
<i>Schizolobium parahyba</i>	guapuruvú	P			x				x				AUT
<i>Sesbania virgata</i>	sesbânia	P						x	x	x			AUT
MAGNOLIACEAE													
<i>Magnolia ovata</i>	pinha-do-brejo	NP/St			x	x			x	x			ZOO
MALVACEAE													
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	embiruçu	NP/Si		x	x				x				ANE
<i>Ceiba speciosa</i> **	paineira	NP/St		x	x	x	x	x	x	x	x	x	ANE
RUTACEAE													
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	mamica-de-porca	NP/Si			x	x			x	x		x	ZOO
VERBENACEAE													
<i>Citharexylum myrianthum</i>	pau-viola	P			x				x		x		ZOO

Adaptado de: http://www.ambiente.sp.gov.br/cbrn/files/2014/04/2012_Lista-de-especies-arboreas-nativas-regionais_SP_IBot.pdf

(CS = classificação sucessional; P = pioneira; NP = não pioneira; Si = secundária inicial; St = secundária tardia; * - plantada na várzea; ** - plantada no terraço; Res. SMA 47/2003: FES = Floresta Estacional Semidecidual; MC = Mata Ciliar; MP = Mata Paludosa; VU = espécie vulnerável à extinção no Estado de S. Paulo, Resolução SMA 48/2004).

Anexo II-3: Caracterização detalhada do guanandi e das espécies empregadas em SAF Simples e SAF Biodiverso, em terraço fluvial e várzea (2011).

Guanandi – *Calophyllum brasiliense* Cambess.

Distribuição regional: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul. Distribuição na federação: AC; AM; BA; ES; GO; MG; MT; PA; PR; RJ; RR; SC; SP; TO. Domínio Fitogeográfico: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Campinarana, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila. O Guanandi é uma espécie florestal nativa da família Calophyllaceae, produtora de madeira nobre; protegida com a Decisão nº 7 do Imperador Dom Pedro II, que deu direito à exploração pelo Estado, por meio do Ministério da Marinha, em 1835. Apesar de ocorrer em solos inundáveis ou brejosos em diferentes fitofisionomias; da América Central à costa Sudeste do Brasil, na Floresta Amazônica e Atlântica, incluindo as matas pantanosas nas depressões dos Cerrados (OLIVEIRA & JOLY, 2010); os guanandizais naturais são muito raros em todo o Brasil, com exceção ao litoral paranaense. Espécie secundária intermediária tardia, sua floração é variável em Pindamonhangaba, SP, possivelmente, devido à má distribuição de chuvas e às diferentes classes de solos onde é cultivado. Em condições naturais, os frutos germinam após três meses de submersão, embora não germinem nessa condição; as plântulas crescem em solo inundado ou drenado, sendo as sementes não fotoblásticas (MARQUES e JOLY, 2000¹; MARQUES e JOLY, 2000). Adapta-se aos solos aluviais suave ondulados e com elevados teores de argila, úmidos, saturados e ácidos (pH 4,5 a 6,0), ricos em Fe e Al e com baixos teores de P e K. Recurso florestal, o guanandi atinge de 20 a 30 m de altura, com diâmetro do tronco de 40 a 60 cm, apresentando lento crescimento em comparação às florestais de uso convencional. O gênero *Calophyllum* sp. é citado em SAF na Costa Rica (REDONDO-BRENES e MONTAGINI, 2006), em ilhas do pacífico (FRIDAY e OKANO, 2006; FRIDAY e OGASHI, 2011) e na Amazônia brasileira (SCHROTH et al., 2002). Recurso medicinal, apresenta canais e cavidades secretoras esquizógenas em folhas glabras e coriáceas de 10 a 13 cm de comprimento por 5 a 6 cm de largura, com nervuras secundárias numerosas, paralelas e muito próximas uma das outras (CRONQUIST, 1981 *apud* GASPAROTTO Jr. et al., 2005). Há metabólitos secundários; xantonas e cumarinas; com atividade anti-analgésica e anti-inflamatória (SILVA et al., 2001) e moluscicida contra *Biophalaria glabrata*, vetor da Esquistossomose no Brasil (GASPAROTTO Jr. et al., 2005). A fração da casca tem efeitos crioprotetor, antisecretor e anti-úlceras (SEM et al., 2009; SARTORI et al., 1999). No ano de 1992, no Instituto Nacional do Câncer, isolou-se uma cumarina ativa ao vírus HIV-1 com efeito preventivo anticâncer. No Brasil, o guanandi é usado popularmente para o reumatismo, varicoses, hemorroidas e úlceras crônicas. Em relação às pragas e doenças, são citados os danos do besouro da ambrosia (*Premnobius cavipennis*), que abre orifícios e galerias, possibilitando o surgimento de manchas por fungos introduzidos na madeira (MORAIS et al., 2011).

Aroeira-pimenteira – *Schinus terebinthifolius* Raddi

Distribuição regional: Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul. Distribuição na federação: AL; BA; ES; MG; MS; PB; PE; PR; RJ; RN; RS; SC; SE; SP. Domínio fitogeográfico: Cerrado, Mata Atlântica, Pampa. Tipo de vegetação: Área Antrópica, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Manguezal, Restinga. A aroeira-pimenteira, da família Anacardiaceae, de ampla ocorrência natural da restinga às formações florestais do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul é pan tropical origem pantropical. Pioneira e heliófita, comum em terrenos secos e pobres da

restinga, várzeas úmidas, matas ciliares e beiras de rio. Propaga-se por sementes e estaquia. As sementes são um valioso condimento, popularmente conhecida como ‘_aroeira da praia’. Foi descrita na primeira edição da ‘_Pharmacopeia Brasileira’ no ano de 1926, com propriedades anti-inflamatórias, antipirética, analgésica e depurativa, preconizada no tratamento de doenças sexualmente transmissíveis, inflamações uterinas, infecções urinárias, úlceras de pele e desordens gastrointestinais.

Ipê-roxo - *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos

Distribuição regional: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste. Distribuição na federação: AC; AL; BA; CE; DF; ES; GO; MA; MG; MS; MT; PA; PB; PE; PI; RJ; RN; RO; SE; SP; TO. Domínio fitogeográfico: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal. Tipo de vegetação: Área Antrópica, Carrasco, Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Savana Amazônica, Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos. O ipê roxo é uma espécie nativa da família Bignoniaceae com ampla ocorrência; do Nordeste ao Centro-Oeste e a região Sudeste, principalmente na Floresta estacional semidecidual. Heliófita, decídua no inverno, ocorre em formações primárias e secundárias, atingindo de 8 a 12 m de altura (20 a 30 m no interior da floresta); com tronco de 60 a 90 cm de diâmetro. Em função do florescimento exuberante e características desejáveis, é bastante empregado na arborização de ruas, avenidas e em reflorestamentos em terrenos secos e pedregosos (LORENZI, 2002). A madeira muito pesada e valiosa para construções externas, trabalho fino, bolas de boliche e instrumentos musicais (LORENZI, 2002).

