

# Sistemas agroflorestais de produção: Conceitos, princípios e aplicações em Santa Catarina



Empresa de Pesquisa Agropecuária  
e Extensão Rural de Santa Catarina



GOVSC

SECRETARIA  
AGRICULTURA  
E PECUÁRIA



**Governador do Estado**  
Jorginho dos Santos Mello

**Secretário de Estado da Agricultura e Pecuária**  
Valdir Colatto

**Presidente da Epagri**  
Dirceu Leite

**Diretores**

Célio Haverroth  
Desenvolvimento Institucional

Fabírcia Hoffmann Maria  
Administração e Finanças

Gustavo Gimi Santos Claudino  
Extensão Rural e Pecuária

Reney Dorow  
Ciência, Tecnologia e Inovação



ISSN 1413-960X (impresso)  
ISSN 2674-9513 (On-line)  
Maio/2024

## **BOLETIM TÉCNICO Nº 217**

# **Sistemas agroflorestais de produção: Conceitos, princípios e aplicações em Santa Catarina**

**Fábio Martinho Zambonim**

**Tássio Dresch Rech**

Organizadores



**Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
Florianópolis  
2024**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)  
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502  
88034-901 Florianópolis, Santa Catarina, Brasil  
Fone: (48) 3665-5000  
Site: [www.epagri.sc.gov.br](http://www.epagri.sc.gov.br)

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (Epagri/DEMC)

Revisores *ad hoc*: Gabriel Berenhauer Leite, Clístenes Antônio Guadagnim,  
Arcângelo Loss

Editoração técnica: Luiz Augusto Martins Peruch

Revisão textual: Laertes Rebello

Diagramação e arte-final: Vilton Jorge de Souza

Foto de capa (se houver): Sistema agroflorestal com mamoeiro, cafezeiro, palmeira juçara,  
bananeira e arbóreas nativas. Corupá, SC. Foto: Fábio Zambonim

Primeira edição: Maio de 2024

Impressão: Gráfica CS

Tiragem: 500 exemplares

Distribuição: *On-line*

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

### Ficha catalográfica

ZAMBONIM, F.M.; RECH, T.D.; MILLER, P.R.M.;  
DORTZBACH, D.; VIANNA, L.F.N.; JUSTEN, J.G. K.  
**SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE PRODUÇÃO: Conceitos,  
princípios e aplicações em Santa Catarina.** Florianópolis,  
2024. 48p. (Epagri. Boletim Técnico, 217)

Agrossilvicultura; Sistemas Silviculturais; Agrofloresta.

ISSN 1413-960X (impresso)

ISSN 2674-9513 (*on-line*)



## AUTORES

### **Fábio Martinho Zambonim**

Engenheiro-agrônomo, Dr.

Epagri - Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina

Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Bairro Itacorubi

Florianópolis, SC, 88034-901

Fone: (48) 3665-5006

zambonim@epagri.sc.gov.br

### **Tássio Dresch Rech**

Engenheiro-agrônomo, Dr.

Epagri - Estação Experimental de Lages

Rua João José Godinho, S/Nº, Bairro Morro do Posto

Lages, SC, 88502-970

Fone: (49) 3289-6400

tassior@epagri.sc.gov.br

### **Paul Richard Momsen Miller**

Engenheiro-agrônomo, Dr.

UFSC - Departamento de Engenharia Rural.

Rodovia Admar Gonzaga, 1.346, Bairro Itacorubi

Florianópolis, SC, 88934-901

Telefone: (48) 37215345

r.muller@ufsc.br

### **Denilson Dortzbach**

Engenheiro-agrônomo, Dr.

Epagri - Departamento Estadual de Planejamento

Rod. Admar Gonzaga, 1.347, Bairro Itacorubi

Florianópolis, SC, 88034-901

Fone: (48) (48) 3665-5157

denilson@epagri.sc.gov.br

### **Luiz Fernando de Novaes Vianna**

Biólogo, Dr.

Epagri - Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina

Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Bairro Itacorubi

Florianópolis, SC, 88034-901

Fone: (48) 3665-5006

vianna@epagri.sc.gov.br

**Juliane Garcia Knapik Justen**

Engenheira-agrônoma, MSc.

Epagri - Gerência Regional de Rio do Sul

Rua Jaraguá, 145, Bairro Canoas

Rio do Sul, SC, 89164-126

[julianeknapik@epagri.sc.gov.br](mailto:julianeknapik@epagri.sc.gov.br)

## **APRESENTAÇÃO**

Esta publicação apresenta os conceitos e princípios da agrossilvicultura como subsídio aos técnicos que atuam na pesquisa agropecuária e na extensão rural com o objetivo de promover a diversificação da paisagem produtiva de SC e agricultura de baixa emissão de carbono.

Os Sistemas Agroflorestais de Produção (SAFs) propiciam a geração de renda associada à conservação de solo e da água, bem como o aumento da biodiversidade nos agroecossistemas. De acordo com a FAO, as ações necessárias para a adaptação às mudanças climáticas, a mitigação dos impactos ambientais e o desenvolvimento sustentável incluem, dentre outras práticas, a adoção de sistemas agroflorestais de produção. Fomentar a conversão de monocultivos em sistemas produtivos mais complexos e com alta rentabilidade constitui ação estratégica para a sustentabilidade e resiliência da agricultura catarinense.

As recomendações deste Boletim Técnico visam contribuir para a adoção de sistemas produtivos diversificados e conservacionistas nos diferentes ecossistemas que integram os biomas brasileiros.

A Diretoria Executiva

## **Agradecimentos**

À Fapesc – pelos recursos disponibilizados para o desenvolvimento das pesquisas relacionadas à caracterização dos sistemas agroflorestais tradicionais de Santa Catarina.

# Sumário

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	5
<b>Agradecimentos</b> .....	6
<b>Introdução</b> .....	9
<b>1 Definição, princípios e premissas dos Sistemas Agroflorestais (SAFs)</b> .....	10
<b>2 Classificação dos SAFs</b> .....	12
2.1 Base estrutural dos SAFS .....	14
2.1.1 Quanto aos componentes: .....	14
2.1.2 Quanto ao arranjo espacial .....	14
2.1.3 Quanto ao arranjo temporal.....	15
2.2 Base Funcional dos SAFs.....	16
2.3 Níveis de complexidade dos SAFs.....	16
<b>3 Interações biofísicas em SAFs</b> .....	17
3.1 Aspectos microclimáticos .....	18
3.2 Aspectos hidrológicos.....	22
3.3 Aspectos edáficos .....	23
<b>4 Funções socioeconômicas e ecológicas dos SAFs</b> .....	27
<b>5 Práticas agroflorestais</b> .....	30
5.1 Quebra-ventos e cercas vivas .....	31
5.2 Árvores dispersas de forma irregular .....	33
5.3 Taunguia .....	35
5.4 Cultivo em aleias .....	37
5.5 Quintais agroflorestais.....	39
<b>6 Considerações finais</b> .....	40
<b>Referências</b> .....	41



## Introdução

Santa Catarina apresenta parte significativa de seu território com topografia acidentada e ocupada por pequenas propriedades agrícolas familiares. Como decorrência dessas características, muitas dessas áreas são utilizadas para lavouras anuais, com aptidão limitada para tal uso, principalmente em função da declividade, resultando em grande potencial de erosão e degradação ambiental (VEIGA et al., 1994).

Um grande desafio para a conservação do solo e da água é a ocupação extensiva de encostas e margens de rios com modelos de produção agrícolas inadequados ao regime pluviométrico do Estado, afetando a infiltração da água e aumentando o fluxo torrencial sob fortes chuvas com elevado potencial de degradação da qualidade do solo existente e comprometimento da sustentabilidade ambiental e socioeconômica.

A conversão ou adequação de uso da terra visando à substituição de atividades agropecuárias impróprias para áreas suscetíveis à erosão, por sistemas conservacionistas rentáveis, com ocupação de mão de obra e abastecimento das cadeias produtivas e agroindústrias, é imprescindível para a sustentabilidade ambiental e socioeconômica da agricultura familiar no Estado. Nesse sentido, os sistemas agroflorestais de produção (SAFs) apresentam-se como principal opção para ocupar estas áreas vulneráveis.

Os SAFs agrupam técnicas de uso da terra que combinam o componente arbóreo (árvores, arbustos, bambus e palmeiras) com espécies agrícolas e/ou animais, numa mesma área e em diferentes arranjos espaciais e temporais (ENGEL, 1999). O principal objetivo dessas combinações é tirar proveito ecológico e econômico das interações estabelecidas entre os componentes integrantes do sistema, obtendo como resultantes produtos florestais, agropecuários e a prestação de serviços ambientais, em especial a conservação do solo e da água.

Nesse capítulo apresentaremos os conceitos e os fundamentos dos sistemas agroflorestais que, ao mesmo tempo, proporcionam renda superior ao produtor rural, protegem melhor o solo e, em determinadas circunstâncias no contexto da agricultura familiar, podem ser utilizados como estratégia para regularização ambiental em áreas de uso restrito (margens de rios e, ou, de declividade acentuada).

# 1 Definição, princípios e premissas dos Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Os SAFs são definidos como “formas de uso e manejo dos recursos naturais, nas quais espécies lenhosas (árvores, arbustos, bambus e palmeiras) são utilizadas em associações deliberadas com cultivos agrícolas e/ou animais, na mesma área, de maneira simultânea ou sequencial” (OTS/CATIE, 1986), “para se tirar benefícios das interações ecológicas e econômicas resultantes” (LUDGREN & RAIN TREE, 1982).

Dubois (2008) considera que a definição adotada pelo Centro Mundial Agroflorestal (*World Agroforestry Centre*) – “A agrossilvicultura é a integração de árvores em paisagens rurais produtivas” – caracteriza-se por ser desejavelmente sucinta e abrangente e por incorporar o reconhecimento internacional sobre a importância das árvores tanto nos sistemas de produção quanto nas paisagens.

De acordo com Montagnini (1992), o sistema de produção agroflorestal não deve ser considerado uma nova concepção de uso da terra, uma vez que já existem inúmeros exemplos tradicionais e seculares dessas práticas, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Para alguns povos tradicionais e comunidades indígenas, esses sistemas diversificados são intrínsecos ao seu modo de cultivo agrícola (DESPONTIN, 2018).

Bernardes et al. (2009) destacam que a busca de níveis elevados de produtividade é uma das partes integrantes de sistemas que visam à sustentabilidade, pois uma menor proporção de área ocupada pode atender a demanda da sociedade e, conseqüentemente, maior proporção pode ser mantida com atividades de baixíssimo impacto, resultando em máxima preservação ambiental. Nesse sentido, recomenda-se a incorporação integrada das técnicas e dos conhecimentos modernos das ciências florestais, agropecuárias e ambientais no planejamento e na condução dos SAFs (SILVA, 2013).

Os sistemas agroflorestais podem ter desenhos que variam de simples a complexos, dependendo da composição e do número de espécies vegetais presentes, do arranjo espacial e/ou temporal e da densidade de plantio (MARQUES & MONTEIRO, 2016).

