

Sistemas agroflorestais: restauração ambiental e produção no âmbito da Floresta Ombrófila Mista



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 276

Sistemas agroflorestais: restauração ambiental e produção no âmbito da Floresta Ombrófila Mista

Maria Izabel Radomski
André Eduardo Biscaia de Lacerda
Betina Kellermann

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2014

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,

83411-000, Colombo, PR - Brasil

Caixa Postal: 319

Fone/Fax: (41) 3675-5600

www.embrapa.br/florestas

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida

Membros: Alvaro Figueredo dos Santos, Claudia Maria Branco de Freitas Maia, Elenice Fritzsos, Guilherme Schnell e Schuhl, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Penteado

Supervisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos

Revisão de texto: Patrícia Póvoa de Mattos

Normalização bibliográfica: Francisca Rasche

Editoração eletrônica: Rafeale Crisostomo Pereira

Ficha catalográfica: Elizabeth D. Roskamp Câmara

Fotos da capa: Maria Izabel Radomski

1ª edição

Versão eletrônica (2014)

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Florestas

Radomski, Maria Izabel.

Sistemas agroflorestais : restauração ambiental e produção no âmbito da Floresta Ombrófila Mista [recurso eletrônico] / Maria Izabel Radomski, André Eduardo Biscaia de Lacerda, Betina Kellermann - Dados eletrônicos. - Colombo : Embrapa Florestas, 2014.
47 p. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958 ; 276)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221> >

Título da página da web (acesso em: 12 março 2015).

1. Agrofloresta. 2. Recuperação ambiental. 3. Produção florestal. 4. Araucária.
5. Bracatinga. 6. Mate. 7. Fruta. 8. Reserva Legal. I. Lacerda, André Eduardo Biscaia de. II. Kellermann, Betina. III. Título. IV. Série.

CDD 634.99 (21. ed.)

Autores

Maria Izabel Radomski

Engenheira-agrônoma, Doutora,
Pesquisadora da Embrapa Florestas,
maria.radomski@embrapa.br

André Eduardo Biscaia de Lacerda

Engenheiro florestal, Doutor,
Pesquisador da Embrapa Florestas,
andre.biscaia@embrapa.br

Betina Kellermann

Bióloga, Mestre,
kdbetina@hotmail.com

Apresentação

Os atuais modelos agrícolas baseiam-se, em sua maioria, na produção monocultural e altamente demandadora de insumos industriais. Os Sistemas Agroflorestais (SAF) buscam na diversificação, o aumento da produtividade por área, a conservação dos recursos naturais e a produção de alimentos mais saudáveis.

Diversas experiências bem sucedidas têm sido relatadas sobre o uso de SAF para restauração ambiental e geração de renda, particularmente nos ecossistemas de regiões tropicais.

Este documento tem por objetivo relatar o desenvolvimento e implantação de diferentes modelos de SAF com base em espécies da Floresta Ombrófila Mista, uma formação vegetal da região subtropical brasileira, com aspectos climáticos, edáficos e de flora bastante particulares. São apresentados os modelos e discutidos resultados preliminares, dificuldades enfrentadas e perspectivas futuras.

Pretende-se com este trabalho o desenvolvimento e o fomento da produção agroflorestal, por meio de produtos madeiráveis e não madeiráveis que venham a contribuir para a sustentabilidade ambiental e socioeconômica do meio rural, em particular das pequenas e médias propriedades rurais, normalmente à margem dos processos de desenvolvimento econômico vinculados ao agronegócio de grande escala.

Sergio Gaiad
Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Florestas

Sumário

1. Introdução	9
2. Metodologia.....	14
3. Resultados preliminares	29
3.1. Problemas enfrentados.....	29
3.2. Avaliação inicial do crescimento	33
4. Considerações finais	42
Agradecimentos	44
Referências	44

Sistemas agroflorestais: restauração ambiental e produção no âmbito da Floresta Ombrófila Mista

Maria Izabel Radomski

André Eduardo Biscaia de Lacerda

Betina Kellermann

1. Introdução

Os modelos agrícolas que predominam na atualidade caracterizam-se por sistemas padronizados e simplificados de monocultura e justificam-se pelo aumento da demanda por alimentos e a evolução tecnológica na produção. Com a expansão da fronteira agrícola, o manejo mecanizado do solo e o uso de agroquímicos e da irrigação, as atividades agrícolas, pecuárias e florestais passaram a ser realizadas de maneira intensificada, independente e dissociada. Apesar do seu predomínio, esse modelo de produção apresenta sinais de saturação, em virtude da elevada demanda por energia e recursos naturais. É o que se tem constatado em áreas de agricultura e pastagem, onde o monocultivo e as práticas culturais inadequadas têm causado perda de produtividade, ocorrência de pragas e doenças, e a degradação do solo (BALBINO et al., 2011; MACEDO, 2009).

O termo Agrofloresta, ou Sistema Agroflorestal (SAF) é empregado para definir sistemas de uso da terra que envolvem associações de cultivos agrícolas, hortícolas e forrageiros com espécies florestais perenes ou semi-perenes, cultivados sobre

uma mesma unidade de terra, em rotação ou simultaneamente (RAMACHANDRAN NAIR, 1984). Esta forma de uso da terra tem dois objetivos principais: a produtividade, relacionada à diversificação da produção e às múltiplas saídas do sistema, visando à geração de renda; e a sustentabilidade ambiental, que implica no uso adequado dos recursos naturais por meio do aproveitamento das relações ecológicas benéficas existentes entre os diferentes componentes deste agroecossistema.

Os Sistemas Agroflorestais compreendem uma série de modalidades e podem ser classificados de acordo com sua estrutura no espaço, seu desenho ao longo do tempo, a importância relativa e a função dos diferentes componentes, bem como com os objetivos da produção e suas características sociais e econômicas. Sistemas de arborização de pastagens e cultivos semi-perenes e perenes têm sido algumas das modalidades mais praticadas de SAF. O sistema Taungya, o “cabruca” de cacau sombreado, os cafezais sombreados orgânicos, e os sistemas silvipastoris se encaixam nesta categoria (MAY; TROVATTO, 2008).

O SAF sucessional ou dinâmico é uma modalidade que se caracteriza pela composição do sistema em multiestratos, implantados e manejados no sentido de “imitar” a dinâmica da sucessão ecológica do ponto de vista de restauração de uma floresta nativa (VIVAN, 1995). São sistemas extremamente complexos, tanto no sentido da composição quanto do manejo, e também visam à segurança alimentar e à geração de renda familiar, pois incluem o cultivo de espécies econômicas dentro da floresta. Do ponto de vista ambiental, os sistemas agroflorestais sucessionais podem desempenhar papéis similares aos de uma floresta natural. Obviamente estes papéis são restritos ao nível de complexidade que a composição, estrutura e manejo do SAF permitem, no sentido de compatibilizar a conservação ambiental com a produção de alimentos e uso dos diferentes recursos da floresta.

Diferentes estratégias podem ser adotadas para definir o desenho e a dinâmica de um sistema agroflorestal, de modo que ele desempenhe ao máximo as funções de um ecossistema natural. Um dos pressupostos é a observação e o entendimento dos processos e interações ecológicas que se estabelecem nas florestas naturais, de modo a se privilegiar os efeitos benéficos da associação de árvores aos cultivos – melhoria da fertilidade do solo e do microclima; manutenção da qualidade da água; controle de pragas e doenças; conservação da biodiversidade; sequestro de carbono; melhoria da segurança alimentar e diminuição da pobreza pela oferta de maior diversidade de produtos (BATISH et al., 2008).