Ipê-amarelo-do-brejo - *Handroanthus umbellatus* (Sond.) Mattos

Distribuição regional: Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul. Distribuição na federação: BA; DF; ES; MG; PR; RJ; RS; SC; SP. Domínio fitogeográfico: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial). O ipê-amarelo-do-brejo é uma arbórea nativa da família Bignoniaceae; decídua, heliófita, higrófita, característica da mata pluvial nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul, principalmente na floresta pluvial atlântica de planícies e várzeas úmidas e parcialmente encharcadas durante o verão; ocorre em várzeas da floresta latifoliada da bacia do Paraná e no Cerrado, na mata primária e em formações secundárias (LORENZI, 1992). Adulta, produz madeira de alta qualidade, de 10 a 15 m de altura e tronco de 40 a 50 cm de diâmetro. As flores amarelas surgem de agosto a outubro e os frutos amadurecem de outubro a novembro, dispersando grande quantidade de sementes pelo vento, permanecendo viáveis por até quatro meses (LORENZI, 1992); porém, são ortodoxas de baixa longevidade ao natural. A conservação a -18 °C em sacos multifoliados mantém inalterada a qualidade fisiológica das sementes por até 24 meses (MARTINS, PINTO, 2014).

Urucum – *Bixa orellana* L.

Distribuição regional: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul. Distribuição na federação: AC; AL; AM; AP; BA; CE; DF; ES; GO; MA; MG; MS; MT; PA; PB; PE; PI; PR; RJ; RN; RO; RR; RS; SC; SE; SP; TO. Domínio fitogeográfico. Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Área Antrópica, Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Restinga, Savana Amazônica. O urucum pertence à família Bixaceae. Heliófita, pioneira e perenifólia de copa baixa e densa; alógena, produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, disseminadas pelo homem e animais, tradicional na culinária caipira do Vale do Paraíba por influências indígenas. Prefere solos férteis e úmidos (LORENZI, 2002). A floração ocorre entre a

primavera e verão; os frutos amadurecem no final do outono.

Capixingui - *Croton floribundus* Spreng.

Distribuição regional e na federação Norte (TO), Nordeste (CE, RN, PB, PE, BA, AL), Centro-Oeste (MT, MS), Sudeste (MG, ES, SP, RJ), Sul (PR). Domínio fitogeográfico: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos. O capixingui, da família Euphorbiaceae, é pioneira, decídua ou semidecídua, heliófita, classificada como secundária inicial na sucessão vegetal em matas secundárias, também, ocorrendo no interior e nas bordas de mata primária antrópica. Atinge de 6 a 10 m de altura (LORENZI, 2002). No estado de São Paulo, ocorre no Cerrado, na Floresta Estacional semidecidual, nas matas ciliares e paludosas (Resolução SMA 08). Bastane melífera, suas sementes são dispersas pela deiscência dos frutos. A madeira moderadamente pesada é indicada para caixotaria e obras internas. Destaca-se no acúmulo de cálcio e potássio em SAF (JARAMILLO-BOTERO et al., 2008).

Boleiro – *Joannesia princeps* Vell.

Distribuição regional e na federação: Nordeste (BA), Sudeste (SP, RJ). Fitofisionomia: Caatinga, Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Área Antrópica, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Restinga. Árvore pioneira da família Euphorbiaceae com ampla zona de ocorrência natural, do estado da Bahia ao Rio de Janeiro. Atinge de 15 a 20 m de altura. Perenifólia, heliófita, decídua, característica de terrenos secos da encosta atlântica. Seu desenvolvimento é rápido na mata ciliar de rios e córregos, produzindo madeira de baixa densidade para o fabrico de palitos de fósforo, tabuado, forros, canoas e jangadas, de talhe macio e cor clara para artesanato. As sementes são apreciadas pela fauna (LORENZI, 2002), contendo 37% de óleo amarelo pesado com fins medicinais e industriais, substituto ao óleo de linhaça.

Anjico preto - *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *colubrina*

Distribuição regional e na federação: Nordeste (BA), Sudeste (MG, SP, RJ), Sul (PR). Domínio fitogeográfico: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial). O anjico-preto, da família Fabaceae, ocorre nas várzeas e terraços nos trópicos úmidos e sub-úmidos. Produz lenticelas hipertróficas sobrevivendo em áreas inundáveis. Heliófila, pioneira ou secundária inicial de rápido crescimento, não longeva, tolera ligeira sombra na fase juvenil. Sua regeneração natural é vigorosa através de grande quantidade de sementes viáveis sem dormência dispersas pelo vento e pela fauna. Apresenta intensa rebrota após o corte, propagação por estaquia, potencial recurso madeireiro e fonte de biomassa. Associa-se com bactérias diazotróficas. A copa com ramos arqueados ocupa um quarto da altura e deixa passar a luz. As folhas compostas bipinadas e sésseis possuem glândulas de coloração preta elíptica no pecíolo. As plântulas resistem ao dessecamento do solo com raízes superficiais desenvolvidas e pivotantes com pequenos tubérculos lenhosos como órgão de reserva de água e amido ainda não vistos na fase adulta. Em solos profundos o caule é ereto, porém, com impedimento, torna-se tortuoso. Na caatinga, atinge de 3 a 15 m de altura e em condições favoráveis supera os 30 m com diâmetro a altura do peito de mais de um metro (MONTEIRO et al, 2006). A cor da casca vai de clara, acinzentada, castanho-avermelhada a escura, coberta de acúleos, gretada, áspera com arestas salientes ou com poucos acúleos, lisa, com fissuras longitudinais pouco profundas, exsudando goma-resinosa amarelo-avermelhada. A madeira pesada é de grande durabilidade e alta resistência ao apodrecimento; de cor castanho-amarelada, recém-cortada passa a castanho-avermelhada e

escurece para vermelho-queimado com manchas produzindo um belo desenho. Flores pequenas brancas ou amarelo-esverdeadas com cheiro suave apreciadas por abelhas nativas, dispostas em capítulos globosos axilares ou terminais, originam fruto vagem deiscente castanho-avermelhada de até 32 cm de comprimento, com superfície rugosa, excrescências pequenas e bordos levemente espessos constrictos, com 8 a 15 sementes achatadas marrom-avermelhadas a escuras, brilhantes, com um a dois centímetros de diâmetro.

Mulungu - *Erythrina verna* Vell.