Um SAF possui os mesmos elementos e atributos que qualquer outro sistema: limites, componentes, interações, entradas, saídas, hierarquia e dinâmica (Figura 1). De acordo com Silva (2013), os princípios da teoria dos sistemas (CHRISTOFOLETTI, 1999) aplicados aos SAFs podem ser explicados funcionalmente de acordo com os seguintes aspectos:

a) Espécies: quando combinadas relacionam-se de acordo com suas características ecofisiológicas (porte, arquitetura, sistema radicular, fisiologia, exigência nutricional, ciclo produtivo, etc.) e funcionais (serviços ecossistêmicos, agrônômicos e, ou, produtos florestais madeireiros, não madeireiros e agropecuários).

b) **Interação:** de acordo com os componentes e arranjos (espacial e temporal) do sistema, as espécies evidenciam comportamentos específicos e se estabelece a forma pela qual cada uma pode efetivamente interagir com as demais e com o ambiente.

c) **Equilíbrio:** É resultante do arranjo quantitativo e qualitativo das espécies arbóreas e não arbóreas entre si e com o ambiente. O crescimento e o desenvolvimento dos indivíduos associados, o manejo aplicado (podas, colheita, adubação, condução, tutoramento, etc.) e as modificações ambientais (microclima e solo) decorrentes das associações ao longo do tempo leva ao chamado “equilíbrio dinâmico” nos SAFs.

d) **Estado estável:** Quando o planejamento, a implantação e a condução são realizados de formas apropriadas aos objetivos propostos do SAF e são estabelecidas as interações positivas dos fatores biológicos, econômicos e ecológicos, atingindo-se assim a estabilidade do sistema agroflorestal.

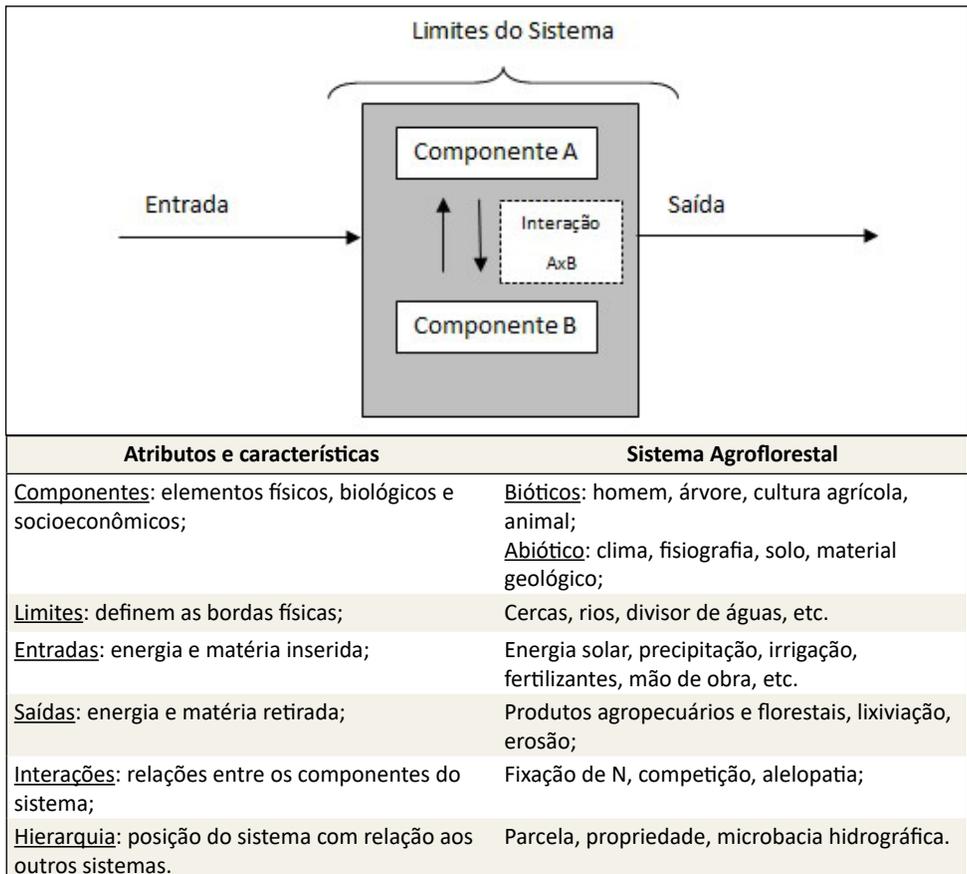


Figura 1. Elementos e Atributos dos Sistemas Agroflorestais

Fonte: Adaptado de Passos (1998)

Alguns princípios estruturais podem ser estabelecidos na conceituação dos sistemas agroflorestais: produção múltipla, escalonada e sustentada e o uso otimizado dos recursos disponíveis para obtenção de produção e renda (SILVA, 2013). O autor destaca também as seguintes premissas dos SAFs:

- a) Premissa biológica: os componentes bióticos podem ser manejados segundo os princípios das ciências agrárias (agricultura, silvicultura e zootecnia);
- b) Premissa socioeconômica: deve prover a oferta de multiprodutos e promover maior estabilidade contra efeitos adversos do mercado, bem como contribuir com a segurança alimentar dos produtores;
- c) Premissa ecológica: o componente arbóreo (árvores, arbusto, palmeiras ou bambus) associado aos demais componentes do sistema devem contribuir para a conservação ambiental, em particular para a manutenção e melhoria da qualidade do solo, conservação da água e promoção da biodiversidade.

## **2 Classificação dos SAFs**

A finalidade de um sistema de classificação é permitir uma estrutura de análise de dados a partir de um objetivo traçado, de forma a facilitar o planejamento, desenvolvimento e avaliação do SAF. Os SAFs são classificados por diferentes critérios, os mais comuns têm sido relacionados à estrutura dos componentes (arbóreo, agrícola ou animal) e seus arranjos espacial e temporal. A base funcional do SAF e os níveis de complexidade também podem constituir critérios para classificação, planejamento, avaliação e redirecionamento dos SAFs (Tabela 1) (PASSOS, 1998).

Tabela 1. Bases estruturais para classificação de sistemas agroflorestais

Composição	Arranjo	Função (papel dos componentes)	Nível socioeconômico e de manejo
Silviagrícola (culturas + componente arbóreo)	<u>Espacial</u>  Misturado  • denso • esparso  Renque  • Macrozonal • Microzonal • Bordadura	<u>Produção</u>  • Alimentos • Forragem • Lenha • Madeira • Outros produtos	<u>Uso de insumos</u>  • Baixo • Médio • Alto
		<u>Proteção e Serviços</u>  • Quebra vento • Conservação e melhoria do solo • Sombra para culturas e criações • Conservação da umidade e da água • Imobilização de carbono • Abrigo para fauna silvestre • Manutenção da biodiversidade • Habitat para polinizadores e inimigos naturais	<u>Relação Custo/Benefício</u>  • Comercial • Intermediário • Subsistência
Silvipastoril (pastagem/animais + Componente arbóreo)	<u>Temporal</u>  • Simultâneo • Sequencial		
Agrossilvipastoril (cultura agrícola + pastagem/animais + componente arbóreo)			

<sup>1</sup>componente arbóreo = árvores, arbustos, bambus ou palmeiras.

Fonte: Adaptação de Nair (1993) e Duboc (2008)

## 2.1 Base estrutural dos SAFS

A classificação de acordo com a base estrutural refere-se à composição, ao arranjo espacial do componente arbóreo, à estratificação vertical e ao arranjo temporal dos componentes.

### 2.1.1 Quanto aos componentes:

A associação do componente arbóreo às culturas agrícolas, pastagens e/ou animais determinam essa base específica de classificação (Figura 2).

<p>a) Sistemas silviagrícolas: combinação de árvores, arbustos ou palmeiras com cultivos agrícolas;</p>	
<p>b) Sistemas silvipastoris: combinação de árvores, arbustos ou palmeiras com plantas forrageiras herbáceas e a criação de animais;</p>	
<p>c) Sistemas agrossilvipastoris: combinação de árvores, arbustos ou palmeiras com cultivos agrícolas e criação de animais.</p>	

Figura 2. Classificação de Sistemas Agroflorestais conforme o arranjo estrutural dos componentes

Fonte: Adaptado de Montagnini (1992) e Passos (1998)

### 2.1.2 Quanto ao arranjo espacial

O arranjo espacial contempla a densidade de plantio e a distribuição do componente arbóreo na área. O arranjo pode ser **denso** ou **aberto**, aspecto estabelecido de acordo com a cobertura do solo, pela projeção da copa do componente arbóreo. A distribuição das árvores na área pode ser **misturada (misto)** com os outros componentes ou em **renques**, na forma de zonas **estreitas (microzonais)** ou **largas (macrozonais)**, nos quais as árvores podem ser plantadas em fileiras, faixas ou blocos distantes uns dos outros, como nas

cercas vivas, quebra-ventos, bancos de proteína e nos plantios de árvores em terraços para a conservação do solo (Figura 3).

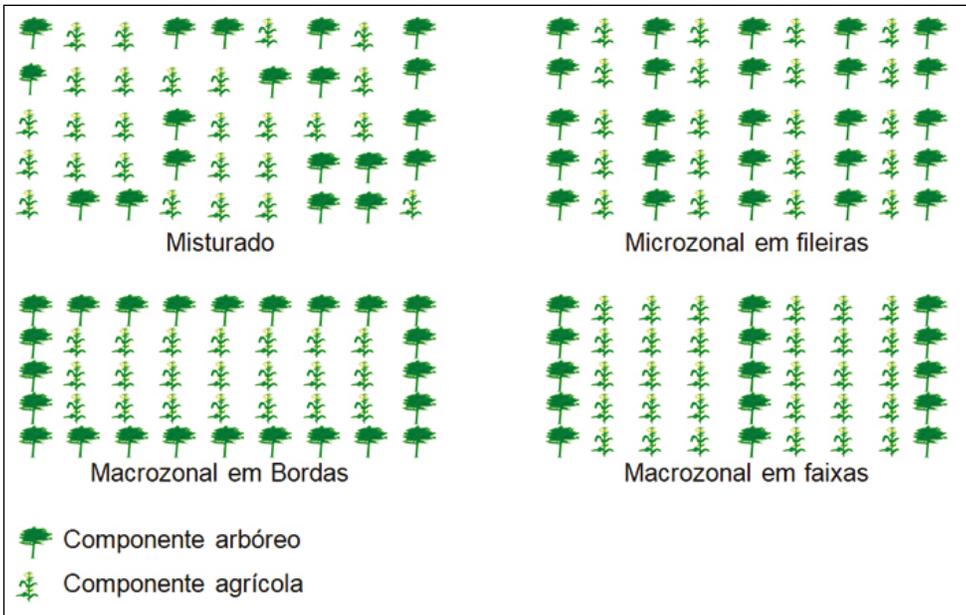


Figura 3. Arranjos espaciais das culturas em Sistema Agroflorestal

Fonte: Adaptado de Vergara (1981) e Passos (1998)

### 2.1.3 Quanto ao arranjo temporal

O arranjo temporal dos componentes nos SAFs pode se dar de forma: **simultânea** ou **sequencial** (OTS/CATIE, 1986) (Figura 4).