O enquadramento das espécies – pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax (BUDOWSKI, 1965), é uma das principais ferramentas para a composição do sistema, em que informações adicionais como forma e crescimento da copa e longevidade das espécies são valorizadas para permitir um melhor planejamento e a condução do sistema ao longo do tempo (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006). O conceito de “nicho” também é relevante e relaciona-se com a ocupação diferenciada da paisagem pelas espécies vegetais, incluindo preferências por fatores como a luminosidade (p.e., a dinâmica de ocupação de bordas e clareiras), a fertilidade e o regime hídrico dos solos e que implicam na existência e/ou permanência de uma espécie em um determinado sítio (BRUNIG; SANDER, 1983).

É importante destacar o papel dos SAF na formação da matéria orgânica do solo e na consequente disponibilidade de nutrientes para a manutenção da produtividade do sistema – a princípio, quanto mais diversa a composição florística de um SAF maior a possibilidade de absorção, acúmulo e preservação de nutrientes nas frações húmicas. Entretanto, a natureza química da matéria orgânica varia em função das espécies e das características edáficas do sítio, ou seja, sítios pobres podem dar origem

à matéria orgânica com menor disponibilidade de nutrientes (BRUNIG; SANDER, 1983).

Outro conceito relevante na condução dos SAF é o da alelopatia. Este termo se refere a um tipo de interação química controlada onde determinadas espécies “injetam” compostos químicos (aleloquímicos) no ambiente, os quais são inibidores do crescimento de outras plantas que se desenvolvem na vizinhança. Apesar de ser considerado um efeito negativo, a alelopatia pode ser benéfica, dependendo dos compostos químicos envolvidos e das espécies afetadas. Os aleloquímicos são compostos naturais e por isso são biodegradáveis. Seu uso no controle de espécies invasoras é uma alternativa à necessidade de agrotóxicos cuja utilização traz graves consequências para a saúde humana e do ambiente. Portanto, a observação de interações alelopáticas torna-se uma importante ferramenta no desenho de SAF, pois pode influenciar a sucessão, a dinâmica e a estrutura de uma comunidade vegetal, bem como a produção dos cultivos associados (BATISH et al., 2008).

No caso da Floresta Ombrófila Mista, observações de campo sugerem que algumas espécies clímax da família Myrtaceae, comuns no sub-bosque das Florestas com Araucária, se utilizam da alelopatia como estratégia para inibir a competição por vizinhança e assegurar uma condição satisfatória de luminosidade para induzir os processos de floração e frutificação e, assim, garantir a reprodução da espécie. Em áreas com jaboticaba (*Myrcia trunciflora*), guabiroba (*Campomanesia* spp) e pitanga (*Eugenia uniflora*) ocorre uma grande deposição de folhedo no solo ao redor destas espécies e a ausência de crescimento de outras plantas. De acordo com a literatura, espécies da família Myrtaceae se caracterizam pela produção de compostos fenólicos nas folhas e ramos (FRANZON, 2004), os quais podem ser responsáveis por este provável efeito alelopático (BATISH et al., 2008).

Considerando as interações ecológicas e a sua complexidade, os SAFs podem, inclusive, gerar uma série de serviços ambientais (RAMACHANDRAN NAIR, 2011), quando comparados a agroecossistemas menos complexos, como os monocultivos em geral. Diversos trabalhos têm sido realizados no sentido de avaliar estes serviços, que vão desde a melhoria da polinização e proteção de cultivos contra predadores (BOREAU et al., 2013; CLASSEN et al., 2014) à mitigação de gases de efeito estufa por meio do sequestro de carbono (RAMACHANDRAN NAIR et al., 2009).

O uso de sistemas produtivos multi-espécie aliados à recuperação de áreas degradadas propicia a integração de conceitos ecológicos com o incremento da renda de produtores rurais em curto, médio e longo prazos, e fortalecem a segurança alimentar na agricultura familiar. Também integram conceitos de produção diversificada, incluindo a produção florestal, com seus respectivos produtos madeiráveis e não madeiráveis, aliada ao plantio de espécies tradicionalmente cultivadas pelos agricultores, com os conceitos de restauração e conservação ambiental.

Em função da sua complexidade, os processos e mecanismos de regulação dos Sistemas Agroflorestais são diversos e variados, e devem ser estudados simultaneamente e continuamente por um longo período de tempo para que o sistema possa ser compreendido em sua totalidade (RAMACHANDRAN NAIR, 1984).

As experiências com SAF sucessionais no Brasil são, de forma geral, relevantes, mas ainda incipientes – é o caso dos SAF multiestrata da Floresta Ombrófila Densa, na região cacaueteira da Bahia e no Vale do Ribeira de São Paulo (MAY; TROVATTO, 2008; STEENBOCK et al, 2013), e o SAFRA – Sistema Regenerativo Análogo, na Floresta Ombrófila Mista da região centro-sul do Paraná, onde a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é cultivada como componente de um SAF dinâmico e

biodiversificado, tendo na bracatinga comum (*Mimosa scabrella*) e na araucária (*Araucaria angustifolia*) componentes base deste consórcio (CHAIMSOHN; SOUZA, 2013; MAROCHI et al., 1994; SANTOS, 2009). As práticas têm demonstrado que o SAF sucessional é capaz de associar a produção com a conservação florestal, o que o torna também um modelo para restauração de áreas degradadas e de reserva legal. Estes são fatores de relevante importância em especial no âmbito da Floresta Ombrófila Mista (FOM), considerada uma das formações vegetais mais ameaçadas em função do avanço constante das atividades agropecuárias sobre os remanescentes florestais (CASTELLA; BRITZ, 2004; MEDEIROS et al., 2005).

Desta forma, o desenvolvimento e o fomento da produção agroflorestal, por meio dos produtos madeiráveis e não madeiráveis, contribuem para a sustentabilidade ambiental e socioeconômica do meio rural, em particular das pequenas e médias propriedades rurais, normalmente à margem dos processos de desenvolvimento econômico vinculados ao agronegócio de grande escala. Neste sentido, a FOM apresenta uma variedade de espécies potenciais para uso em SAF (CORADIN et al., 2011) os quais podem garantir, além da própria conservação destes recursos nativos, uma produção mais diversa e rentável, em particular para as propriedades familiares.

Esta publicação relata a implantação de modelos de SAF desenvolvidos a partir de espécies da FOM, e cujo objetivo é aperfeiçoar processos de restauração ambiental e propiciar renda por meio do uso de recursos nativos múltiplos.

2. Metodologia

Os SAF foram desenhados com o objetivo de restauração de uma área degradada por uso intensivo com agricultura. Esta área está localizada na Estação Experimental da Embrapa (EEEmbrapa), no Município de Caçador, SC (Figura 1).



Figura 1. Perímetro da Estação Experimental da Embrapa em Caçador, SC, e delimitação da área destinada à restauração. Fonte: Laboratório de Monitoramento Ambiental da Embrapa Florestas.

A área utilizada para implantação destes modelos será aqui denominada de “roça”, e contempla aproximadamente 12 ha, cujo uso até o ano de 2010 era agricultura, em sistema de plantio direto (rotação milho/soja no verão; azevém e ervilhaca no inverno).

Após seu abandono, a roça foi ocupada por vegetação espontânea caracterizada, no período do verão, por espécies de folha larga, como buva (*Erigeron bonariensis*), picão-preto (*Bidens pilosa*), picão-branco (*Galinsoga parviflora*), cardo-santo (*Silybum marianum*), guanxuma (*Sida rhombifolia*) e vassourinhas (*Bacharis* spp), e em menor quantidade por gramíneas, e no inverno pela cobertura de azevém e ervilhaca, espécies utilizadas para adubação verde.