Distribuição regional e na federação: Norte (TO, AC), Nordeste (MA, BA), Centro-Oeste (MT, GO, DF), Sudeste (MG, ES, SP, RJ). Domínio fitogeográfico: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Área Antrópica, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial). O gênero *Erythrina* spp. é pantropical da família fabaceae, composto por 112 espécies, sendo 70 delas neotropical, 31 asiáticas e 12 africanas. Somente a espécie *Erythrina fusca* ocorre no novo e velho mundo. O gênero provavelmente tem origem sulamericana, mas a capacidade de as sementes de flutuar e manter a viabilidade após imersão prolongada em água salgada e ambientes fluviais costeiros ou estuarinos, habitados por espécies ancestrais, resultou na distribuição em todo o mundo. Polinização por pássaros; diversidade morfológica e ecológica dentro e entre espécies por sua alta capacidade de hibridização. *Erythrina* sp. é propagada por estaquia e rebrota com facilidade, se associando às bactérias diazotróficas.

Ingá-do-brejo - *Inga vera* Willd.

Distribuição regional: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul. Distribuição na federação: AC; AM; AP; BA; CE; DF; ES; GO; MA; MG; MS; MT; PA; PB; PE; PI; PR; RJ; RO; RR; RS; SC; SP; TO. Tipo de vegetação: Área Antrópica, Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual. O ingazeiro pertence à família Fabaceae, com zona de ocorrência do México ao Uruguai. No Brasil, distribui-se de São Paulo ao Rio Grande do Sul, comum na beira de rios e planícies aluviais, preferindo solos úmidos a brejosos nas florestas ripárias, sendo o habitat natural a Floresta Atlântica (TORRES et al, 1994). O gênero abrange árvores pioneiras transicionais para a floresta virgem, com ciclo de 20 a 80 anos em multiestrato (GÖTSH, 1992). Com usos múltiplos, são cerca de 300 espécies de *Inga* com distribuição nas regiões tropicais associada ao uso por populações tradicionais. Frutos consumidos pelo homem e pela fauna; o Sudeste do Brasil é o centro de menor utilização como árvore frutífera. Se associa com bactérias endófitas do gênero *Rhizobium* e/ou endomicorrizas simbiotes. Empregado em SAF, produz resíduos recalcitrantes estáveis no solo, se recuperando cerca de 60 dias após o corte. O ingazeiro adapta-se aos solos ácidos e resiste aos patógenos radiculares (*Meloidogyne* spp.), protegendo espécies consortes, abrigando espécies agressivas predadoras, associadas aos nectários extraflorais, suprimindo plantas espontâneas indesejáveis.

Guapuruvú - *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake

Distribuição regional: Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul. Distribuição na federação: AL; BA; CE; ES; GO; MG; MS; PB; PE; PR; RJ; RS; SC; SE; SP. Domínio fitogeográfico: Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Área Antrópica, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial). Árvore da família Fabaceae, pioneira e emergente com uma das maiores taxas de crescimentos dentre todas espécies nativas emergentes; atinge em cinco anos mais de 10 m de altura produzindo madeira muito leve e macia com amplas aplicações comerciais (LORENZI, 2002). Decídua, dispensa a poda. Heliófila, seletiva higrófila, com dispersão irregular e descontínua. Frequente em planícies aluviais ao longo de rios; forma denso povoamento nas depressões de encostas (LORENZI,

2002). Produz lenticelas hipertróficas como estratégia de sobrevivência em áreas inundáveis. Muito ornamental e imponente, ocorre da Bahia a Santa Catarina na floresta pluvial atlântica; mas, apesar de amplamente distribuído, pertence à formação da Floresta Ombrófila Densa (ASSIS et al, 2013) e da Floresta estacional Semidecídua da região central do estado de São Paulo (SMA, 2012), avaliada nesta pesquisa pela ampla inserção em projetos de restauração ambiental.

Sesbânia – *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.

Distribuição regional e na federação: Nordeste (PE, BA), Centro-Oeste (MT, GO, DF, MS), Sudeste (MG, ES, SP, RJ), Sul (PR, SC, RS). Domínio fitogeográfico: Caatinga, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal. Tipo de vegetação: Área Antrópica, Caatinga (*stricto sensu*), Campo Limpo, Cerrado (*lato sensu*), Floresta Ciliar ou Galeria, Restinga. A sesbânia pertence à família Fabaceae, árvore pioneira do subgênero *Daubentonia* nativo das Américas e grande ocorrência no estado de São Paulo. Produz lenticelas hipertróficas em áreas inundáveis em beira de rios e brejos (DAVANSO, 1994 *opus cit* PIMENTA et al, 1998). Apresentam vagens tetra-aladas, podendo ser semeada diretamente na profundidade de 3,0 cm, eliminando a produção de mudas e pré-tratamentos. Uso potencial na regeneração de solos degradados por mineração (COUTINHO et al, 2006), associa-se com bactérias do gênero *Rhizobium* e fungos micorrízicos arbusculares, que ajudam a absorver nutrientes pouco móveis, como o fósforo. Populações de nematóides de galha infestam o sistema radicular, reduzindo o crescimento. No Quênia, os nematóides são prejudiciais para batata e a bananeira, com poucas evidências que nos SAF os problemas se repitam devido à alta biodiversidade de espécies. A distribuição de *S. exasperata* em várzeas de São Paulo, incluindo o Vale do Paraíba, é regular. O florescimento ocorre de janeiro a março, frutificando de abril a maio (ARANHA et al, 1980). Porém, em Pindamonhangaba, SP, a floração de *S. virgata* ocorreu de dezembro a janeiro e a frutificação de fevereiro a março, sendo as árvores intensamente desfolhadas por vaquinhas (*Cerconota* sp.) e doenças fúngicas entre janeiro a maio.

Pinha-do-brejo – *Magnolia ovata* (A.St.-Hil.) Spreng.

Distribuição regional: Norte, Centro-Oeste, Sudeste, Sul nas seguintes unidades da federação: DF; GO; MG; MS; PR; RJ; RS; SC; SP; TO. Domínio fitogeográfico: Cerrado e Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial). A pinha-do-brejo, sinonímia *Talauma ovata*, pertence à família Magnoliaceae, atinge de 20 a 30 m de altura, com tronco de 60 a 90 cm de diâmetro. A madeira, moderadamente pesada, é empregada na carpintaria em geral (LORENZI, 2002). A árvore é perenifólia e heliófita, seletiva higrófito, coloniza planícies aluviais ao longo de rios e várzeas úmidas em quase todas as formações florestais, de ampla ocorrência em microhabitats de matas de brejo (CASTAN et al, 2007). Forma populações quase puras no interior da mata primária densa e em formações abertas e secundárias, preferindo baixadas muito úmidas. As sementes são dispersas pela água e por pássaros (LORENZI, 2002). Tolerante ao alagamento, seu crescimento não é afetado, embora suas sementes se deteriorem por um período superior a cinco dias sob inundações. A existência de fitoesteróides, saponinas, alcalóides e taninos nas folhas têm efeito hipoglicêmico.