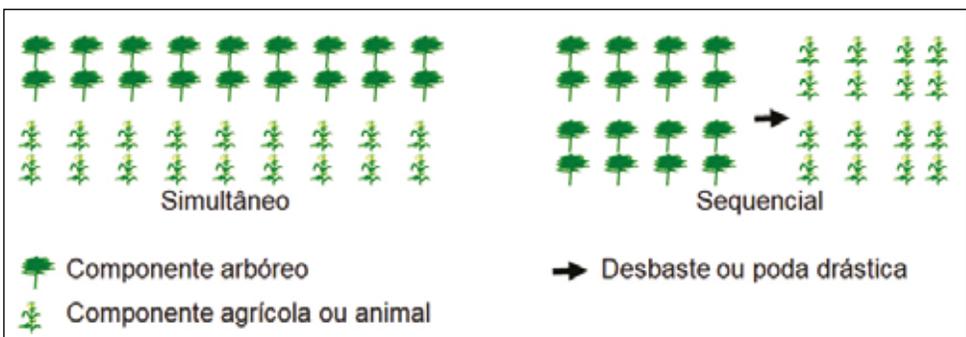


Figura 4. Arranjos temporais das culturas em Sistemas Agroflorestais

Fonte: Adaptado de OTS/CATIE (1986) e Passos (1998)

## 2.2 Base Funcional dos SAFs

A classificação de acordo com a base funcional refere-se à principal função ou papel do componente arbóreo no SAF, que poderá ter mais peso para **produção** de bens (madeira, fruto, semente, forragem, lenha, resinas, palmito, etc.) ou para **serviços/proteção** (quebra-ventos, cercas vivas, conservação de solo, etc.) a outras espécies ou ao sistema como um todo (NAIR, 1993; PASSOS, 1998).

A funcionalidade desse sistema de produção é influenciada diretamente pelas características específicas, número e arranjo das árvores e pelas interações que estas estabelecem com os demais componentes do SAF, conferindo às árvores funções de ordem ecológica e, ou, socioeconômica.

De acordo com Bernardes et al. (2009), as árvores nos SAFs devem apresentar um papel protetor e produtivo:

- a) protetor: efeito de quebra-ventos, controle de erosão, manutenção dos nutrientes evitando perdas, fixação e redistribuição de nitrogênio atmosférico, absorção de fósforo pela associação com micorrizas, entre outros;
- b) produtivo: fornecimento, por exemplo, de madeira, frutas, resinas, ou pela melhoria da produção e sanidade das culturas associadas, seja pelo incremento na qualidade ou na quantidade.

## 2.3 Níveis de complexidade dos SAFs

Os sistemas agroflorestais – mesmo os mais simples em termos de número de espécies e componentes – é mais complexo que os sistemas monoculturais (NAIR, 1993). A diferença da natureza (porte e ciclo) dos componentes dos SAFs, em especial a arquitetura e o caráter perene das árvores, torna as interações contínuas e mais complexas (RAO et al., 1998).

Miller (2009) observa que a gama de possibilidades e de níveis distintos de complexidades dos sistemas agroflorestais constitui um paradigma que provoca, entre os técnicos, uma divergência com respeito aos conceitos e expectativas para os SAFs. O autor faz uma distinção entre os SAFs simplificados e os complexos, denominando-os como **SAFs agrônomicos** e **SAFs florestais**, respectivamente (Tabela 2). No entanto, o referido autor ressalta que essa distinção é artificial, pois os SAFs se situam justamente na interface das ciências florestal e agrônômica.

Tabela 2. Características dos Sistemas Agroflorestais agronômicos e florestais

SAFs Agronômicos	SAFs Florestais
Poucas espécies	Muitas espécies
Poucas interações	Processos análogos aos ecossistemas florestais
Poucos produtos	Vários produtos e serviços ambientais
Plantio das árvores no espaçamento final (sem práticas de desbaste)	Plantio adensado de árvores
Menor acúmulo de matéria orgânica (biomassa)	Rápido acúmulo de matéria orgânica, maior estabilidade ecológica e econômica
Sistema rígido, com a trajetória predefinida e poucas possibilidades de evolução	Maior flexibilidade para efetuar mudanças no sistema, conforme demandas do mercado e de disponibilidade de mão de obra, por exemplo

Fonte: adaptado de Miller (2009)

Entre os “SAFs florestais” destacam-se pela diversidade biológica, pela prestação de serviços ecológicos e pela sustentabilidade, o modelo proposto por Ernst Goetsch, denominado de **agricultura sintrópica**. O método de implantação e manejo desse SAF é baseado no processo de sucessão natural e nos princípios da ecologia florestal (PENEIREIRO, 1999; MILLER, 2009).

As resultantes econômicas e ecológicas (produtos e serviços) dos SAFs estão diretamente relacionadas com o nível de complexidade do sistema adotado: número de espécies arbóreas, herbáceas e de animais, densidade de indivíduos e intensidade de manejo.

### 3 Interações biofísicas em SAFs

A característica principal dos SAFs é a presença de árvores nos sistemas agrícolas e pecuários. De acordo com Silva (2013), o componente arbóreo é o de maior relevância biofísica nos SAFs, sendo o que determina as principais influências sobre os demais componentes e no sistema como um todo. Como resultante das interações deseja-se aumentar a diversidade biológica e adequar às condições microclimáticas do agroecossistema, bem como melhorar e/ou conservar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (NAIR, 1993; BISHOP, 1983).

A exploração das interações entre os componentes é a chave para o sucesso dos SAFs, portanto uma melhor compreensão das interações possibilita melhoria e evolução dos sistemas (NAIR, 1993).

As árvores, arbustos e palmeiras interagem com as culturas agrícolas e forrageiras pela captura dos recursos radiação, água e nutrientes, podendo resultar, de acordo com o desenho e manejo do SAF, em interações de natureza competitiva ou complementar (ONG et al., 1991). A taxa e o alcance dos recursos biofísicos capturados e utilizados pelos componentes de um sistema agroflorestal são determinados pela natureza e intensidade das interações entre os mesmos (RAO et al., 1998). O componente arbóreo deve ocupar estratos (acima e abaixo do solo) e aproveitar, no espaço e no tempo, recursos que não são utilizados pelas culturas.

Quando se atinge interações complementares pode haver maior produção biológica e econômica comparativamente aos mesmos componentes cultivados isoladamente na mesma área (BERNARDES et al., 2009). O efeito líquido dessas interações é expresso em termos de respostas quantificáveis, como produção de biomassa seca, mudanças de fertilidade do solo, modificação do microclima, disponibilidade e utilização dos recursos (água, nutrientes e luz), incidência de pragas e doenças e alelopatia (RAO et al., 1998).

Os SAFs, por meio das interações entre os componentes e o ambiente, podem melhorar não apenas os serviços de provisão (alimentos, água, madeira e fibras, energia), mas também os serviços de regulação que afetam o clima (inundações, secas, desperdício e qualidade da água) e de suporte (conservação da biodiversidade, formação de solos, fotossínteses e ciclos de nutrientes) dos agroecossistemas (FERNANDES, 2009).

As interações ecológicas entre as árvores e as culturas agrícolas podem ser abordadas resumidamente em termos de utilização dos recursos acima e abaixo do solo (ONG et al., 1991):

- a) Acima do solo: mudanças na luz, na temperatura e na umidade;
- b) Abaixo do solo: fixação biológica de nitrogênio, alelopatia, melhoria das características físicas do solo.

Ainda de acordo com ONG et al. (1991), em ambos os casos a ocupação estratificada da parte aérea e do sistema radicular dos componentes do sistema resultam em um maior aproveitamento dos recursos, mas também pode ocorrer competição pelos mesmos.

### **3.1 Aspectos microclimáticos**

A interceptação de energia pela folhagem (fator dominante na produção de biomassa) e da chuva (que interfere nas reservas de água no solo); o déficit de pressão de vapor d'água (que está estreitamente relacionado à transpiração e, conseqüentemente, às taxas de fotossíntese); e a temperatura (que determina a taxa de desenvolvimento e,

em situações extremas, de crescimento) constituem as principais interações estabelecidas entre os componentes dos SAFs e a atmosfera (MONTEITH et al., 1991). Sá (1994) observa ainda aspectos dos ventos que atuam no microclima do sistema e podem interferir nas taxas de transpiração, na polinização e nos danos mecânicos dos componentes dos SAFs.

A aditividade da utilização dos recursos entre os componentes dos SAFs pode ocorrer pelas modificações causadas pelo componente arbóreo que atenuam os excessos de energia e temperatura do ar, do solo e da água. O efeito tampão sobre o ambiente dos cultivos que crescem sob a influência das árvores reduz os extremos de variação das condições atmosféricas que ocorrem em ambientes a pleno sol (BERNARDES et al., 2009).

A adaptação evolutiva aos ambientes sombreados caracteriza ecofisiologicamente diversas espécies de interesse econômico e que, justamente por isso, também são largamente utilizadas e produzidas em SAFs no Brasil e no mundo, como por exemplo: o cacau (*Theobroma cacao*), o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), a erva-mate (*Ilex paraguariensis*), a palmeira juçara (*Euterpe edulis*), a bananeira (*Musa sp.*) e o café arábica (*Coffea arabica*).

De forma geral, as espécies adaptadas ao sombreamento devem manter um balanço positivo de carbono, isto é, apresentar uma fotossíntese líquida positiva (fotossíntese líquida = fotossíntese bruta – respiração) quando submetidas a baixos níveis de luminosidade. Um ou mais dos seguintes mecanismos são utilizados por determinadas espécies quando em ambientes sombreados: a) redução da taxa respiratória a fim de baixar o ponto de compensação luminosa (intensidade luminosa em que a quantidade de CO<sub>2</sub> absorvida é equivalente à quantidade de CO<sub>2</sub> eliminada); b) aumento da área foliar (visando aumentar a superfície de interceptação e absorção de luz) e c) aumento da taxa fotossintética por unidade de área foliar e por unidade de energia luminosa (VIEIRA, 1985 apud PEREIRA et al., 1998).

As alterações microclimáticas provocadas pelo componente arbóreo (diminuição da velocidade do vento e da exposição aos raios solares) podem diminuir a perda de água, a evapotranspiração e o estresse hídrico, alterando aspectos morfofisiológicos nas plantas forrageiras (GARCIA et al., 2010). Existe uma grande variabilidade no comportamento das espécies e variedades de forrageiras tropicais em função do nível de insolação imposto, tanto na quantidade (respostas positivas, neutras e negativas) como na qualidade da biomassa produzida (FRANKE & FURTADO, 2001; VARELLA et al., 2012).

De forma geral, as gramíneas sob sombreamento tendem a apresentar colmos mais longos e as folhas mais largas e mais longas, podendo assim ser mais suculentas, com menor teor de matéria seca, maiores teores de proteína bruta e maior digestibilidade devido ao seu desenvolvimento mais lento (FRANKE & FURTADO, 2001; GARCIA et al. 2010).