A roça apresenta relevo desuniforme, variando de suave ondulado a ondulado, com presença de três classes de solo (Figura 2):

- NBd1: NITOSSOLO BRUNO Distroferrico típico, textura argilosa, fase relevo plano ou suave ondulado;
- NBd2: NITOSSOLO BRUNO Distroferrico típico, textura argilosa, fase relevo ondulado;
- CXbd1: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura muito argilosa, fase pedregosa relevo ondulado.

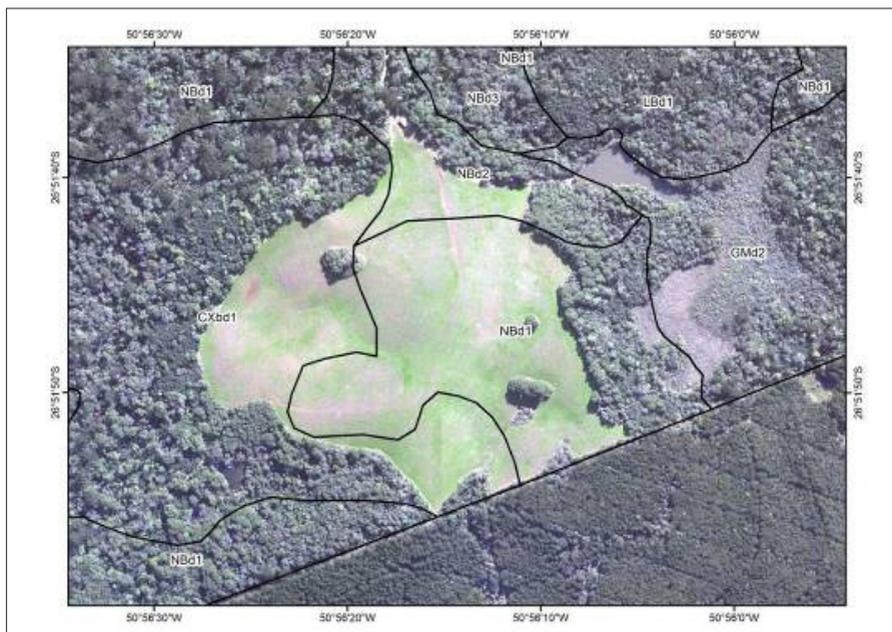


Figura 2. Distribuição das diferentes classes de solo na área da “roça”. Estação Experimental da Embrapa em Caçador, SC, 2011. Fonte: Laboratório de Monitoramento Ambiental da Embrapa Florestas.

Nas tradagens efetuadas ao longo da área foi possível detectar a formação de camada de compactação entre as profundidades de 20 cm a 30 cm. Este efeito é devido ao uso anterior de maquinário agrícola associado à textura argilosa, o que compromete tanto a infiltração de água no solo, quanto o desenvolvimento radicular de algumas espécies que não apresentam sistema pivotante capaz de ultrapassar a camada compactada. Nas áreas de Cambissolo também se identificou a presença de pedregosidade (Figura 3).

Foto: Maria Izabel Radomski



Figura 3. Presença de pedregosidade na área de Cambissolo.

Outra limitação encontrada é a baixa fertilidade natural dos solos, com baixos teores de fósforo e de matéria orgânica para todas as classes de solo. (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica das áreas de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico (CXbd1).

Identificação	pH		cmol dm ⁻³			g kg ⁻¹			mg dm ⁻³		%	
	CaCl ₂	K	Ca	Mg	Ca + Mg	Al	H*Al	C.O	P	Areia	Argila	Silte
Ap 0-20	3,65	0,18	0,18	0,00	0,18	4,88	24,31	30,24	1,05	3,2	68,5	28,3
Bw 80-100	4,10	0,09	0,05	0,00	0,05	1,55	10,14	8,01	1,31	2,1	77,2	20,7

Tabela 2. Caracterização química e granulométrica das áreas de NITOSSOLO BRUNO Distrófico típico (NBd1 e NBd2).

Identificação	pH		cmol dm ⁻³			g kg ⁻¹			mg dm ⁻³		%	
	CaCl ₂	K	Ca	Mg	Ca + Mg	Al	H*Al	C.O	P	Areia	Argila	Silte
Ap 0-20	4,39	0,23	4,15	1,19	5,34	1,67	11,89	30,45	1,57	14,9	54,0	31,1
Bt ₁ 30-50	4,24	0,07	1,56	0,23	1,79	3,45	12,87	17,80	1,59	11,2	64,0	24,8
Bt ₂ 60-80	4,29	0,04	0,48	0,04	0,51	2,43	11,68	10,52	0,31	8,0	68,0	24,0

Para implantação dos modelos, foram adotados os seguintes procedimentos:

- Preparo do solo: roçada da vegetação com trator, e abertura de linhas de plantio com escarificador (Figura 4);
- Uso de hidrogel na cova e irrigação das mudas nos períodos de estiagem (verões 2011/12; 2012/13);
- Início dos plantios em setembro de 2011, com replantios até início de 2014 em virtude de seca, geadas severas e ataque de formigas;
- Adubação de plantio na erva-mate e de cobertura na bracatinga e araucária;
- Controle de formiga com iscas químicas;
- Capina na área da coroa;
- Roçada de manutenção nas entrelinhas dos plantios.

Foto: Maria Izabel Redomski



Figura 4. Aspecto de área preparada para o plantio.

A estratégia adotada para definir o desenho e a dinâmica dos SAFs foi a maximização das funções ecossistêmicas aliada à complementariedade e diversidade econômica da propriedade rural. Assim, os processos e interações ecológicas que se estabelecem nas florestas naturais foram representados por espécies-chave¹ neste caso, a bracatinga-comum e a araucária.

Para o desenho dos sistemas também foram considerados os sistemas de produção/lavouras predominantes nas propriedades, de modo que se pudesse conciliar a atividade agrícola com o plantio de árvores (sistemas silviagrícolas), além da citação pelos agricultores de espécies não madeireiras nativas, em particular a erva-mate, fruteiras e medicinais, que também poderiam compor estes sistemas (Tabela 3).

Foram desenvolvidos e implantados sete SAF, contemplando diferentes arranjos da araucária e bracatinga comum, e tempos de introdução de espécies (T1, T2) respeitando os processos de sucessão ecológica. O T1 compreende aqueles SAF onde inicialmente foram efetuados cultivos de soja e milho em rotação, no verão. Estes cultivos vêm sendo mantidos atualmente apenas em parte dos SAF. O T2 indica o momento de introdução da erva-mate, espécie que naturalmente ocorre em estágios mais avançados da sucessão (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006).

Para adubação verde e manutenção da cobertura do solo mantêm-se durante o inverno o azevém e a ervilhaca remanescentes de cultivos anteriores e que ressemeiam naturalmente em toda a extensão da roça ocupada pelos SAF.

¹Uma espécie-chave é aquela que desempenha um papel crítico na manutenção da estrutura de uma comunidade ecológica e cujo impacto é maior do que seria esperado com base na sua abundância relativa ou biomassa total. Essas espécies afetam muitos outros organismos em um ecossistema e ajudam a determinar os tipos e números de várias outras espécies em uma comunidade (POWER et al., 1996)

Os SAF foram distribuídos na área da roça em função do relevo. Cada modelo foi alocado em módulos de no mínimo 1 ha cada, com “N” repetições das espécies-chave – bracatinga e araucária, possibilitando a comparação do seu desempenho dentro e entre sistemas. Também foram delimitadas duas áreas, uma denominada de testemunha, onde não foi efetuada nenhuma intervenção e cuja recuperação vem sendo acompanhada por meio da avaliação da regeneração natural, e outra onde se mantém apenas o cultivo em plantio direto de culturas de verão (Figura 5).