Embirussu – *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A.Robyns

Distribuição regional e na federação: Nordeste (BA, AL), Centro-Oeste (MT, GO), Sudeste (MG, SP, RJ), Sul (PR, SC). Domínio fitogeográfico: Cerrado, Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Cerrado (*lato sensu*), Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial). Espécie da família Malvaceae, atinge de 15 a 25 m de altura com 50 a 80 cm de diâmetro do tronco. Árvore decídua, heliófita ou de luz difusa, característica da floresta pluvial atlântica, frequente

nos fundos dos vales, beira de rios e várzeas no interior da floresta primária densa, bem como em formações secundárias, capoeirões (LORENZI, 2002). Em áreas inundáveis, produz lenticelas hipertróficas como estratégia de sobrevivência. Muito ornamental, a madeira é leve, empregada na caixotaria, em miolo de portas, chapas de compensado, porém, de baixa durabilidade natural (LORENZI, 2002).

Paineira – *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna

Distribuição regional e na federação: Norte (PA), Nordeste, (BA), Centro-Oeste (MT, MS), Sudeste (MG, ES, SP, RJ), Sul (PR, SC, RS). Domínio fitogeográfico: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica.

A paineira pertence à família Malvaceae. Árvore indicadora de fitofisionomia transicional Cerrado - Mata Atlântica, no estado de São Paulo, participa do grupo ecológico como não pioneira com classificação sucessional secundária tardia. É uma árvore adaptada à inundação do solo (PIMENTA et al, 1998), exibindo lenticelas hipertróficas em resposta ao déficit de oxigênio. A semi-permeabilidade de membranas ao mesmo tempo que permite maior aeração dos tecidos, descarrega produtos potencialmente tóxicos, como etanol, acetaldeído e/ou etileno, que pode se acumular na rizosfera. A dispersão anemocórica carrega a paina com sementes oleaginosas soltas de bagas.

Mamica-de-porca – *Zanthoxylum rhoifolium* Lam.

Distribuição regional e na federação: Norte (RR, AP, PA, AM, TO, AC, RO), Nordeste (MA, PI, CE, RN, PB, PE, BA, AL, SE), Centro-Oeste (MT, GO, DF, MS), Sudeste (MG, ES, SP, RJ), Sul (PR, SC, RS). Domínio fitogeográfico: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal. Tipo vegetacional: Área Antrópica, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Restinga. Espécie nativa da família Rutaceae, ocorre em todo o país, incluindo a floresta semidecídua, heliófita e seletiva xerófila, característica da mata pluvial atlântica, rara no interior da mata primária densa, frequente em clareiras em vários estágios da sucessão secundária, preferindo terrenos íngremes com rápida drenagem (LORENZI, 2002). A principal característica é o tronco aculeado com 30 a 40 cm de diâmetro e fuste reto com 6 a 12 m de altura que sustenta a copa densa arredondada; a madeira leve, dura e flexível se aplica ao fabrico de calçados, remos, carroceria de caminhões e carpintaria em geral (LORENZI, 2002).

Tucaneiro, pau-viola - *Citharexylum myrianthum* Cham.

Distribuição regional e na federação: Nordeste (MA, PI, CE, RN, PB, PE, BA, AL, SE), Sudeste (MG, ES, SP, RJ), Sul (PR, SC, RS). Domínio Fitogeográfico: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista. O pau-viola pertence à família Verbenaceae, sendo pioneira de rápido crescimento, atingindo altura de 8 a 20 m e tronco com 40 a 60 cm de diâmetro, habitando a floresta pluvial atlântica e matas de galeria. A madeira leve é aproveitada para tabuado em geral (LORENZI, 2002). Árvore decídua, heliófita, seletiva higrófila, encontrada nas matas ciliares, prefere terrenos muito úmidos à brejosos onde regenera-se naturalmente na sucessão secundária, sendo rara na mata primária (LORENZI, 2002). Muito melífera e com síndrome de dispersão zoocórica, avidamente visitada por pássaros, produz grande quantidade de sementes.

Culturas anuais consorciadas no SAF

A escolha das culturas anuais e a rotação delas nos SAF em terraço fluvial e várzea levou em consideração a adequação à previsível redução de luminosidade no estrato inferior

em função do tempo, dado o crescimento das espécies arbóreas. Inicialmente, empregaram-se espécies heliófilas, substituídas por outras tolerantes à sombra, conforme as características dos terraços, suscetíveis ao ressecamento, e várzeas argilosas, passíveis de inundação.

Artemísia – *Artemisia annua* L.

A *Artemisia annua* L. é originária da Ásia, sendo avaliada a sua adaptação em muitos países, visando o aumento de produção da artemisinina. Pertence à família Asteraceae, sendo nativa das planícies da China, entre 1000 e 1500 metros de altitude. Trata-se de uma espécie anual, herbácea com altura entre 30 a 250 cm, dependendo da região de aspectos agronômicos, principalmente espaçamento. As flores são pequenas e amarelas, as folhas são simples, alternadas e possuem a maior concentração e síntese de artemisinina, havendo pequenas concentrações nos caules e nenhuma produção nas raízes. Na medicina tradicional chinesa, a artemísia combate a malária (MUELLER et al., 2004) com pouco ou nenhum efeito colateral; e um potencial antimalárico (WEATHERS et al., 2011), também, frente ao *Schistosoma japonicum*, *S. mansoni*, *Clonorchis sinensis*, *Fasciola hepatica* e *Opisthorchis viverrini*, *Babesia equi* (NAGAI et al., 2003), *Neospora caninum* (KIM et al., 2002), *Leishmania* sp. (SEN et al., 2007), *Eimeria* sp. (ALMEIDA et al., 2011; SPRENGER, 2013) e *Staphylococcus aureus* (STERMITZ et al., 2002), é uma planta relevante para estudos em função dos problemas da dengue e zika vírus. A grande capacidade de absorção do oxigênio radical (ORAC) (BRISIBE et al., 2009) e mais de 50 compostos fenólicos; a maioria flavonóides com atividade antioxidante (FERREIRA; LUTHRIA; SASAKI, 2010); a torna eficaz no trato antiparasitário e anti-helmintico, respectivamente, de aves e caprinos (SPRENGER, 2013). O cultivo para bioprodutos nos terraços arenosos pode ser mais atrativo, pois, plantas isoladas vegetaram muito bem nessa condição em Coruputuba.