Em climas tropicais ou subtropicais, úmidos ou secos, a pecuária praticada em pastagens sem a presença de árvores, mesmo que parcial, resulta em um ambiente climaticamente desfavorável aos animais – em especial os de grande porte – podendo levá-los a uma situação de estresse semipermanente, uma vez que podem sofrer de calor durante cinco ou mais horas por dia (DUBOIS, 2008).

Os bovinos europeus (*Bos taurus*) adultos, de forma generalizada, possuem uma zona térmica considerada ótima entre 1°C e 21°C. Acima da temperatura crítica, o animal sofre estresse pelo calor, aumenta a temperatura corporal e a frequência respiratória, podendo chegar a hipertermia. Nessas condições ocorre inibição do apetite (GARCIA et al., 2010).

Em ambientes sombreados o gasto energético para termorregulação é reduzido e pode ser a principal razão pela qual os animais à sombra geralmente mostram maior conversão alimentar e, em última análise, maior ganho de peso ou produção de leite (NAIR, 1993).

Em estudos comparativos entre os microclimas de cultivos sombreados e a pleno sol (café sombreado x café solteiro e cacau sombreado x cacau a pleno sol) verificou-se a diminuição das flutuações de temperatura do ar nos ambientes sombreados devida à redução da radiação incidente sob o dossel de dia e na redução da perda de calor durante a noite (NAIR, 1993). Ainda, segundo o autor, a diminuição do déficit de vapor de água (VPD) também verificada nos ambientes sombreados pode ser explicada pela associação de temperaturas mais baixas sob o dossel com a maior entrada de água no sistema pela transpiração das árvores. Menores perdas de calor nos períodos noturnos favorecem cultivos sombreados em regiões sujeitas à ocorrência de geadas eventuais (SILVA, 2013).

Para determinados cultivos, a atenuação das amplitudes térmicas do sistema pode minimizar possíveis estresses nas culturas agrícolas e na pecuária. De acordo com BERNARDES et al. (2009), o desenvolvimento de determinadas culturas em ambientes com condições edafoclimáticas mais estáveis (com menores amplitudes de temperatura e umidade) pode prolongar os ciclos das plantas e trazer os seguintes benefícios: desenvolvimento de plantas mais saudáveis e longevas, menor incidência de pragas e doenças, menores investimentos na renovação dos estandes de plantas produtoras, melhor qualidade de determinados produtos agrícolas cujos componentes bioquímicos podem ser degradados pela radiação solar e altas temperaturas e, ou, plantas que concentram açúcar ou outros compostos relacionados com sabor e aroma (frutas, chás e pimentas).

Estudos com a erva-mate (*Ilex paraguariensis*), espécie de relevante interesse econômico em SC, indicaram que os ambientes com maiores níveis de sombreamento (50%), solo coberto com restos vegetais e a ausência de ventos proporcionaram melhor crescimento e maior acúmulo de compostos fitoquímicos nas folhas (FERRERA, 2015).

Poletto et al. (2010) verificaram que nos ambientes mais sombreados as mudas de erva-mate apresentaram melhor desenvolvimento e maior resistência ao *Fusarium* spp., praga considerada de importância econômica para a cultura.

O sombreamento, a presença de quebra-ventos e maiores teores de matéria orgânica no solo em cultivos de bananeiras (*Musa* sp.), principal fruteira tropical cultivada na região litorânea catarinense, também são indicados para o controle integrado do mal de sigatoka negra e amarela (*Mycosphaerella* spp.) (FAVRETO et al., 2007; DUBOIS, 2008). A menor incidência de luminosidade, o menor molhamento foliar e a redução dos ventos que danificam as folhas podem explicar a diminuição da ocorrência do fitopatógeno nos bananais sombreados (FAVRETO et al., 2007).

A palmeira juçara (*Euterpe edulis*), espécie utilizada em SAFs no litoral de SC para obtenção de frutos e palmito, necessita de sombreamento – em torno de 50% - e de alto teor de umidade do ar e do solo no início de seu desenvolvimento (YAMAZOE et al., 1986; BOVI et al., 1988; MACEDO et al., 1978). CALDEIRA et al. (1996) afirmam que o *E. edulis*, após certa idade, deve receber maior luminosidade e até radiação solar direta, pois isto lhe proporciona um menor crescimento em altura e um aumento no crescimento de seu diâmetro. Bovi et al. (1988) apontam que, a partir do terceiro ano de plantio, a espécie já tolera luminosidade plena.

Palmeiras juçara que recebem grande quantidade de luz tendem a emitir maior número de inflorescência e a serem mais produtivas. Cinquenta por cento do sucesso da formação de frutos da palmeira juçara é determinado por esta capacidade, sendo também decisivos fatores como disponibilidade de pólen, polinizadores e condições ambientais favoráveis (MANTOVANI & MORELLATO, 2000).

O café arábica, espécie que já foi amplamente cultivada comercialmente em SAFs no litoral de SC (BISSO et al., 2019), quando cultivado em temperaturas mais amenas, proporcionadas por ambientes sombreados, tende a apresentar uma maior uniformidade na maturação dos frutos e aumento no tamanho de grãos (LUNZ et al., 2007).

Em estudos realizados em diferentes microclimas no estado do Paraná, Androcioli Filho et al. (2003) observaram que o café produzido em ambientes com temperaturas nas faixas entre 19 e 21°C apresentou características de sabor, aroma, acidez, corpo e doçura superiores aos produzidos em faixas de temperatura mais elevadas. Vaast et al. (2006), ao compararem aspectos dos frutos de cafés arábicas sombreados e a pleno sol, verificaram que o sombreamento diminuiu a produtividade dos cafezeiros em 18%, mas reduziu a alternância de produção, aumentou o período de amadurecimento dos frutos e afetou positivamente o tamanho e a composição do grão, bem como a qualidade da bebida.

## 3.2 Aspectos hidrológicos

As árvores e os maciços florestais exercem influência nos ciclos hidrológicos. As copas das árvores diminuem o impacto da gota da chuva ao atingir o solo, contribuem para o aumento da taxa de infiltração da água no solo e atuam como barreira, reduzindo a velocidade do escoamento superficial de água (BERNARDES et al., 2009). O sombreamento propiciado pela copa das árvores e a serapilheira formada pela deposição de folhas e ramos diminuem a incidência direta de radiação e a temperatura da superfície do solo, refletindo favoravelmente nas taxas de evaporação e no balanço hídrico do solo (MONTEITH et al., 1991; SILVA, 2013).

Nos sistemas agroflorestais com alta densidade de árvores, a água proveniente da precipitação que chega ao solo é muito menor que em uma área de lavoura solteira. A exemplo de ambientes florestais, o primeiro fracionamento da água se dá no recebimento das chuvas pelas copas das árvores, onde uma parte é temporariamente retida pela massa vegetal e em seguida evaporada para a atmosfera, processo denominado de interceptação. O restante alcança o piso como gotejamento ou precipitação interna e como fluxo que escoam pelo tronco das árvores (ARCOVA et al., 2003). Em florestas naturais ou plantadas, a quantidade de água de chuva que atinge o solo é denominada precipitação efetiva, dada pela precipitação interna e pelo escoamento pelo tronco. Precipitação interna é a chuva que atinge o piso florestal, incluindo gotas que passam diretamente pelas aberturas entre as copas e gotas que respigam do dossel. A fração da chuva que é retida temporariamente pelas copas junto com aquela que atinge diretamente os ramos e troncos e que posteriormente escoam pelo tronco das árvores, chegando ao solo, é denominada escoamento pelo tronco (OLIVEIRA JUNIOR & DIAS, 2005).

A água que escorre pelo fuste minimiza o escoamento superficial, e esse volume de água concentra-se ao redor da planta, influenciando na disponibilidade da mesma para o vegetal e pelas espécies adjacentes (LEYTON, 1983). Para que ocorra esse fenômeno é preciso primeiro que aconteça a saturação da copa, isto é, seja atingida a sua capacidade máxima de retenção de água (TONELLO et al., 2014). A forma de dispersão e o acúmulo da água no solo variam conforme a arquitetura da árvore e devem ser considerados no planejamento do SAF (Figura 5).

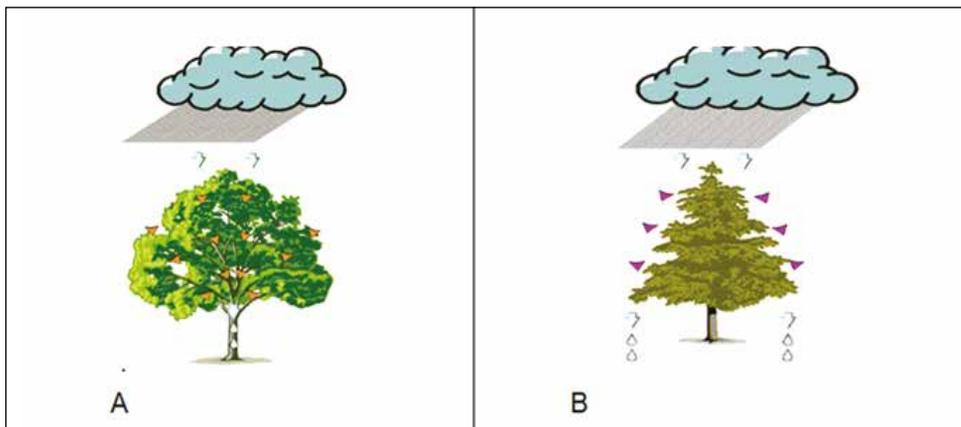


Figura 5. Distribuição da chuva na copa das árvores tipo funil (A) e tipo guarda-chuva (B)

Fonte: Extraído de Fernandes (2012)

No entanto, o consumo de água pelas árvores altera o balanço hídrico em relação a outras coberturas como pastagens e culturas anuais. Quando a distribuição das árvores não for adequadamente planejada, a disponibilidade de água para as demais culturas componentes do sistema pode ser comprometida (BERNARDES et al., 2009).

A condensação de nevoeiros e neblinas pelo efeito físico da vegetação pode contrabalançar em parte a perda pela interceptação e transpiração do componente arbóreo. Esse fenômeno é denominado precipitação oculta e ocorre principalmente em áreas montanhosas e costeiras (LEYTON, 1983).

### 3.3 Aspectos edáficos

A conservação e a manutenção da fertilidade do solo constituem um dos benefícios dos sistemas agroflorestais mais estudados e consolidados (NAIR, 1993).

Aspectos relacionados à cobertura vegetal e à ação das plantas são fatores que influenciam a estabilidade dos agregados do solo, considerada importante indicador da qualidade física do solo. Sendo assim, a cobertura vegetal destaca-se, principalmente por proteger os agregados da superfície contra a desagregação pelo impacto das gotas da chuva e de variações bruscas de umidade, bem como pelas dinâmicas interações físico-químicas e biológicas que ocorrem na rizosfera (CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990; D'ANDREA et al., 2002; ZONTA et al., 2006). A agregação é um processo que controla as propriedades físicas do solo, como a suscetibilidade à erosão. Cadisch et al.(2006). Ong et al. (1991) e RAO et al. (1998) observaram influências indiretas do componente arbóreo nos atributos físicos e biológicos do solo: melhoria da agregação e porosidade, diminuição da densidade relativa,

rompimentos de camadas compactadas do solo e aumento das populações da macrofauna e da microbiota do solo, em especial de micorrizas vesículo-arbusculares e de rizóbios.