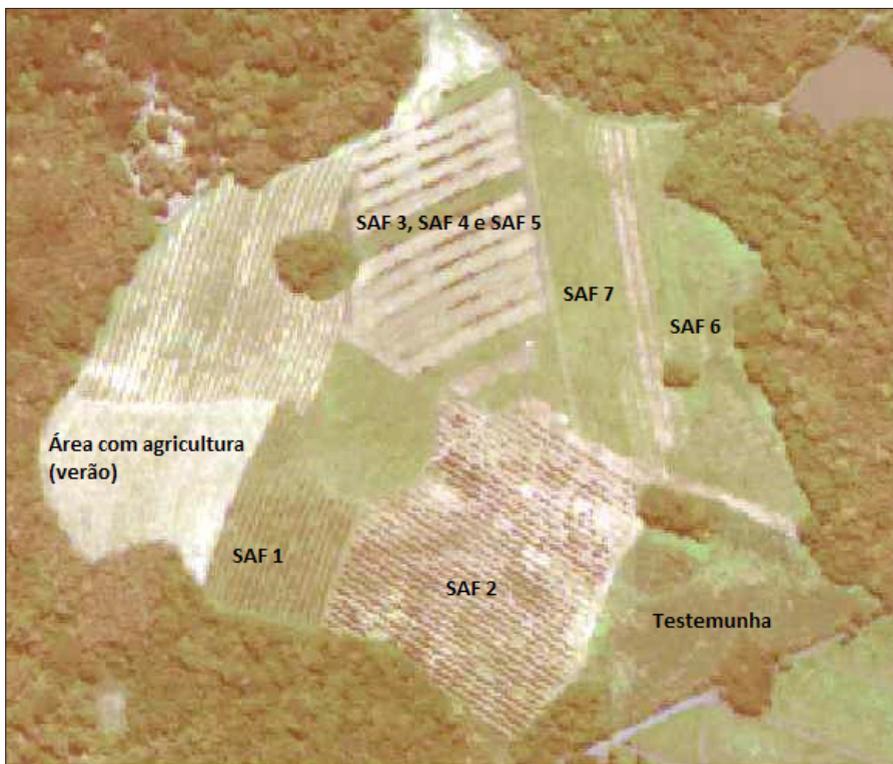


Figura 5. Distribuição dos SAF na área da roça. Imagem World View, EEmbrapa Caçador, SC, 2014. Fonte: Laboratório de Monitoramento Ambiental da Embrapa Florestas.

A seguir são descritos os sete modelos implantados na roça, com as principais espécies que os compõem atualmente. Para melhor compreensão dos arranjos, foram efetuados desenhos esquemáticos, cuja legenda se encontra a seguir (Figura 6).

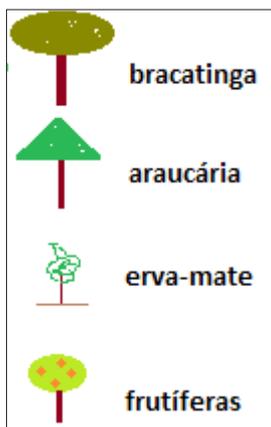


Figura 6. Legenda das principais espécies arbóreas utilizadas nos SAFs.

SAF1: bracatinga + araucária + (T1 = agricultura; T2 = erva-mate)

Neste SAF foi utilizado o espaçamento de 6,0 m x 3,0 m para a araucária e 6,0 m x 1,5 m para a bracatinga (Figura 7). A densidade da araucária neste modelo é de 555 árvores por hectare e de bracatinga 1.111 árvores por hectare. No primeiro ano após a implantação (verão de 2012/13) as entrelinhas foram ocupadas com agricultura (T1). Em 2014 foi realizada a poda da bracatinga, com o objetivo tanto de melhoria da qualidade do fuste destas árvores para produção de madeira sólida, quando para o favorecimento da entrada de luz nas entrelinhas com araucária. Um primeiro raleio nas linhas de bracatinga está programado para 2015, e será feito de forma sistemática, quando então se dará a introdução da erva-mate (T2) nos espaços remanescentes.

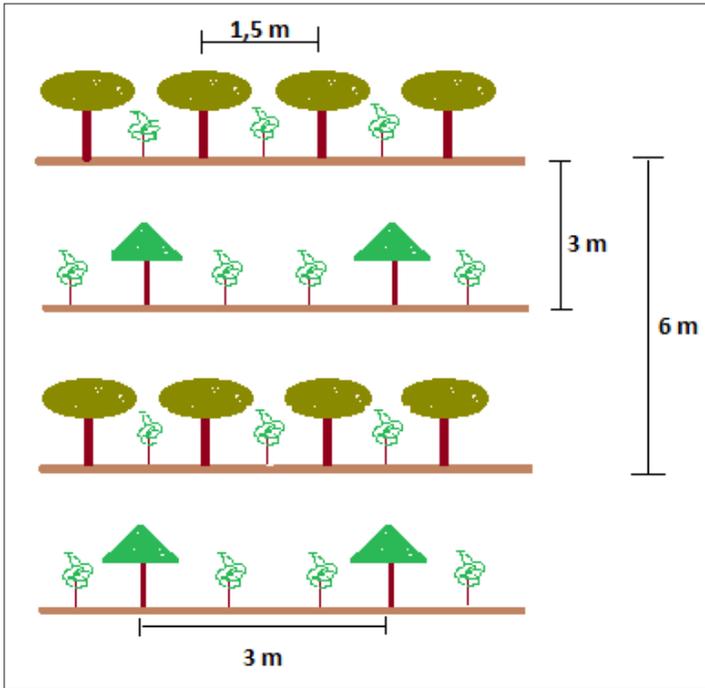


Figura 7. Desenho esquemático do SAF araucária + bracatinga + erva-mate.

SAF2: bracatinga + (T1 = agricultura ; T2 = erva-mate)

Neste modelo o espaçamento utilizado para a bracatinga foi de 6,0 m x 1,5 m, resultando em uma densidade de 1111 árvores por hectare. Nos verões 2012/13 e 2013/14 foi efetuado o cultivo intercalar de soja e milho, respectivamente (T1 = agricultura). Em 2014 (T2) iniciou-se o plantio de erva-mate entre e nas linhas de bracatinga, em espaçamento de 3,0 m x 1,5 m (Figura 8).

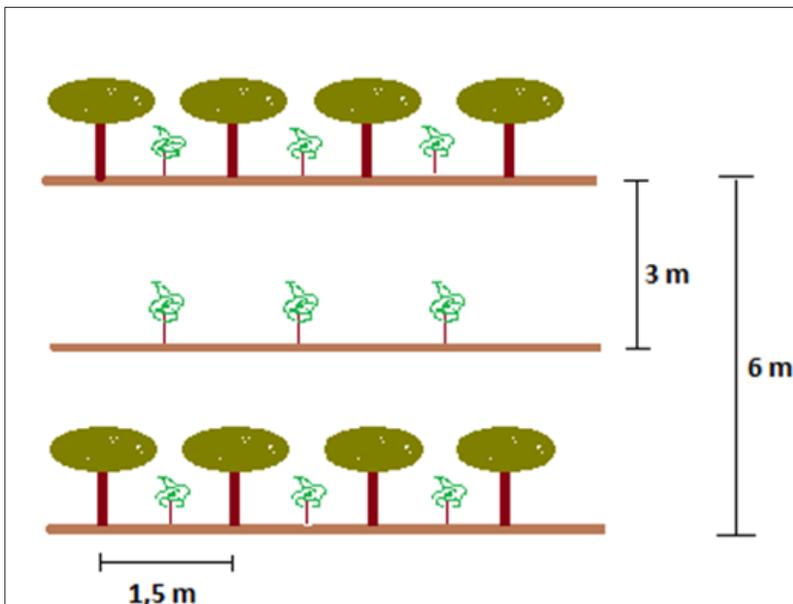


Figura 8. Desenho esquemático do SAF bracatinga + erva-mate.