Mandioca – *Manihot esculenta* Crantz

Distribuição regional: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste. Distribuição na federação: AC; AL; AM; AP; BA; CE; DF; GO; MA; MG; MT; PA; PE; PI; RO; SP. Domínio fitogeográfico: Amazônia, Cerrado. Tipo de vegetação: Área Antrópica, Campo Limpo, Cerrado (lato sensu), Restinga. A mandioca de mesa ou aipim, da família Euphorbiaceae, contém menos de 100 ppm de ácido cianídrico na polpa crua das raízes. Originária do Brasil e disseminada pelos portugueses e espanhóis por toda América, chegou a África e Ásia, atualmente os maiores produtores, ocupando o 6º lugar em produto alimentar em volume. As raízes tuberosas, ricas em amido, são empregadas na alimentação humana e animal (LORENZI, 2003). Planta heliófila, perene e arbustiva, tolerante à seca, hortícola rústica adaptada às diversas regiões tropicais, apresenta o ciclo longo e sem “picos” de demanda de nutrientes; a micorrização em solos ácidos e a regulação da taxa de crescimento mantendo adequados os níveis de nutrientes nos diferentes órgãos a torna a cultura mais popular na transição agroecológica. A seleção de variedades para o Centro-Sul buscou produtividade, raízes uniformes, cilíndricas ou cônicas, resistência à bacteriose, arquitetura fechada para a mecanização e alto valor nutricional (ricas em carotenóides pró-vitamínicos A), características culinárias e sensoriais (rápido cozimento, polpa amarela e sabor agradável) (VALLE et al., 2009). A variedade mais plantada em São Paulo é a IAC 576-70, ‘amarelinha’, obtida por cruzamento entre IAC 14-18, de raízes brancas com SRT 797 ‘ouro-do-vale’, amarelas, coletada de agricultores no ano de 1970. No ano de 2000, obteve-se a cultivar de mesa ‘Ouro ou Coaraci’ IAC 6-01 no IAC/APTA através do cruzamento da SRT 1221 ‘vassourinha-amarela’ com a IAC 576-70. Apresenta alta produtividade, resistência à bacteriose, primeira ramificação alta em angulação de 45º que favorece consórcios e tratos culturais, raízes superficiais facilitam a colheita, uniformes, cilíndricas de tamanho adequado às exigências de consumo. Possui polpa muito amarela com 1570 µg/100g de carotenóides totais, 1426

µg/100g de β-caroteno e 793 µg/100g de vitamina A, superando em até 40 vezes os teores de vitamina A das variedades brancas (FAPESP, 2012; FAPESP, 2013). Para comparar, a necessidade diária de um adulto é de 2.000 UI.

Araruta – *Maranta arundinaceae* L.

A araruta, da família Marantaceae, é originária da América Central, distribuindo-se por todo o território brasileiro (KINUP & LORENZI, 2015), das Guianas ao Rio de Janeiro. O nome deriva-se dos índios Aruak que habitavam do Amazonas ao Caribe e extraíam o amido para engrossar sopas, tratar diarreia, fortificar parturientes e purificar o sangue. Planta herbácea perene, era comum nas florestas tropicais estando em situação crítica sua conservação. Forma touceiras de 1,20 m de altura, com folhas alternas em forma de lança e longos pecíolos com pulvino proeminente na base em movimentos diurnos às folhas fechadas e eretas ao entardecer, também, um mecanismo de proteção ao déficit hídrico. Prefere solos arenosos, profundos e ricos em matéria orgânica. Rústica, resiste à seca e à inundação do solo. Em temperatura superior a 22 °C e boa distribuição de chuvas, vegeta continuamente; em regiões frias é restrita à época quente. O plantio dos rizomas inteiros ou extremidades finas e grandes demanda de 2,0 a 3,0 t h⁻¹ de rizomas para o espaçamento 0,8 a 1,0 m entre leiras e 0,4 a 0,5 m entre plantas, em linhas duplas, distantes 0,5 m na linha e 0,8 a 1,0 m nas ruas (BRASIL, 2010). Prefere o pH do solo entre 5,8 e 6,3 e se beneficia da adubação residual. Cresce lentamente até os 90 dias, aumentando rapidamente até 240 dias após o plantio, podendo consorciá-la com feijão, milho e leguminosas adubadeiras. Demanda capinas; a colheita dos rizomas é feita quando as folhas secam. Tolera pragas e doenças, porém, é suscetível ao nematóide *Meloidogyne* (BRASIL, 2010). O polvilho é obtido por trituração dos rizomas, lavando-se a massa para a separação da fibra, decantando-se o amido, seco e peneirado, confeccionando-se bolos, biscoitos e o mingau de araruta. A fibra emprega-se na alimentação animal. O amido tem qualidades inigualáveis, tais como leveza, alta digestibilidade e ausência de glúten, o que o torna recomendável para pessoas intolerantes a essa proteína. O cultivo é escasso e a dificuldade de se obter o polvilho fizeram com que a indústria abandonasse a comercialização, tornando-a restrita aos quintais e mercados nobres, considerada PANC – planta alimentícia não convencional (KINUP & LORENZI, 2015).

Inhame ou Taro – *Colocasia esculenta* (L.) Schott

Conhecido por inhame no Brasil e por taro no resto do mundo, originou-se há 50 mil anos ao norte da Índia Oriental e na Ásia, na Península Indo-Malásia. O sudeste da Europa e o Oeste da África (Nigéria, Gana, Camarões e Costa do Marfim) são os maiores produtores (CHO et al, 2007). Hortalica da família Aracea, herbácea com folhas verde-escuro, limbo em forma de coração e pecíolos arroxeados ou verdes, atinge 2,0 m de altura. O rizoma central esférico é rodeado por rebentos laterais revestidos por película fibrosa e pequenas raízes. A cor da polpa varia de branca, amarelo, rosa, roxo e creme. No Brasil, agrupa-se em túnica branca ou roxa e nas variedades comerciais japonês, chinesinho e macaquinho, que se destaca no Sudeste com rizomas redondos, porém, menores. Utilizou-se a variedade chinesinho. Rizoma rico em carboidratos; 99% do amido com pequenos grânulos; recomendáveis à má digestão, fonte de potássio, fibras, ferro e cálcio; as folhas contêm carotenóides pró-vitâmicos A e vitaminas (riboflavina e tiamina) (CHO et al, 2007), mas devem ser secas ou cozidas para eliminar os cristais de oxalato de cálcio. A planta não produz sementes, mas floresce na Melanésia. O ciclo de cinco a 12 meses depende da variedade e do ambiente. Demanda 1800 mm de precipitação pluvial anual e temperatura entre 25 e 30 °C. Prefere solos arenosos úmidos com pH entre 5,5 - 7,8. No Brasil, plantam-se rizomas de qualquer tamanho, obtendo-se, com o rizoma-mãe, filhos maiores no manejo orgânico (PUIATTI et al, 2004). Adapta-se em SAF e aleias com até 18% de sombra em qualquer fase

do ciclo; acima disso, a fitomassa aérea e rizomas-mãe crescem em detrimento dos rizomas-filho (GONDIM et al, 2007); acumula a pleno sol, 133 e 206 kg ha⁻¹, de N e K, respectivamente (PUIATTI et al, 1992). O crescimento inicial lento incrementa aos dois meses com ápice aos seis. A produtividade se relaciona com a manutenção da área foliar. A ferrugem das folhas (*Phytophthora colocasiae*), podridão de rebentos, caracol, pulgão de raiz e nematóides de galha são problemas da cultura.