A combinação de espécies de sistema radicular mais profundo com espécies de sistema radicular mais superficial propicia um melhor aproveitamento espacial do solo e explica em grande parte o melhor aproveitamento dos recursos.

O sistema radicular das espécies arbóreas dicotiledôneas possui ampla capacidade de se aprofundar no solo e pode ser caracterizado, quanto ao hábito de crescimento, em dois tipos principais: sistema radicular pivotante e sistema radicular ramificado. Ambos se diferenciam completamente do sistema radicular fasciculado, típico de espécies monocotiledôneas como as palmeiras e os bambus (GONÇALVES MELLO, 2000). De forma geral, espécies vegetais com sistema radicular fasciculado apresentam maior densidade de raízes finas quando comparadas às espécies arbóreas com sistema radicular pivotante ou ramificado (FURTINI NETO et al., 2000).

Segundo Gonçalves & Mello (2000), o sistema radicular pivotante – típico das espécies arbóreas pioneiras – caracteriza-se por uma raiz central bem definida e desenvolvida que penetra verticalmente no solo, a partir da qual se originam ramificações que se distribuem obliquamente em relação à raiz principal. O sistema radicular ramificado – típico das espécies secundárias e clímax – diferencia-se do anterior por não ser possível identificar nele nitidamente uma raiz principal, seja pela posição ou pelo grau de desenvolvimento.

Portanto, de forma geral, as árvores possuem sistemas radiculares mais extensos e mais profundos do que plantas herbáceas, conferindo maior potencial para capturar e reciclar elevada quantidade de nutrientes. A utilização de espécies arbóreas (dicotiledôneas e monocotiledôneas) associadas a espécies herbáceas, situação típica dos sistemas agroflorestais, amplia a área de rizosfera de forma a propiciar intensas interações físico-químicas e biológicas no perfil do solo e, conseqüentemente, promover a formação de agregados estáveis.

Em sistemas agroflorestais com a palmeira juçara, na região do litoral norte de Santa Catarina, Zambonim (2011) verificou que a estabilidade dos agregados dos solos sob esses SAFs eram superiores aos solos dos remanescentes florestais e de plantios florestais de espécies nativas adjacentes. De acordo com o autor, a presença da alta densidade da palmeira juçara nos diferentes SAFs (entre 700 e 2300 indivíduos por hectare) propiciou, em decorrência do abundante sistema radicular da espécie, elevada interação do sistema solo-planta no que diz respeito aos eventos físicos, químicos e biológicos no solo e teve forte influência positiva na formação e estabilização dos agregados do solo.

De acordo com Bernardes et al. (2009), em SAFs os teores de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, a capacidade de trocas catiônica e de saturação de bases são maiores quanto mais próxima a posição do solo em relação ao componente arbóreo do sistema.

O componente arbóreo tem papel predominante no controle da erosão do solo. Ao atravessar uma barreira de árvores, a velocidade do vento perto do solo diminui, evitando a erosão eólica e fazendo com que sua temperatura e umidade sejam modificadas. O aumento da umidade do ar a sotavento (após a passagem pela barreira vegetal) e a redução da velocidade ajudam a conservar a umidade dos solos. A cobertura do solo pela deposição de ramos, folhas, frutos e flores (liteira), associada à barreira propiciada pelas copas e caules das árvores, minimiza o impacto das gotas da chuva, melhora a infiltração e diminui o escoamento superficial da água no solo (CARPANEZZI, 2000; CADISCH et al., 2006).

O sombreamento de solos tropicais reduz o gradiente diurno e o valor máximo de sua temperatura, fator determinante para proporcionar a manutenção ou a recuperação dos teores de matéria orgânica do solo (BERNARDES et al., 2009).

A transferência da matéria orgânica da camada de liteira para o solo pela macrofauna influencia a formação dos macroporos, os quais, junto com os macroagregados, constituem os principais fatores que determinam a capacidade de infiltração da água no solo (CADISCH et al., 2006). De acordo com os autores, em sistemas agroflorestais o aumento anual da deposição de liteira no solo é seguido pelo aumento direto da macroporosidade do solo.

A liteira produzida pelos SAFs deve ser diversificada e de qualidade nutricional suficiente para cumprir as suas principais funções no sistema (manter o solo coberto e protegido contra impactos diretos da chuva e do sol, de forma a proporcionar uma maior umidade no solo, ativar e manter a biota do solo, fornecendo carbono e nutrientes liberados pela decomposição (LUIZÃO et al., 2006).

É altamente recomendado utilizar espécies que possuam capacidade de nodular e fixar nitrogênio atmosférico e de estabelecer simbiose com fungos micorrízicos. A simbiose planta + bactérias diazotrófica + fungo micorrízico adquire a capacidade de incorporar C e N ao solo, propiciando mais eficiência na absorção de nutrientes e maior tolerância aos estresses ambientais (SILVA et al., 2006). De acordo com os autores, as espécies leguminosas tropicais apresentam, em sua maioria, essas características.

A fixação biológica de nitrogênio por espécies arbóreas, a captura de N em camadas mais profundas do solo e a redução da lixiviação pela barreira de raízes promovem o aumento dos teores de N disponíveis para as culturas (ONG et al., 1991). Furtini Neto et al. (2000) apontam que a associação com micorrizas arbusculares é generalizada nas espécies florestais tropicais e, conforme descrito por Rao et al. (1998) e Bishop (1983), as espécies arbóreas potencializam a transformação de formas de P inorgânicas menos disponíveis em prontamente disponíveis para as culturas agrícolas e forrageiras. Silva et al. (2006) indicam que espécies que acidificam a região da rizosfera com mais intensidade podem incorporar formas de P de fontes pouco solúveis à biomassa, o que as torna interessantes

como estratégia para suprir as necessidades de P do sistema de cultivo. A complexação e a redução da toxidez do Al no solo são favorecidas pelo acréscimo da matéria orgânica no solo (ZONTA et al., 2006).

A realocação dos cátions Ca, Mg e K no perfil do solo, pela capacidade do sistema radicular das árvores de atingir camadas mais profundas, beneficia as culturas que possuem sistemas radiculares mais superficiais (RAO et al., 1998).

Nos denominados “bracatingais”, SAFs sequenciais de bracatinga (*M. scabrella*) tradicionalmente utilizados na Região Sul do Brasil, Mazuchowski (2014) estima que são depositados no solo, pela liteira dessa arbórea leguminosa, entre 4,5 e 10,0 toneladas de material orgânico por hectare por ano, que corresponde ao aporte anual entre 150 a 250kg de N por hectare. De forma geral, em ciclos de 7 a 10 anos, as árvores são abatidas para comercialização e nos dois a três anos subsequentes ao corte são cultivadas espécies anuais e bianuais que se beneficiam do aporte de nutrientes no solo proporcionados pela bracatinga.

Na Tabela 3, Rao et al. (1998) resumem os efeitos das árvores no solo.

Tabela 3. Principais processos de interação entre árvores, culturas e o solo em sistemas agroflorestais tropicais

Natureza do processo de interação	Processo
Fertilidade do solo: química	
Carbono	Aumentos nos teores de MOS através: Queda de liteira; Rotatividade/mortalidade de raízes; Incorporação de podas de árvores e resíduos de culturas.
Nitrogênio	Aumento da oferta de solo N através: Fixação de nitrogênio; Captura de N em camadas mais profundas do solo; Redução da lixiviação.
Fósforo	Transformação de formas P inorgânicas menos disponíveis em formas prontamente disponíveis para plantas.
Cátions (Ca, Mg, K)	Realocação no perfil do solo.
Alumínio	Ácidos orgânicos que complexam o Al; Redução localizada de possíveis efeitos de fitotoxicidade.
Fertilidade do solo: física	
	Maior estabilidade de agregados e porosidade do solo; Redução da densidade relativa do solo; Rompimento de camadas compactadas de solo.
Fertilidade do solo: biológica	
	Promoção das populações de macro e microbiota do solo; Promoção de populações de micorrizas e de rizóbios; Redução ou aumento de insetos pragas e fitopatógenos do solo.

Continua...

...continuação

<b>Natureza do processo de interação</b>	<b>Processo</b>
Concorrência	Compartilhamento de recursos: luz, água e nutrientes por árvores e lavouras/pastagens.
Microclima	Proteção contra o vento; Interceptação e redistribuição da água das chuvas; Diminuição do déficit de pressão do vapor d'água; Diminuição na incidência direta da irradiação no solo e no sub-bosque; Diminuição nas variações de temperatura do sub-bosque e do solo.
Conservação	Diminuição do escoamento superficial da água no solo; Redução da erosão do solo; Redução da lixiviação.
Plantas indesejáveis	Redução da população de plantas indesejáveis através: Mudança na composição de espécies de plantas indesejáveis; Diminuição da viabilidade de rizomas de espécies indesejáveis; Diminuição no banco de sementes de espécies indesejáveis.
Pragas e doenças	Aumento/redução de populações de pragas, parasitas e predadores.
Alelopatia	Liberção no solo de compostos bioquímicos que interferem no crescimento vegetal.

Fonte: Adaptado de RAO et al. (1998)

## 4 Funções socioeconômicas e ecológicas dos SAFs

A otimização do uso da terra, por meio da geração de alimentos, produtos florestais, energia e serviços ambientais, por meio de práticas que visam à conservação do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis e à diminuição da pressão pelo uso da terra para a produção agropecuária, constitui um dos principais objetivos dos sistemas agroflorestais de produção (DUBOC, 2008). Além dos benefícios econômicos e de subsistência diretamente obtidos com a produção agroflorestal do componente arbóreo (produtos madeiráveis e não madeiráveis), dos cultivos e criações, devem-se considerar os benefícios econômicos indiretos do sistema.

Pereira et al. (1998) apontam que sistemas agroflorestais planejados e conduzidos adequadamente apresentam Índices de Equivalência de Área (IEA) superiores a 1,0; o que significa que para gerar em produtos o equivalente ao produzido em 1,0ha no sistema agroflorestal seria necessário uma área superior a um hectare com as monoculturas separadamente.

A otimização e a intensificação do uso da terra por meio de sistema agroflorestais ganham maior importância no contexto de propriedades rurais familiares em Santa

Catarina, caracterizadas por serem de pequenas dimensões e, em muitos casos, ainda possuírem restrições legais de uso agropecuário abrangendo frações significativas da propriedade, seja pela topografia ou pela presença de corpos hídricos (margens de rios, encostas declivosas e topos de morro).

O melhor aproveitamento pelos SAFs dos recursos do solo, da água e do ar, a contribuição no controle de pragas pela diversificação biológica do agroecossistema, a melhoria da fertilidade química, física e biológica do solo, a promoção do conforto animal, entre outros, propiciam a minimização da quantidade de insumos e favorecem a rentabilidade do sistema.