SAF3, SAF 4 e SAF 5: Renques de araucária e bracatinga

Foram estabelecidos 16 renques compostos pelo plantio de araucária (em espaçamento de 16,0 m x 3,0 m – SAF 3), araucária e bracatinga (em espaçamento de 16 m x 1,5 m – SAF 4), e bracatinga (em espaçamento de 16,0 m x 1,5 m – SAF 5) (Figuras 9, 10 e 11).

Entre quatro destes renques foram estabelecidas áreas de cultivo de seleções de duas frutíferas nativas selecionadas – a goiaba-serrana (*Acca sellowiana*) e o araçá (*Psidium catleyanum*).

O material de goiaba é proveniente de cruzamentos e seleções, efetuados pela UFSC em parceria com agricultores do Município de Ipê, RS. O material foi cedido para testes de adaptação em Caçador, já que a espécie ocorre naturalmente na região. O plantio da goiaba foi efetuado em fevereiro de 2012, em três blocos dispostos nos terços superior, médio e inferior da área dos renques.

Para o araçá foram obtidas mudas de duas cultivares de araçazeiro, uma de película amarela, "Yacy", e outra de película vermelha, "Irapuã", provenientes de trabalho de melhoramento da Embrapa Clima Temperado. Estas mudas foram plantadas entre dois renques do terço inferior, em novembro de 2013.

Entre os demais renques continua o cultivo em plantio direto, de soja e milho em rotação, no verão, e a manutenção do azevém e da ervilhaca no inverno, para manutenção da cobertura do solo.

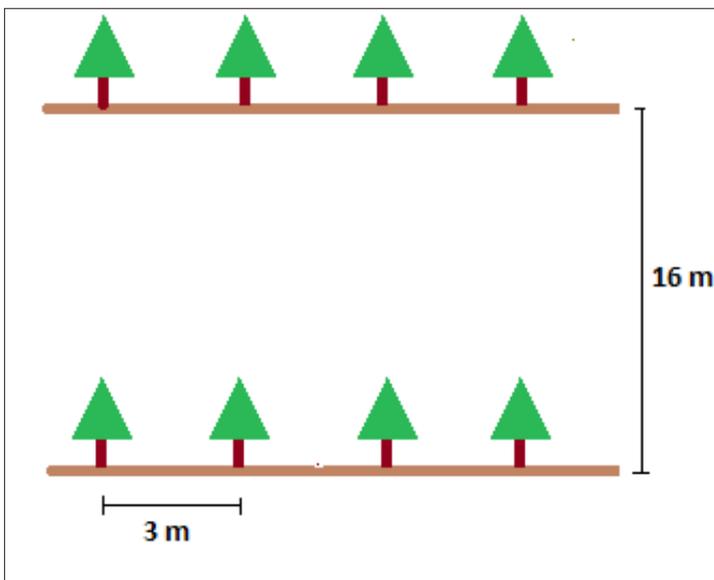


Figura 9. Desenho esquemático do SAF 3 - Renque de araucária.

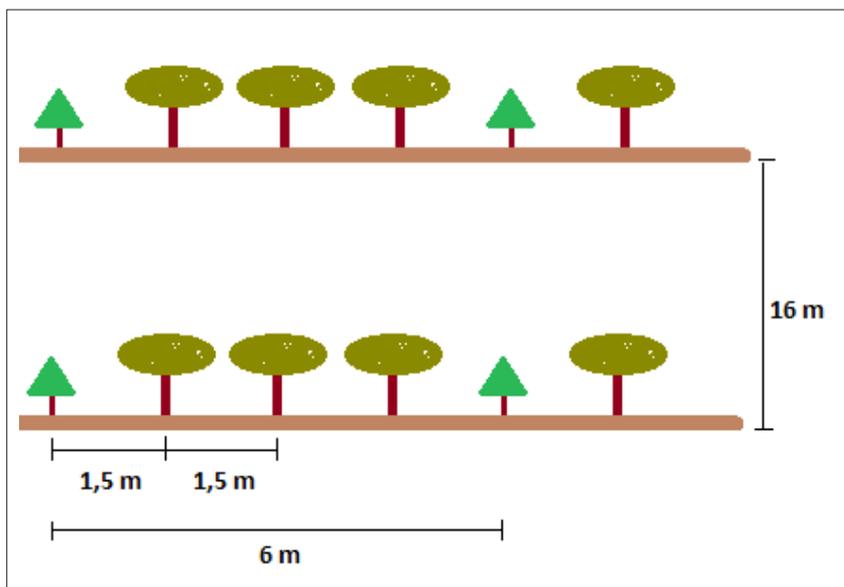


Figura 10. Desenho esquemático do SAF 4 - renque de arauária + bracatinga.

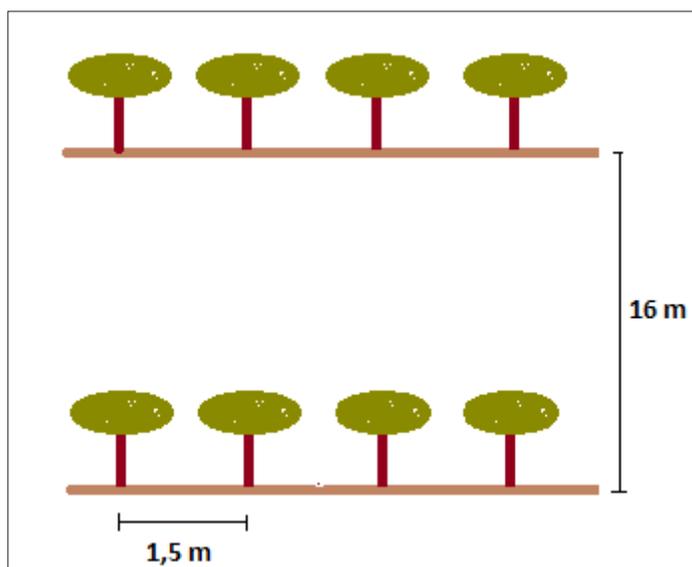


Figura 11. Desenho esquemático do SAF 5 - renque de bracatinga.

SAF6 e SAF 7: araucária + bracatinga de campo mourão

Estes modelos baseiam-se no plantio da araucária em espaçamento de 6,0 m x 9,0 m, resultando em uma densidade de 185 árvores de araucária por hectare. Neste SAF também se efetuou o cultivo intercalar de soja e milho, em 2012/13 e 2013/14, respectivamente. Em função do crescimento mais lento da araucária, definiu-se pelo plantio consorciado da bracatinga de campo mourão, uma espécie leguminosa, semi-perene e de rápido crescimento, utilizada para restauração de áreas degradadas (CARVALHO, 2002). A bracatinga-de-campo-mourão foi plantada junto às mudas de araucária por meio de semeadeira do tipo “matraca”, ajustada para o menor tamanho das sementes. Em metade da área foi introduzido um “mix” de frutíferas nativas plantadas de forma alternada, também em espaçamento de 6,0 m x 9,0 m; na outra metade será introduzida, em 2015, a erva-mate em espaçamento de 2,0 m x 6,0 m (Figuras 12 e 13).