Adubação verde em SAF com guanandi

Na adubação verde empregam-se plantas em rotação ou em consórcio com a lavoura; os resíduos, incorporados ou mantidos na superfície, conservam o solo; devendo preferir àquelas acumuladoras de fitomassa, que cobrem e o descompactam, reciclando nutrientes em um ciclo curto. As leguminosas realizam a FBN em associação simbióticas com bactérias *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*.

Guandu - *Cajanus cajan* (L.) Huth

Distribuição: subespontânea; não endêmica; Norte (PA, AM, AC), Nordeste (CE, PB, PE, BA), Centro-Oeste (DF), Sudeste (MG, ES, SP, RJ), Sul (PR, SC); Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica. O guandu da família Fabaceae é utilizado na alimentação humana, animal e na adubação verde; ocupa o 6º lugar em importância alimentar mundial dentre todas as leguminosas cultivadas; extensivamente plantado na Ásia. Porte ereto, desenvolvimento inicial lento e semiperene, resiste à seca em temperaturas de 18 a 30 °C; produz de 8 a 12 t/ha de matéria seca ao ano. A maioria dos genótipos floresce em dias curtos. Para fitomassa, a semeadura vai de outubro a janeiro e para colher as sementes em regiões sem geada, até março; reduz a fase vegetativa em dias curtos, florescendo de 150 a 180 dias (ciclo normal). Em aleias incorpora 283 kg ha⁻¹ de N e 23 kg ha⁻¹ de P (ALVES et al, 2004); em cortes sucessivos deve-se podá-lo a alturas mais elevadas. O gasto de sementes para adubação verde é de 60 a 80 kg ha⁻¹, semeado em linhas e a lanço, respectivamente. A obtenção de grãos depende do espaçamento, necessitando de 20 a 60 kg ha⁻¹ de sementes, em linha e a lanço. O espaçamento entrelinhas para adubação verde é de 50 cm e para a colheita de grãos, de 50 a 100 cm; os menores espaçamentos para semeadura tardia na densidade de 15 sementes por metro linear ou 30 sementes por m². A cultivar BRS Mandarin da Embrapa Pecuária Sudeste (São Carlos, SP) é dirigida aos pecuaristas e produtores de cana, com produtividade de forragem verde 10% superior às variedades brasileiras, de sementes uniformes, vida útil de quatro anos, moderada resistência ao fungo macrophomina que ataca as raízes, resistência à seca (raízes profundas), adaptada à baixa fertilidade, mas não tolera o encharcamento; necessita de alta luminosidade na formação das vagens com registros do uso em reflorestamentos mas não em SAF.

Flemíngia - *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr.

A flemíngia da família Fabaceae é originária da Ásia, sendo um arbusto perene, ereto, multicaule, tolerante à seca e ao alagamento do solo, com amplo potencial para uso em múltiplos sistemas de produção agrícola e agroflorestal, obtendo-se cobertura morta, lenha, cerca viva, sombra em SAF e alimento para animais. Dentre as características adequadas para a composição de aleias, destacam-se: parte aérea frondosa, multicaule na base e folheto de degradação lenta devido à concentração de taninos (ANDERSON et al., 2006). O emprego restrito de flemíngia no Brasil é devido à limitada disponibilidade de informações (SALMI et al., 2008). A espécie está presente em diversas partes do mundo, mas a similaridade genética dos materiais botânicos indica que os genótipos provêm do Sudeste da Ásia (MEIKE, 2006). A dormência das sementes é superada com a imersão em água quente a 90 °C e posterior resfriamento natural (SALMI et al, 2008). O crescimento lento demanda a produção de mudas

para o estabelecimento, tornando-se vigorosa e com boa rebrota em cortes a 1,0 m de altura acima do solo em intervalos de 6 a 14 semanas (SALMI et al., 2008). Cresce em solos de baixa fertilidade com moderada a alta tolerância ao sombreamento. Acumula de 3 a 12 Mg ha⁻¹ de matéria seca ao ano (www.tropicalforages) variando com o clima. A máxima taxa de crescimento ocorre 165 dias após o plantio, na primeira floração acumulando, respectivamente, 74, 5, 33, 25 e 8 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea, com percentagem de N da FBN de 76%, resultando em 57 kg ha⁻¹ de N (SALMI et al., 2013).

Paquinha – *Aeschynomene* L.

Aeschynomene L. da família Fabaceae é nodulada mesmo sob inundação, por bactérias diazotróficas como o *Bradyrhizobium*, que fotossintetizam no caule, com ocorrência natural em alagados no Pantanal mato-grossense. Herbácea anual tropical, apresenta diversidade no crescimento e na forma de plantas, sendo considerada espontânea infestante da cultura do arroz no Vale do Paraíba, onde *A. selowii* (paricá) é caracterizada como espécie perene com distribuição regular nas várzeas, florescendo entre dezembro e fevereiro, frutificando de fevereiro a março (ARANHA et al., 1980), com a germinação ocorrendo em solo fora da capacidade de campo. Há cerca de 72 tipos de *Aeschynomene* registrados no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil, dentre espécies e sub-espécies e 160 espécies no mundo, sendo 84 no continente americano. No Vale, populares relatam a toxidez das sementes para o gado, mas, o alto teor de proteína bruta, que pode superar ao da alfafa, fez com que fosse avaliada com sucesso na alimentação de bovinos na Flórida.

Bananeira BRS Conquista – *Musa* sp.