Os ecossistemas naturais e os agroecossistemas fornecem uma gama de bens e serviços ambientais que são de interesse direto ou indireto do ser humano.

Além dos aspectos de conservação de solo e da água, os sistemas agroflorestais podem fornecer outros serviços ecossistêmicos relevantes, como a manutenção da biodiversidade por meio de usos de espécies florestais nativas e a imobilização de carbono e como refúgio e habitat para a fauna silvestre (WODA, 2009).

Dentre as diferentes modalidades de pagamentos por serviços ambientais discutidas no Brasil e no mundo, destaca-se a comercialização de certificados de redução de emissão de gases do efeito estufa. Os SAFs, principalmente por meio do carbono fixado nas árvores e no solo, caracterizam-se por serem agroecossistemas geradores desta categoria de serviços ambientais.

No Sistema Silvipastoril com Núcleos arbóreos (SSPNúcleos), cada hectare de pastagem é enriquecido com 40 núcleos agroflorestais sucessionais de 25m<sup>2</sup>, distribuídos de forma equidistante na área. Exclusivamente composto por espécies nativas e com diversidade funcional, o SSPNúcleos visa ao sombreamento da pastagem, ao aumento da renda e à reabilitação dos serviços ecossistêmicos, principalmente pelo incremento da biodiversidade (SILVA et al., 2020). Em estudo desenvolvido no município de Santa Rosa de Lima, região do litoral sul de SC, Silva et al. (2020) estimaram o C estocado na biomassa aérea de 437 indivíduos arbóreos, com 6 anos de idade, de 30 espécies presentes em 49 núcleos agroflorestais. Segundo os autores, o sistema não afetou negativamente a produção de biomassa e o carbono estocado por hectare no dossel forrageiro; e o componente arbóreo constituiu um importante sumidouro de carbono com potencial para mitigar o impacto da pecuária convencional nas mudanças climáticas. De acordo com Battisti et al. (2018) e Battisti et al. (2020), o SSPNúcleos também se mostrou promissor em relação à melhoria dos atributos físicos e químicos do solo.

Os núcleos agroflorestais com arbóreas nativas, distribuídos na paisagem de pastagens, desempenham importante função como refúgios da fauna e podem facilitar a conectividade entre remanescentes florestais adjacentes.

Em estudo no município de Biguaçu, SC, região de abrangência da Floresta Ombrófila Densa – em um sistema silvibananeiro (SAF multiestratificado e concomitante), – Zambonim et al. (2013) constataram a densidade de 608 “toiceras” bananeiras ha<sup>-1</sup>, sombreadas por 308 indivíduos arbóreos nativos ha<sup>-1</sup>, pertencentes a sete famílias botânicas distintas. Os autores estimaram um total de 72,4Mg de C ha<sup>-1</sup> estocados no componente arbóreo (parte aérea e sistema radicular) do SAF. Tiepolo et al. (2002), em levantamento no litoral paranaense de uma Floresta Ombrófila Densa, em estágio médio-avançado de regeneração, estimou em 92Mg de C ha<sup>-1</sup> no componente arbóreo. Ressalte-se que esta área pesquisada por Tiepolo et al. (2002) no litoral do Paraná é destinada exclusivamente para conservação da biodiversidade e para comercialização de créditos de carbono, não gerando, portanto, produtos agrícolas como nos sistemas silvibananeiros.

Hanisch et al. (2019) destacam que na Região Sul do Brasil, sistemas agroflorestais tradicionais, denominados caívas, são conduzidos de forma a manter o dossel arbóreo da Floresta de Araucária (Floresta Ombrófila Mista) combinando com a colheita de folhas e ramos da erva-mate e a pecuária. Segundo esses autores, nas caívas, a regeneração das espécies arbóreas constitui um processo dinâmico e presente, o que o caracteriza como um sistema produtivo de alta resiliência no tocante à conservação da biodiversidade.

A intensidade dos serviços ecossistêmicos prestados por um SAF varia de acordo com a complexidade das inter-relações entre os componentes e o ambiente e das características ecofisiológicas das espécies que o integram. O número de espécies cultivadas, o número de espécies nativas presentes, os períodos (ciclos) dos componentes arbóreos no sistema, o número de estratos ocupados acima e abaixo do nível do solo, o percentual de cobertura do solo, o grau de cobertura de espécies cultivadas que captam nitrogênio e mobilizam fósforo e a espessura da camada de liteira, entre outros fatores, podem ser utilizados como critérios para valorar e estabelecer comparativos dos serviços ecossistêmicos prestados pelos SAFs (WODA, 2009).

O reconhecimento científico dos serviços ecossistêmicos prestados pelos SAFs é consolidado no Brasil e no mundo, inclusive com metodologias desenvolvidas para análise, mensuração e valoração desses serviços com vistas a subsidiar programas de pagamentos por serviços ambientais (PSA) (BÖRNER, 2009; WODA, 2009). O código florestal brasileiro (BRASIL, 2012), por reconhecer os serviços ecológicos prestados pelos SAFs, permite no contexto da agricultura familiar a utilização desses sistemas como estratégia de recuperação e regularização ambiental de áreas de preservação permanente.

## 5 Práticas agroflorestais

Mesmo em regiões próximas ou com características edafoclimáticas muito semelhantes, não é frequente encontrar sistemas agroflorestais idênticos, nem naqueles que contemplam as mesmas espécies vegetais (arbóreas e agrícolas). As espécies e os arranjos espaciais e temporais variam de acordo com os objetivos do SAF, com as características da propriedade (solo, clima, relevo...), com a disponibilidade de mão de obra e também com aspectos culturais dos produtores. No entanto, as principais práticas agroflorestais adotadas nos mais diferentes ecossistemas são muito similares.

As práticas agroflorestais consistem em intervenções específicas, normalmente um arranjo entre os componentes agroflorestais no espaço e no tempo, que são aplicadas nos sistemas agropecuários de produção para melhoria da produtividade (MEDRADO, 2000; DUBOIS, 2008). A organização do componente arbóreo nos sistemas agroflorestais compreende uma ampla gama de possibilidades, conforme exemplificado por Medrado (2000) na Figura 6.

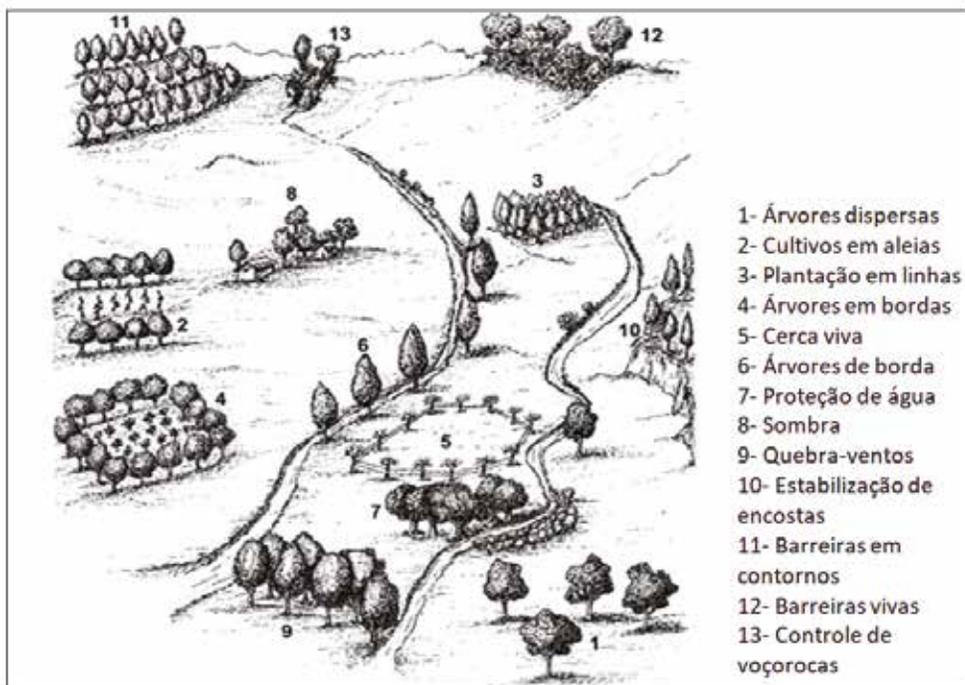


Figura 6. Possibilidades de organização do componente arbóreo nos sistemas agroflorestais  
Fonte: Extraído de Medrado (2000) adaptado de Martinez Higuera (1989)

## 5.1 Quebra-ventos e cercas vivas

A adoção de quebra-ventos minimiza os efeitos indesejáveis de ventos intensos nas culturas. Os ventos podem causar danos mecânicos às folhas, o que favorece a incidência de fungos e bactérias, como no caso das bananeiras e do cafeeiro, por exemplo (DUBOIS, 2008). Segundo o autor, devem-se implantar o quebra-ventos perpendicularmente aos ventos predominantes e de forma que a barreira de árvores seja permeável, ou seja, é indicado que parte do vento passe por entre as árvores. Recomenda-se utilizar no mínimo três fileiras de árvores, sendo as linhas externas constituídas por arbóreas de porte baixo ou médio e a fileira do meio com porte alto. Espécies com copas flexíveis e perenifólias, alternadas com algumas caducifólias, são as mais indicadas (Figura 7). A distância entre dois quebra-ventos deve ser igual, ou no máximo, a 20 vezes a altura média das arbóreas de maior crescimento vertical nos quebra-ventos (DUBOIS, 2008).

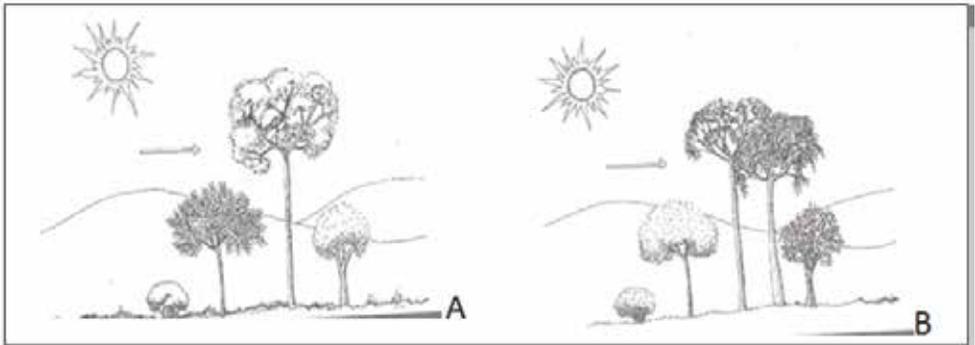


Figura 7. Desenho esquemático de quebra-ventos com 4 (A) e 5 (B) fileiras de árvores

Fonte: Extraído de Dubois (2008)

A utilização de barreiras com espécies arbóreas seguindo as curvas de nível (plântio em contorno) ou ao longo de estradas internas da propriedade constitui estratégia importante para minimizar o escoamento superficial e o processo de erosão do solo (Figura 8c). A implantação de cercas vivas com árvores em linhas (delimitando as divisas entre propriedades, separando glebas de plântio), ou como moirões vivos para delimitação de piquetes para pecuária, contribui para diversificação da paisagem (Figura 8a e 8b). O componente arbóreo nesses casos –a depender das espécies utilizadas – propicia a produção madeireira, a oferta de alimentos (pólen, néctar e exsudatos) para insetos polinizadores e ainda funciona como poleiro para aves, habitat e abrigo para inimigos naturais benéficos ao controle biológico de pragas agrícolas (DUBOIS, 2008).