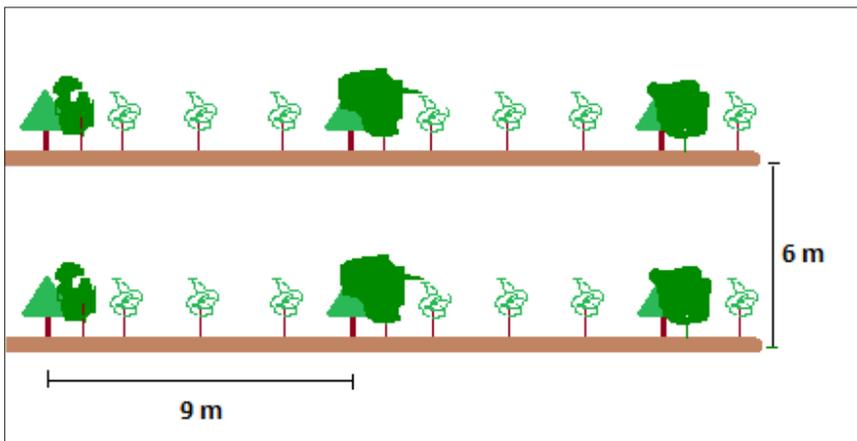


Figura 12. Desenho esquemático do SAF araucária + bracatinga de campo mourão + erva-mate

SAF7: araucária + bracatinga de campo mourão + frutíferas nativas

Este modelo baseia-se no plantio da araucária e bracatinga de campo mourão em espaçamento de 6,0 m x 9,0 m para a araucária, com a sementeira direta de bracatinga de campo-mourão junto às mudas de araucária. Para as frutíferas também se utilizou do mesmo espaçamento da araucária, de forma intercalar na linha.

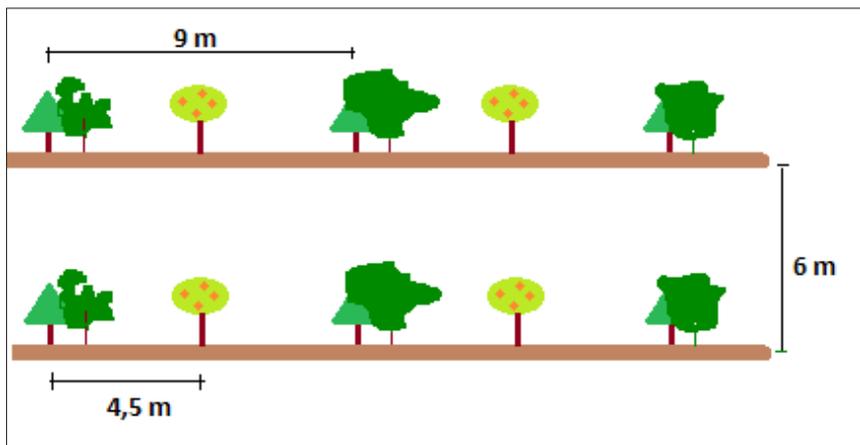


Figura 13. Desenho esquemático do SAF araucária + bracatinga de campo mourão + frutíferas.

3. Resultados preliminares

3.1. Problemas enfrentados

O estabelecimento de mudas no campo, sua sobrevivência e o crescimento inicial são fortemente influenciados pelas condições edafoclimáticas. Apesar de o planejamento inicial prever perdas por danos climáticos, a ocorrência de eventos atípicos muitas vezes acaba comprometendo parte do trabalho de campo.

Em relação aos fatores edáficos que influenciaram o desenvolvimento das mudas, em particular da araucária, destacam-se a pedregosidade, principalmente na área do SAF1,

além da excessiva compactação do solo em praticamente toda a área, sendo visível um menor desenvolvimento inicial das mudas submetidas a estas duas condições.

Além das características esperadas de uma área degradada pela agricultura, de baixa fertilidade e com características físicas limitantes ao desenvolvimento radicular das mudas, a questão climática teve uma influência bastante significativa sobre os plantios em função da ocorrência de eventos atípicos, como o grande número de geadas e horas de frio, em especial nos anos de 2011 e 2013 (Tabela 4), e períodos de precipitação pluviométrica bem abaixo da média para a região, coincidindo com os principais períodos de implantação dos modelos no campo - último trimestre de 2011 e ao longo de 2012 (Figura 14).

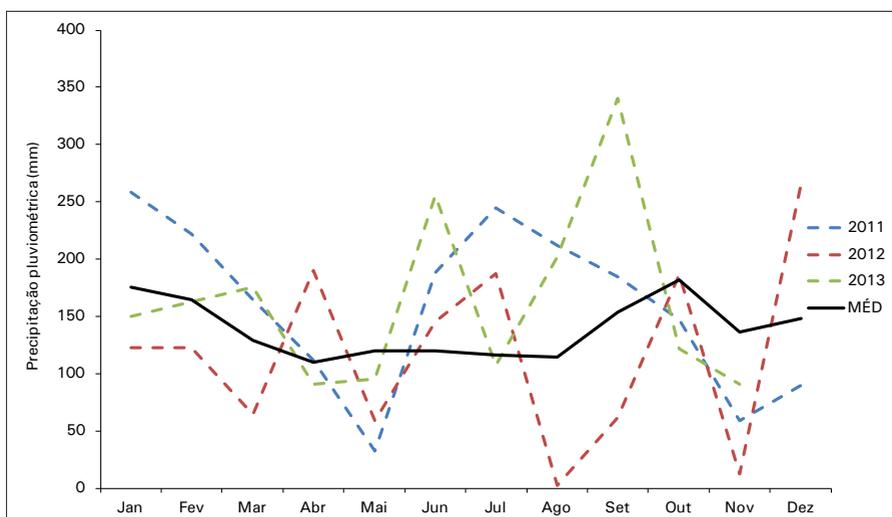


Figura 14. Precipitação pluviométrica no Município de Caçador, SC, no período 2010-2013. Fonte: Estação Meteorológica da EPAGRI Caçador.

Tabela 4. Temperaturas máxima, mínima, médias, umidade relativa do ar, número de geadas e de horas de frio, no período de 2011 a 2013, em Caçador, SC.

MÊS/ ANO	TEMPERATURA			Umid. %	Geada		Hora/frio	
	Máx.	Mín.	Méd.		Qt.	Tot.	Qt.	Tot.
Jan.11	30,2	13,4	21,3	83				
Fev.11	29,5	13,2	21,0	87				
Mar.11	28,2	11,0	18,6	85				
Abr.11	28,2	6,5	16,8	84			5	
Mai.11	25,7	-1,0	12,7	85	3		100	
Jun.11	23,4	-6,0	10,4	87	8		188	
Jul.11	27,0	-4,0	12,1	85	6		134	
Ago.11	28,0	-3,5	12,9	81	3		123	
Set.11	31,2	-2,0	13,8	78	2		46	
Out.11	29,8	5,0	16,7	76			8	
Nov.11	29,6	4,5	17,5	74			5	
Dez.11	30,8	6,0	18,8	75		22		609
Jan.12	30,0	10,0	20,0	78				
Fev.12	32,0	10,0	21,5	79				
Mar.12	32,0	2,0	18,8	74	1		12	
Abr.12	27,8	6,2	16,3	85			17	
Mai.12	25,0	0,2	13,4	87	1		43	
Jun.12	24,8	-2,2	11,9	89	4		89	
Jul.12	25,4	-1,8	11,4	87	5		134	
Ago.12	26,0	6,5	15,1	82			3	
Set.12	29,8	-1,0	15,9	76	4		42	
Out.12	31,2	6,5	18,0	84			1	
Nov.12	32,0	10,0	19,9	76				
Dez.12	33,4	15,5	21,9	85		15		341
Jan.13	30,6	13,6	20,3	81				
Fev.13	32,8	13,0	20,5	87				
Mar.13	28,8	9,0	18,1	86				
Abr.13	27,0	1,0	15,4	83	1		54	
Mai.13	28,0	-1,6	13,6	85	5		89	
Jun.13	22,8	1,0	12,6	90	2		64	
Jul.13	25,4	-4,5	11,0	83	11		186	
Ago.13	27,4	0,0	12,2	83	6		162	
Set.13	29,8	3,0	14,4	81	1		42	
Out.13	28,6	5,0	16,7	77			12	
Nov.13	30,8	8,0	18,8	79				
Dez.13						26		609

Fonte: Estação Meteorológica da EPAGRI Caçador.