A cultivar de banana BRS Conquista, registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento como do grupo genômico AAB, subgrupo cultural Conquista; obtida de mutação natural em uma população de Thap Maeo na Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus/AM; integra o grupo com resistência de cultivar FHIA introduzido de Honduras, a partir de 1975 (LICHTEMBERG e LICHTEMBERG, 2011). A bananeira BRS Conquista é resistente à Sigatoka Negra (SN) e ao Mal do Panamá (MP). A SN é uma doença causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis* em regiões tropicais úmidas, constatada em 1998 no Amazonas na fronteira com o Peru e a Colômbia. O Mal do Panamá é causado pelo fungo de solo *Fusarium oxysporum* fsp. *cubense*, que forma clamidósporos, sobrevivendo na ausência de hospedeiros, murchando as plantas adultas na emissão dos cachos. Devido à agressividade dessas doenças, a forma mais sustentável de controle é utilizando cultivares produtivas, resistentes e estáveis. O Brasil ocupa o 5º lugar mundial em produção de bananas, com 487 mil hectares e 7,0 milhões de toneladas no ano de 2012 (FAO, 2014); 24% na região Sudeste. A validação da BRS Conquista nos estados de São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais, Santa Catarina e Amazonas, revelou características agrônomicas estáveis, como aparência, coloração, aroma e sabor agradável e proeminente, e resistência a Sigatoka negra. Os frutos; agradaram os consumidores de Campinas e atacadistas da Central do Abastecimento (CEAGESP) em São Paulo; quando maduros, adquirem casca amarelo-clara, polpa creme com equilíbrio entre açúcares/ácidos e aroma marcante, rendimento elevado em função da alta relação polpa/casca, formato do fruto que lembra a cultivar Maçã, com maior tempo de prateleira no supermercado e na mesa, reconhecido por fruticultores locais e internacionais (PEREIRA & GASPAROTTO, 2008).

Juçara – *Euterpe edulis* Mart.

Distribuição regional: Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul. Distribuição na federação: AL; BA; DF; ES; GO; MG; PB; PE; PR; RJ; RN; RS; SC; SE; SP. Domínio fitogeográfico: Cerrado, Mata Atlântica. Tipo de vegetação: Floresta Ciliar ou Galeria,

Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial). A palmeira juçara, família Arecacea, é perenifólia, ombrófila, mesófila ou levemente higrófila, climática com estratégia de regeneração agrupada. Ocorre no estrato médio da Floresta ombrófila densa; do sul da Bahia (15 °S) ao norte do Rio Grande do Sul (30 °S); com distribuição preferencial na Mata Atlântica do litoral e formações estacional decidual e semidecidual (REIS et al, 2000). Coloniza planícies quaternárias de baixadas e várzeas (LORENZI, 2002) e clareiras na mata primária, entremeada às árvores e arbustos remanescentes. O maior crescimento inicial se dá com 20 a 30% de luz solar (NAKAZONO et al, 2001), beneficiando-se com a poda nos SAF que adequa a luz para os estratos inferiores. O sistema radicular concentra-se na zona de acúmulo de serapilheira e reciclagem de nutrientes, preferindo solos argilosos. A umidade influencia o desenvolvimento inicial, a altura e o diâmetro do colo, e o número de folhas não apresenta diferença significativa entre ambientes (NOGUEIRA Jr. et al, 2003). O extrativismo predatório do palmito faz com que figure na lista de espécies em extinção na Mata Atlântica. Como alternativa, pode-se explorá-la para a obtenção da polpa dos frutos rica em antocianinas com capacidade antioxidante que a habilita como alimento nutricional.

Anexo II-4: Calendário de operações de manejo no terraço fluvial, Pindamonhangaba, SP (2015).

Ano/trimestre	2011		2012				2013				2014			
Atividade	JAS	OND	JFM	AMJ	JAS	OND	JFM	AMJ	JAS	OND	JFM	AMJ	JAS	OND
Mandioca														
Preparo do solo	X													
Plantio		X												
Adubação		X	X											
Capina		X	X											
Colheita					X									
Guandu – SAF Biodiverso														
Plantio		X												
Colheita					X									
Poda/Corte						X	X		X					
Araruta														
Plantio						X			X					
Adubação						X			X					
Capina						X	X		X	X				
Colheita									X			X		
Banana – SAF Biodiverso														
Plantio		X												
Adubação		X				X			X					
Desbrota						X	X		X					
Colheita							X	X	X	X	X			
Guanandi														
Roçada		X	X			X	X			X	X			
Desrama						X								
Arbóreas – SAF Biodiverso														
Plantio	X													
Avaliações	X				X				X				X	
Poda														X
Juçara – SAF Biodiverso														
Adubação verde			X		X	X	X		X	X	X			
Resumo de operações manuais														
Preparo do solo	X													
Plantio		X				X			X					
Adubação		X	X			X			X	X				
Roçada		X	X			X	X		X	X				
Capina		X	X			X	X		X	X				
Colheita					X	X			X	X	X			
Poda						X	X		X	X				
Formigas		X	X	X			X	X		X				
Fitossociologia	X				X				X				X	

Anexo II – 5: Relatório de imagens do experimento em terraço fluvial. Fonte: o autor.



07/2011 – Situação inicial do guanandi no inverno.



14/12/2011 - Coroamento seletivo



20/12/2011 - Guanandi em flor.



04/10/2011 – mudas de banana antes do plantio.



20/12/2011 – Plantio na entrelinha da mandioca.



20/01/2012 – Guandu e juçara.



20/01/2012 – Mandioca fechando o dossel.



20/01/2012 – Guanandi roçado.



20/01/2012 – Guanandi com frutos dispersos.



23/07/2012 – Guandu em flor e copa 2,5m



23/07/2012 – Mandioca tomba/banana emerge.



23/07/2012 – Colheita da mandioca.



14/09/2012 – Fitossoc. SAF Biodiverso.



14/09/2012 – Fitossoc. SAF Simples



14/09/2012 – Fitossoc. Guanandi.



04/07/2012 – Partição dos fotoassimilados.



13/08/2012 – Raízes da variedade IAC 6-01.



13/08/2012 – Gnocchi de mandioca.



14/08-15/09/2012 – Colheita do guandu.



02/10/2012 – Rizomas araruta selecionados.



02/10/2012 – plantio da araruta SAF Biodiverso.



02/10/2012 – plantio araruta SAF Simples.



02/10/2012 – Adubo com somposto.



23/10/2012 – Adubação da banana.



29/10/2012 - Desbrota da banana.



29/10/2012 – Juçara recebe pseudocaulis.



10/12/2012 – perfilhos da banana Conquista



10/12/2012 – Saf Biodiverso.



10/12/2012 – Araruta no Saf Simples.



10/12/2012 –Guanandi roçado.



22/01/2013 – Após a desrama do guandu.



18/02/2013 – SAF Biodiverso.



27/02/2013 – Araruta SAF Simples.