Figura 8. a) Palmeira juçara para produção de frutos delimitando áreas produtivas de hortaliças em Itajaí, SC; b) Palmeira-real-australiana para produção de palmito delimitando áreas de arroz irrigado em Guaramirim, SC; c) Plantio em contorno de feijão guandu em pomar de sementes de palmeira-real-australiana, Epagri – Estação Experimental de Urussanga, SC

Fotos (a e b): Fábio Zambonim

Foto (c): Ademar Brancher

## 5.2 Árvores dispersas de forma irregular

A manutenção de árvores dispersas de forma irregular em consórcio com cultivos agrícolas ou atividades pecuárias é uma prática tradicionalmente utilizada por agricultores familiares em SC. Consiste na manutenção, de forma esparsa, de arbóreas florestais nativas de valor econômico ou de serviço. Os plantios de espécies agrícolas (anuais, bienais ou perenes) e pastagens são feitos entre as florestais, cujo espaçamento é definido de forma aleatória, conforme sua regeneração natural. Importante ressaltar a necessidade de uma avaliação por um técnico responsável no caso de implantação desse sistema em áreas de remanescentes florestais em estágio médio ou avançado de regeneração, uma vez que existem limitações legais no manejo da regeneração natural dessas áreas.

As práticas de manejo nesses sistemas consistem em controle de plantas invasoras, seja por roçada mecânica ou controle químico (herbicida), e manejo da fertilidade do solo (adubação verde, cobertura morta e, ou, adubação de cobertura nas culturas de interesse econômico). Em Santa Catarina destacam-se os seguintes sistemas:

a) Sistemas silvibananeiros: A espécie âncora, isto é, a que representa a principal renda do sistema silvibananeiro, é a bananeira. Cultivada sob a sombra de espécies arbóreas nativas e demais frutíferas, esse sistema tradicional é desenvolvido nas encostas da vertente atlântica desde o litoral sul dos estados do RJ, litoral de SP e de SC, até o litoral norte do RS (DUBOIS, 2008). No litoral norte do RS e no litoral catarinense, a palmeira juçara (*E. edulis*) é abundante nesses consórcios, com destaque pela renda obtida pela colheita de seus frutos para a fabricação da bebida açai (ZAMBONIM et al., 2013; 2017; COELHO, 2017).

Em SC as seguintes espécies madeireiras nativas são frequentemente encontradas ocupando o dossel superior: embaúba (*Cecropia pachystachya*), guarapuvu (*Schyzolobium parahyba*), canela-nhoçara (*Nectandra membranacea*), *Marlierea edulis* (Cambucá) e camboatá vermelho (*Cupanea vernalis*), entre outras. Espécies frutíferas como abacateiro (*Persea americana*), limoeiro cravo (*Citros limonia*), a bergamoteira (*Citrus reticulata*) e o mamoeiro (*Carica papaya*) também se adaptam e aparecem nesses sistemas. No litoral de SC foram identificados, em sistema silvibananeiros de Garuva e Biguaçu, três estratos verticais bem definidos (ZAMBONIM et al., 2013; 2017):

- i) Inferior: altura < 7,0m (dominado pelas bananeiras);
- ii) Médio: 7,0 m ≤ altura ≤ 12m (dominado pela palmeira juçara e algumas frutíferas) e;
- iii) Superior: Altura >12m (dominado pelas arbóreas nativas).

O café arábica foi cultivado durante décadas em um sistema muito semelhante ao silvibananeiro em SC, inclusive fazendo parte dele (BISSO et al., 2019). Com grande potencial de renda a partir da produção de cafés especiais, nesse contexto ele ocupa o estrato inferior do sistema, sombreado também pelas bananeiras (Figura 9).



Figura 9. a) Sistema silvibananeiro com predominância de palmeira juçara (*E. edulis*) para produção de frutos em Schroeder, SC; b) Sistema silvibananeiro com predominância de café arábica em Major Gercino, SC; c) Sistema silvibananeiro com predominância da embaúba (*Cecropia* sp.) em Major Gercino, SC

Fotos: Fábio Zambonim

### b) Erva-mate sombreada

Mattos (2011) considera que os ervais sombreados, sob a floresta nativa, podem ser separados em dois grupos de acordo com o manejo adotado: Manejo Tradicional Simplificado (caracterizado pela pouca intervenção humana) e Manejo Tradicional de Caíva (explorado com práticas locais de manejo, criação de animais no sub-bosque e intervenção humana intensa). As estruturas florestais encontradas para estas tipologias apresentam densidades (árvores por hectare) variadas. Para a primeira encontraram-se, em média, de 1.066,7 plantas de erva-mate/ha a 5.975,8 plantas/ha (para todas as plantas). Já para a segunda, encontraram-se, em média, de 323,7 erva-mate/ha e 805,0 plantas/ha (para todas as plantas). De acordo com levantamento realizado por Hanisch et al. (2010), em caívas na região do Planalto Norte de SC, *A. angustifolia*, *Myrcia* sp., *O. porosa*, *C. dinisii* e *I. paraguariensis* foram as espécies que apresentaram maior valor de importância no sistema produtivo (Figura 10).

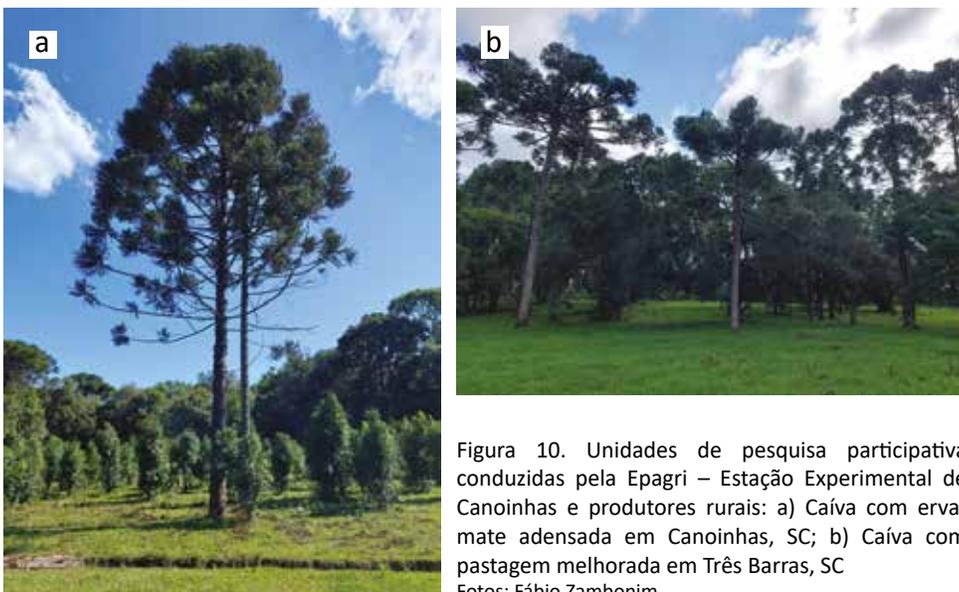


Figura 10. Unidades de pesquisa participativa conduzidas pela Epagri – Estação Experimental de Canoinhas e produtores rurais: a) Caíva com erva-mate adensada em Canoinhas, SC; b) Caíva com pastagem melhorada em Três Barras, SC  
Fotos: Fábio Zambonim

## 5.3 Taunguia

A prática denominada “taunguia” consiste no cultivo de espécies agrícolas de ciclo curto de forma a otimizar o uso de áreas destinadas a plantios florestais. O uso agrícola é temporário (até 4 anos) e, uma vez concluída a safra agrícola, as árvores que foram plantadas de forma intercalada com a lavoura formam uma floresta de rendimento (DUBOIS, 2008).

No sul do Brasil uma adaptação do sistema taunguia é bastante difundida em um sistema denominado **bracatingal**, onde se estabelece inicialmente o plantio da bracatinga (*M. scabrella*) por mudas ou pela regeneração natural (dependendo da área) e cultiva-se, de forma intercalada com as mudas florestais, espécies como o milho, feijão, mandioca, etc. durante três anos aproximadamente, dependendo do crescimento da bracatinga. Quando as árvores atingem o ponto de colheita (entre 5 e 8 anos), realiza-se o corte raso na área total e cultivam-se novamente, sem revolvimento do solo, as espécies agrícolas por mais dois anos de forma a aproveitar a adubação resultante da biomassa das arbóreas que não foram exportadas pela colheita da madeira ou incorporadas ao solo (serapilheira e ciclagem de nódulos e raízes durante o crescimento das árvores). Os bancos de sementes no solo das bracatingas e de espécies arbóreas e regenerantes são manejados para um novo ciclo madeireiro até o corte posterior, reiniciando-se o processo com um novo cultivo agrícola. Importante ressaltar que nos “bracatingais” estabelecidos o solo mantém-se sempre coberto, seja pela copa da cultura florestal, pela serrapilheira, pelos cultivos agrícolas, ou seja pela biomassa (resteva) não exportada pelas colheitas dos produtos agrícolas e madeireiros ali produzidos (Figura11).



Figura 11. Bracatingal em ponto de corte para energia (a) e lavoura de mandioca conduzida sob a palhada (resteva) após a retirada da madeira e em consórcio com as mudas regenerantes de bracatinga (b), em Biguaçu, SC

Fotos: Aires Carmem

A prática da “taunguia” também se dá pelo cultivo de espécies agrícolas (milho, feijão, etc.) ou forrageiras nas entre linhas de plantios florestais convencionais (pinus ou eucalipto, por exemplo) nos primeiros dois a três anos de implantação da espécie madeireira, de acordo com o espaçamento e o crescimento das árvores e a incidência de luz solar nas entrelinhas. Essa prática propicia a otimização do uso da terra em áreas destinadas à produção florestal, antecipando receitas financeiras dessas áreas de florestas plantadas pela comercialização da produção agrícola. A cobertura do solo nas entre linhas, propiciada pela cultura agrícola (seja pelo período vegetativo ou pelos restos culturais

após a colheita) nos primeiros anos do plantio florestal, antes do fechamento pelas copas das árvores, minimiza possíveis efeitos indesejáveis de solos expostos à ação das chuvas e dos ventos e da radiação solar (Figura 12).