Quanto à seca, os eventos ocorridos nos anos de 2010, 2011 e 2012 se destacaram como fora da variação esperada para os últimos 50 anos. Por exemplo, com média de chuvas para o mês de novembro de 1.361 mm, verificou-se em Caçador totais para este mês de 58,8 e 12,6 mm para 2011 e 2012 respectivamente (menor valor em 52 anos para o mês de novembro), ou para o mês de agosto de 2012 cuja precipitação foi de irrisórios 2,4 mm contra uma média de 114,5 mm (menor valor em 52 anos para o mês de agosto).

Os eventos mencionados resultaram em um grande número de replantios, particularmente da araucária. No caso desta espécie os últimos plantios foram efetuados no primeiro semestre de 2014 por meio da semeadura direta de pinhões nas covas remanescentes, de modo a reduzir o tempo de implantação com a produção de mudas.

Outro problema enfrentado foi o ataque de formigas cortadeiras, que embora possam atacar espécies variadas, apresentam preferência por mudas de araucária. Na bracatinga foi verificado o ataque de formigas a indivíduos mais desenvolvidos (Figura 15), e ataques de serradores – besouros do grupo Cerambycidae em indivíduos jovens. Tais ataques, embora tenham causado pouca mortalidade, retardaram o crescimento dos indivíduos em função do corte do ramo apical.

Foto: Arnaldo Soares



Figura 15. Aspecto de bracatinga atacada por formigas cortadeiras.

3.2. Avaliação inicial do crescimento

Os fatores ambientais mencionados anteriormente influenciaram o estabelecimento e o crescimento da araucária e das frutíferas nativas, particularmente no SAF7. Neste último, principalmente por efeito da neve ocorrida em agosto de 2013. Deste modo, muitas mudas ficaram comprometidas devido à seca da parte aérea, reiniciando o processo de crescimento no verão seguinte (2013/2014) (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de sobrevivência, altura e diâmetro à altura do peito (DAP) de bracatinga, araucária e frutíferas cultivados nos SAFs. EEEmpresa Caçador, 2012 e 2014.

SAF	Espécie	Sobrevivência em 2012 (%)		Altura média (m)		DAP Médio (cm)	
		2012	2014	2012	2014	2012	2014
SAF1 - ARAUCÁRIA + BRACATINGA	Araucária	71,60	0,61	0,40	-	-	-
	Bracatinga	87,90	7,20	2,90	2,1	7,4	7,4
SAF 2 – BRACATINGA + ERVA-MATE	Bracatinga	76,10	6,70	2,80	2,2	7,4	7,4
SAF 3, 4 e 5 - RENQUES	Araucária	55,20	0,80	0,45	-	-	-
	Bracatinga	75,08	6,40	2,82	2,2	8,0	8,0
SAF 6 e 7 - ARAUCÁRIA + BRACATINGA CAMPO MOURÃO	Araucária	70,80	0,80	0,50	-	-	-
	Frutíferas	76,70	0,55	0,41	-	-	-

A bracatinga demonstrou um excelente desempenho, apesar das limitações enfrentadas. Os dados revelam um incremento em altura de aproximadamente 2 m ano^{-1} , o que reforça o uso da espécie em plantios onde se tem por objetivo rápida cobertura e sombreamento. Alguns indivíduos se destacaram com altura superior a 9 m e DAP superior a 15 cm.

Além do uso ambiental, um dos objetivos da bracatinga é a produção de madeira serrada e, por este motivo, em 2014 foi efetuada a desrama de todas as árvores (Figura 16).

Foto: Arnaldo Soares



Figura 16. SAF araucária + bracatinga. Linha a esquerda com desrama da bracatinga. EEEmpresa Caçador, SC, 2014.

Os trabalhos de silvicultura da bracatinga são raros já que a maior parte das áreas de produção se caracteriza pelo sistema tradicional, onde a espécie é manejada em maciços naturais praticamente homogêneos para a produção de lenha, em intervalos de rotação de sete anos. Estudos sobre crescimento têm-se principalmente à avaliação destes bracatingais nativos, relacionando a distribuição diamétrica com a idade e densidade da população (MACHADO et al., 2006, 2008; STEENBOCK et al., 2011). Os resultados de crescimento em diâmetro obtidos na “roça” coincidem com os obtidos nos trabalhos citados anteriormente para indivíduos com até quatro anos de idade. No entanto, os valores de altura são inferiores, o que provavelmente se deve a menor competição devido aos maiores espaçamentos dos SAF em relação aos maciços. Isto pode indicar um ganho maior em diâmetro logo nos primeiros anos neste sistema de cultivo. Desta forma, também será possível selecionar indivíduos que respondam à poda, por meio da mensuração dos incrementos em DAP ao longo do tempo. Portanto, algumas árvores estão sendo conduzidas sem poda, para que futuramente seja possível verificar comparativamente os efeitos deste manejo sobre o crescimento da bracatinga.

Para a araucária, apesar da média geral de 0,73 m, houve destaque para alguns indivíduos nos SAF 3 e 5 (renques), com altura superior a 4 m (Figura 17). Nos SAF 6 e 7 foi possível observar o efeito positivo da bracatinga de campo mourão sobre a araucária, devido ao sombreamento parcial que estimulou o crescimento em altura das mudas, além dos benefícios para o solo, em virtude da cobertura e produção de matéria orgânica (Figuras 18 e 19).

Foto: Maria Izabel Radomski



Figura 17. Aspecto de renque com araucária. EEEmpresa Caçador, 2014.

Foto: Maria Izabel Radomski



Figura 18. SAF araucária + bracatinga de Campo Mourão + frutíferas. EEEmpresa Caçador, SC, 2014.

Foto: Maria Izabel Radomski



Figura 19. Aspecto do SAF araucária + bracatinga de Campo Mourão. EEEmpresa Caçador, SC, 2014.

Além destes benefícios, tem se observado que a bracatinga de Campo Mourão também é atrativa de várias espécies de avifauna (Figura 20), inclusive de animais que a buscam para se alimentar das sementes que produz em abundância, o que comprova a importância desta espécie nos processos de restauração ambiental.

Foto: Maria Izabel Radomski



Figura 20. Exemplar de *Pyrrhura* sp. se alimentando de sementes da bracatinga de Campo Mourão. EEmbrapa Caçador, SC, 2014.

Quanto aos materiais de frutíferas cultivados entre os renques (Figura 21), algumas seleções de goiaba-serrana vêm se destacando no crescimento em altura. As mensurações tem permitido verificar que a posição de plantio nos renques influencia o desenvolvimento desta espécie, com destaque para o plantio no terço inferior (Tabela 6).