18/02/2013 – Braquiária semente.



27/06/2013 – Araruta perene SAF Simples.



27/06/2013 – Colheita araruta SAF Biodiverso.



28/06/2013 – Rizomas de araruta.



27/06/2013 – Pesagem de rizomas.



27/06/2013 – Parte aérea da araruta.



27/06/2013 – Juçara coberta.



03/07/2013 – Guanandi.



20/07/2013 - manjar araruta



03/09/2013 – Plantio de araruta c/ mulch.



28/06/2013 – Bananeira em produção.



28/06/2013 – Morcego dispersor do guanandi.



31/10/2013 – Guanandi+braquiária.



2014 - Desbaste do guanandi.



2014 – Partição de lenha e toretas de guanandi.



2014 – Copa do capixingui.



2014 – Poda do capixingui .



2014 - Poda de imbirussú e capixingui ao fundo.



2015. Madeira de guanandi descascada ao fundo lenha.



2015. Mesa com pés de guanandi torneados.

Anexo III-1: Densidade populacional do guanandi, culturas alimentares e espécies florestais, em SAF Simples e SAF Biodiverso, em várzea (2011)

Nome científico	SAF Simples	SAF Biodiverso
	plantas ha ⁻¹	
<i>Calophyllum brasiliense</i>	1111	1111
<i>Artemisia annua</i>	10000	10000
<i>Colocasia esculenta</i>	11111	11111
<i>Sesbania herbacea</i>	2222	2222
<i>Flemingia macrophylla</i>	12962	-
<i>Musa spp.</i>	-	833
<i>Euterpe edulis</i>	-	1944
<i>Sesbania virgata</i>	-	3777
<i>Bixa orellana</i>	-	138
<i>Schinus terebinthifolius</i>	-	138
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	-	92
<i>Anadenanthera colubrina</i>	-	92
<i>Inga vera</i>	-	92
<i>Erythrina mulungu</i>	-	92
<i>Joannesia princeps</i>	-	92
<i>Schizolobium parahyba</i>	-	92
<i>Ceiba speciosa</i>	-	92
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	-	92
<i>Cytarexylum myrianthun</i>	-	92
<i>Handroanthus umbellatus</i>	-	46
<i>Magnolia ovata</i>	-	46
Total de arbóreas	-	4973
Arbóreas + Juçara	-	6917
Arbóreas + Juçara + Guanandi	1111	8028

Anexo III-2: Calendário de operações de manejo no várzea, Pindamonhangaba (2015)

Ano/trimestre	2011		2012				2013				2014			
Atividade	JAS	OND	JFM	AMJ	JAS	OND	JFM	AMJ	JAS	OND	JFM	AMJ	JAS	OND
Guanandi														
Roçada		X	X			X	X			X	X			
Desrama										X				
Artemísia														
Preparo do solo	X													
Plantio	X													
Adubação	X	X												
Capina	X	X												
Colheita				X										
Paquinha – SAF Simples														
Mudas	X													
Plantio	X													
Corte				X										
Colheita				X										
Flemíngia – SAF Simples														
Mudas					X	X								
Plantio							X			X				
Poda										X	X			
Taro														
Plantio						X			X					
Adubação						X	X		X					
Capina						X	X		X	X				
Colheita								X						
Sesbânia – SAF Biodiverso														
Plantio	X													
Colheita							X							
Poda							X							
Banana – SAF Biodiverso														
Plantio	X	X												
Adubação	X	X				X				X				
Desbrota							X			X				
Colheita										X	X			
Juçara – SAF Biodiverso														
Plantio		X												
Adubação verde		X	X			X	X			X				
Arbóreas – SAF Biodiverso														
Plantio	X													
Avaliações	X				X				X				X	
Poda														X
Resumo de operações manuais														
Preparo do solo	X													
Plantio	X	X				X	X		X					
Adubação	X	X				X	X		X	X				
Roçada		X	X			X	X			X	X			
Capina	X	X				X	X		X	X				
Colheita				X			X	X		X	X			
Formigas		X	X	X		X	X			X				
Fitossociologia	X				X			X					X	

Anexo III – 3: Relatório de imagens do experimento em terraço fluvial



2006 - Preparo do solo para o plantio do guanandi. Fonte: Fazenda Coruputuba.



20/09/2011 – Preparo do solo localizado.



05/10/2011 – mudas de artemísia e banana



05/10/2011 – nódulos em Paquinha.



09/12/2011 - Plantio artemísia.



19/03/2012 – ponto de colheita da artemísia



19/03/2012 – secagem da artemísia



11/04/2012 – Oficina Ambitec-Agro



18/04/2012 – Avaliação guanandi.



18/04/2012 – rara frutificação.



09/05/2012 – Blocos7e8 Guanandi+capim arroz.



09/05/2012 – Blocos1a6 Guanandi/braquiária.



09/05/2012 – Paquinha fim do ciclo.



14/09/2012 - Preparo do solo SAF Simples.



20/09/2012 – rizoma-semente de taro.



20/09/2012 – plantio de taro SAF Biodiverso



15/10/2012 – SAF Biodiverso.



26/10/2012 – mudas de flemíngia.



06/11/2012 – SAF Simples com taro.



2013 - Avaliação do guanandi.



17/01/2013 – SAF Biodiverso inundado.



17/01/2013 – SAF Simples taro+flemíngia.



2013 – Partição em uma planta de taro.SAF Simples



2013 – Inhame no pont de colheita SAF Simples



2013 – Produção experimental total de inhame em SAF.



29/08/2013 – mudas de dedo e cabeça. Segundo ciclo.



03/09/2013 – banana entra em produção.



10/12/2013 – plantio de flemíngia SAF Simples.



10/12/2013 – Guanandi solteiro.



2014 – SAF Simples no início da seca.



2014 – SAF Biodiverso no início da seca.



03/09/2013 – SAF Biodiverso para taro.



03/09/2013 – SAF Simples com flemingia.



10/01/2014 – taro abaixo da flemingia.



10/01/2014 – situação do SAF Biodiverso.



10/01/2014 – situação do SAF Biodiverso.



10/01/2014 – início colheita banana.



20/01/2014 – SAF Biodiversos



20/01/2014- taro com queima por sol



20/01/2014 – Guanandi depois de roçado.



20/01/2014 – SAF Biodiverso com inhame na seca.



2014 - Poda de pau-viola



2014 - Poda de pau-viola



2014 - SAF Biodiverso após a poda das árvores.



2014 - Aporte de resíduos orgânicos para a juçara.



2014 - Poda da flemíngia em SAF Simples com taro.



2014 - Pesagem da flemíngia em SAF Simples.



2014 - Avaliação da poda de sesbânia em SAF Biodiverso.