Foto: Arnaldo Soares



Figura 21. Cultivo de goiaba-serrana entre renques. EEEmbrapa Caçador, SC, 2014.

Tabela 6. Altura média (cm) da goiaba-serrana em função da posição do terreno. EEEmbrapa Caçador, SC, 2014.

Posição	2012	2013	2014
Topo	24,2	46,2	82,5
Terço médio	27,9	61,2	102,2
Terço inferior	23,9	58,3	111,6

Os materiais de araçá, de hábito decumbente e bastante precoces em relação à frutificação a qual se iniciou aos 2 anos após o plantio (Figura 22), infelizmente foram prejudicados pela neve de agosto de 2013, e vem se desenvolvendo de modo mais lento.

Foto: Arnaldo Soares



Figura 22. Aspecto do araçá variedade Yacy, em florescimento. EEmbrapa Caçador, SC, 2013.

O cultivo de grãos entre os renques (Figura 22) vem sendo executado por meio de parceria com agricultor vizinho a Estação da Embrapa, o qual não tem manifestado dificuldades na operação de maquinário ou interferência negativa das árvores nas lavouras. O único fator que tem influenciado negativamente no desempenho das culturas é a ocorrência de estiagens severas no período de enchimento de grãos, o que resultou na perda de produtividade nas safras de 2012/2013 e 2013/2014.



Figura 22. Aspecto do cultivo de soja entre renques de bracatinga. EEEembrapa Caçador, SC, 2014.

4. Considerações finais

Apesar das dificuldades enfrentadas, os sistemas agroflorestais foram implantados com sucesso. Os eventos de seca prolongada afetaram de forma generalizada os plantios, havendo contudo a percepção de que as mudas de araucária foram afetadas de forma especial. Os efeitos do estresse hídrico sofrido no período de 2011-2012 estenderam-se até 2013, apesar da precipitação mais próxima da normalidade. Mesmo adotando-se medidas adicionais no plantio para minimizar os efeitos da seca - como, por exemplo, o uso de hidrogel - a redução drástica da precipitação foi crucial para a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas. Este fato deve ser levado em conta quando do planejamento de plantios em larga escala, prevendo-se a adoção de medidas mitigadoras, como irrigação.

O desenvolvimento positivo da bracatinga e a frutificação precoce de algumas espécies de frutíferas, como é o caso do araçá, demonstra que, além das culturas agrícolas, os SAF permitem a obtenção de outros produtos, seja para consumo próprio, seja para geração de renda. Cabe ao agricultor e aos técnicos a definição dos melhores modelos em função dos objetivos da família, disponibilidade de mão-de-obra e maquinário, e a aptidão dos solos da propriedade.

A antiga área da roça já vem sendo objeto de dias de campo e discussões com técnicos e agricultores (Figura 23). A equipe envolvida continua comprometida com o manejo, o que inclui a introdução e avaliação de novas espécies arbóreas na sequência, de forma a possibilitar o pleno desenvolvimento dos plantios para que ao atingirem sua maturidade, possam servir de vitrine para a difusão e expansão dos modelos para outras propriedades da região.

Foto: Arnaldo Soares



Figura 23. Dia de campo na área da “roça”. EEEmbrapa Caçador, SC, 2014.

Agradecimentos

Ao CNPq e ao Macroprojeto 6 da Embrapa, pela disponibilização de recursos para a condução deste trabalho de campo.

Aos técnicos Arnaldo Soares e Carlos Urio, pelo apoio no desenho dos SAFs e implantação dos trabalhos de campo.

Aos terceirizados Osni Ruppel e Oswaldo Ruppel, pelo apoio no plantio e manutenção dos SAFs.

Referências

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011. Prefácio.

BATISH, D. R.; KOHLI, R. K.; JOSE, S.; SINGH, H. P. **Ecological basis of agroforestry**. Boca Raton: CRC Press, 2008. 382 p.

BOREUX, V.; KUSHALAPPA, C. G.; VAAST, P.; GHAZOUL, J. Interactive effects among ecosystem services and management practices on crop production: pollination in coffee agroforestry systems. **Proceedings National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 110, n. 21, p. 8387–8392, 2013.

BRUNIG, E. F.; SANDER, N. Ecosystem structure and functioning: some interactions of relevance to agroforestry. In: HUXLEY, P. A. (Ed.). **Plant research and agroforestry**. Nairobi: ICRAF, 1983. p. 221-247.

BUDOWSKI, G. Distribution of American rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba: Revista Interamericana de Ciências Agrícolas**, San Jose, v. 15, n.1, p. 40-42, 1965.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. **Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 57 p. (Embrapa Florestas, Documentos, 136).

CARVALHO, P. E. R. **Bracatinga de Campo Mourão**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 5 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 61).

CASTELLA, P. R.; BRITZ, R. M. **A floresta com araucária no Paraná**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Curitiba: FUFPEF, 2004. 233 p.

CHAIMSOHN, F. P.; SOUZA, A. M. de. (Ed.). **Sistemas de produção tradicionais e agroflorestais de erva-mate no centro-sul do Paraná e norte catarinense: contribuições para a construção do processo de indicação geográfica**. Ponta Grossa, 2013. 118 p.

CLASSEN, A.; PETERS, M. K.; FERGER, S. W.; HELBIG-BONITZ, M.; SCHMACK, J. M.; MAASSEN, G.; SCHLEUNING, M.; KALKO, E. K. V.; BOHNING-GAESE, K.; STEFFAN-DEWENTER, I. Complementary ecosystem services provided by pest predators and pollinators increase quantity and quality of coffee yields. **Proceedings B**, Feb. 2014. DOI: 10.1098/rspb.2013.3148

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 934 p.

FRANZON, R. C. **Caracterização de mirtáceas nativas do sul do Brasil**. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 133-146, 2009.

MACHADO, S. A.; BARTOSZECK, A. C. P. S.; FIGUEIREDO FILHO, A.; OLIVEIRA, E. B. Dinâmica da distribuição diamétrica de bracatingais na região metropolitana de Curitiba. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 759-768, 2006.

MACHADO, S. A.; FIGURA, M. A.; SILVA, L. C. R.; TÉO, S. J.; STOLLE, L.; URBANO, E. Modelagem volumétrica para bracatinga (*Mimosa scabrella*) em povoamentos da Região Metropolitana de Curitiba. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 56, p. 17-29, jan./jun. 2008.

MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria da Agricultura Familiar, 2008. 196 p.

MAROCHI, F.M.; MARQUES, A. C.; TARDIN, J. M.; VAZ, P. A produção agroflorestal da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. p. 455. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 33).

MEDEIROS, J. D.; SAVI, M.; BRITO, B. F. A. Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 33-50, 2005.

RAMACHANDRAN NAIR, P. K. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. **Journal of Environmental Quality**, Madison, n. 40, p. 784–790, 2011.

RAMACHANDRAN NAIR, P. K.; MOHAN KUMAR, B.; NAIR, V. D. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. **Journal Plant Nutrition and Soil Science**, v. 172, n. 1, p. 10–23, Feb. 2009.

RAMACHANDRAN NAIR, P. K. **Soil productivity aspects of agroforestry**. Nairobi: ICRAF, 1984. 85 p.

SANTOS, S. C. L. Avaliação comparativa entre sistema agroflorestal com erva-mate e fragmento de floresta ombrófila mista quanto à fitossociologia, parâmetros químicos e físicos do solo e ciclagem de nutrientes. 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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

VIVAN, J. L. **Pomar ou floresta: princípios para o manejo de agroecossistemas.** Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1995. 96 p.

Embrapa

Florestas