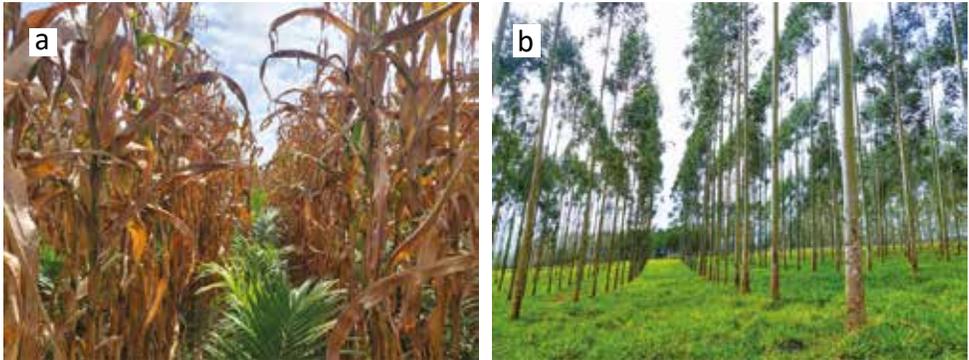


Figura 12. a) Plantio de milho nas entrelinhas da palmeira real australiana cultivada para obtenção de palmito no primeiro ano de implantação da palmeira na Epagri – Estação Experimental de Itajaí, SC; b) Sistema silvipastoril com pastagem nas entrelinhas de eucalipto no Alto Vale do Itajaí, SC

Fotos: Fábio Zambonim e Juliane Knapik

## 5.4 Cultivo em aleias

O cultivo em aleias (ou *alley cropping*) é considerado uma prática agroflorestal em que renques ou fileiras de árvores, geralmente fixadoras de nutrientes, são combinados com outros cultivos agrícolas nas entre linhas (MONTAGNINI, 1992). Por se tratar de uma prática que possibilita mecanização e práticas convencionais utilizadas em sistemas monoculturais, torna-se uma das mais aceitas no meio técnico (SILVA, 2013). Os renques de árvores devem ser manejados (podas e desbastes) para obtenção de serviços agrônômicos ou diretamente para exploração de produtos madeireiros e não madeireiros, a depender do objetivo, da escolha das espécies e do arranjo espacial do sistema. As formas mais comuns de obtenção dos serviços nesse sistema é a aplicação da biomassa das podas das árvores como cobertura morta para as espécies agrícolas consorciadas (fonte de nutrientes e controle de plantas invasoras).

De acordo com Santos et al. (2009), o uso de leguminosas em sistema de aleias como aporte de matéria orgânica ao solo pode ser uma alternativa viável para o uso sustentável dos solos dos trópicos úmidos. Loss et al. (2009) observaram que aleias formadas pela combinação de espécies leguminosas de alta e de baixa relação carbono e nitrogênio (C/N) na biomassa favorecem o aumento da matéria orgânica facilmente decomponível no solo. Essa fração do carbono está associada à disponibilidade de nutrientes e à formação de macroagregados do solo.

O sombreamento também é um serviço utilizado quando consorciado com espécies que demandam essa condição, como o cafeeiro, o cacaueteiro e a palmeira juçara, por exemplo (Figura 13).



Figura 13. Cultivo em aleias: a) *Flemingia macrophila* como fonte de nutrientes e cobertura morta pela poda da biomassa e aplicação na entrelinha do milho, na Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ; b) Área preparada com flemingea (sombreamento) e feijão-de-porco (adubação verde) para o plantio da palmeira juçara, na Epagri – Estação Experimental de Itajaí, SC; c) Gliricidea fornecendo sombreamento para espécies ornamentais e também cobertura morta e nutrientes pela poda de seus ramos. Embrapa Agrobiologia, Seropédica –RJ  
Fotos: Fábio Zambonim

## 5.5 Quintais agroflorestais

Os quintais agroflorestais constituem uma prática muito antiga, presente em todas as partes do mundo. Eles são utilizados principalmente para garantir as necessidades básicas de famílias ou comunidades pequenas, mas funcionam também como fonte de renda pela comercialização de produtos excedentes. São caracterizados pela alta complexidade, múltiplos estratos verticais e diversos produtos (ervas medicinais, frutíferas, temperos, hortaliças com ou sem a presença de animais como galináceos, ovinos, caprinos e porcinos) (MONTAGNINI, 1992; SILVA, 2013). O arranjo espacial nesse sistema, em geral, segue as necessidades mais imediatas do produtor rural e normalmente não atende uma distribuição uniforme dos componentes. De acordo com Silva (2013), são sistemas que podem e devem ser aprimorados e ampliados comercialmente pelo elevado potencial produtivo por unidade de área e grande estabilidade, com elevada diversidade de espécies, mecanismos de controle biológicos estabelecidos e ciclagem de nutrientes (Figura 14).



Figura 14. Quintal agroflorestal com eucalipto, bananeira, abacaxi e café arábica em Canelinha, SC  
Foto: Fábio Zambonim

## **6 Considerações finais**

A inserção do componente arbóreo nos sistemas agropecuários possibilita o incremento de renda, a oferta de serviços ecossistêmicos e a conservação do solo e da água. As inúmeras possibilidades de planejamento e o estabelecimento de distintos arranjos espaciais e temporais dos componentes dos SAFs permitem que esse sistema produtivo diversificado e conservacionista seja adotado nos diferentes ecossistemas que integram os biomas brasileiros. Embora existam exemplos consolidados e estudos técnico-científicos que demonstram a viabilidade ecológica e socioeconômica do uso de SAFs na Amazônia, no Cerrado, na Caatinga e na Mata Atlântica, ainda é pequena a parcela de produtores que os adota em SC, seja pela falta de reconhecimento pelos órgãos financiadores ou pela falta de fomento e ATER.

## Referências

- ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V.; ROCHA, P.A.B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha-SP. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.257-262, 2003.
- ANDROCIOLI FILHO, A.; LIMA, F. B.; TRENTO, E.J.; CARNEIRO FILHO, F.; CARAMORI, P.H.; SCHOLZ, M.B.S. Caracterização da qualidade da bebida dos cafés produzidos em diversas regiões do Paraná. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais [...]**. Brasília, 2003. p.256-257.
- BATTISTI, L.F.Z.; SCHMITT FILHO, A.L.; LOSS, A.; DE ALMEIDA SINISGALLI, P.A. Soil chemical attributes in a high biodiversity silvopastoral system. **ACTA AGRONOMICA**, v.67, p.486-493, 2018.
- BATTISTI, L.F.Z.; SCHMITT FILHO, A.L.; LOSS, A.; FARLEY, J. Atributos físicos do solo em um sistema silvipastoril com núcleos arbóreos no estado de Santa Catarina. **HOLOS**, v. 36, p. e9473, 2020.
- BERNARDES, S.M.; PINTO, L.F.G.; RIGUI, A.C. Interações Biofísicas em Sistemas Agroflorestais. *In*: PORRO, R. (Ed). **Alternativa Agroflorestal na Amazônia em Transformação**. Brasília: Embrapa, 2009. p. 453-476.
- BISHOP, J.P. Tropical forest sheep on legume forage/fuelwood fallows. **Agroforest Syst.**, v.1, n.2, p.79–84, 1983
- BISSO, F.P; RICE. W.S; ZAMBONIM, F.M.; NACHTIGALL, A.M.; PAIVA, L.C. SCHMEDLER, G.; OLIVEIRA, D. Produção de cafés especiais no estado de Santa Catarina, Brasil: aspectos climáticos e avaliação qualitativa de grãos. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10, Vitória. **Anais[...]** Vitória, 2019. Disponível em: <http://www.consorciopesquisacafe.com.br/ojs/index.php/SimposioCafe2019/article/view/557/397>. Acesso em: 03 julho 2023
- BÖRNER, J. Serviços ambientais e adoção de sistemas agroflorestais na Amazônia: elementos metodológicos para análises econômicas integradas. *In*: PORRO, R. (Ed). **Alternativa Agroflorestal na Amazônia em Transformação**. Brasília: Embrapa, 2009. p. 411-433.

BOVI, M.L.A. Palmito-Juçara. *In*: Instituto Agronômico (Org.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: instituto agronômico, 1998, p.264-268.

BRASIL. **Lei no 12.651 de 25 de maio de 2012**. Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 28 fev. 2024.

CADISCH, G.; MUTUO, P.; MERCADO, A.; HAIRIA, K.; NYAMUGAFATA, P.; BOYE, A.; ALBRECHT, A. Organic Matter Management in Tropical Agroforestry Systems: Soil Quality, Soil C Storage, and Soil Atmosphere Gas Exchange. *In*: GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; FREITAS, M.S.M.; VIANA, A.P.; JASMIN, J.M.; MARCIANO, C.R.; CARNEIRO, J.G.A. (Ed.). **Sistemas Agroflorestais: Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável**. Campos dos Goitacazes: UENFE, 2006. p.275-290.

CALDEIRA, M.V.W.; CHITOLINA, P.C.; SELLE, G.L.; OLIVEIRA, O.S.; WATZLAWICK, L.F. Efeito de diferentes níveis de sombreamento no palmiteiro em viveiro. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.9, n.1, p.36-37, 1996.

CARPANEZZI, A.A. Benefícios Indiretos da Floresta. *In*: GALVÃO, A.P.M (Org.). **Reflorestamento de Propriedades Rurais para Fins Produtivos e Ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p.19-56.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de Agregação e qualidade de agregados de Latossolo Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.99-105, 1990.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Blücher, 1999. 236p.

COELHO, G.C. Ecosystem services in Brazilian's southern agroforestry systems. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.20, p.475-492, 2017.

D'ANDREA, A.F.; SILVA, M.L.N. CURTI, N.; FERREIRA, M.M. Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos cerrados no sul do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p.1047-1054, 2002.

DESPONTIN, M.A. As interações do microclima nos sistemas agroflorestais (SAFS). *In*: RIGUI, C.A. & BERNARDES M.S. (Ed). **Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais**. Piracicaba: ESALQ, 2018. p. 89-102.

DUBOC, E. Sistemas agroflorestais e o Cerrado. *In*: FALEIRO, G.F.; FARIAS NETO, A.L. (Org.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. 1.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008, p. 965-985.

DUBOIS, J. Introdução. *In*: MAY, P. H; TROVATO, C. M. M. (Coord.). DEITENBACH, A; FLORIANI, G.S.; DUBOIS, J.C.L; VIVAN, J.L. (Org.). **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: MDA, 2008. P.17-40.

ENGEL, V.L. **Introdução aos Sistemas Agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999. 70p.

FAVRETO, R.; MODEL, N.S.; TONIETTO, A. Sigatoka Negra, fatores do ambiente e sistemas agroflorestais em bananais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 13, p.95-104, 2007.

FERRERA, T.S. **Parâmetros fenométricos e qualidade da erva-mate em função do sombreamento, vento e cobertura vegetal do solo**. 2015. 131f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

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

FERNANDES, J.L.M. **Água**: Guia de Educação Ambiental. Santa Cruz do Sul: AFUBRA. 2012. 74p.

FRANKE, I.L.; FURTADO, S.C. **Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade**. Rio Branco: EMBRAPA, 2001. 51p.

FURTINI NETO, A. E; SIQUEIRA, J.O.; CURTI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. *In*: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.351 – 383

GARCIA, R.; TONUCCI, R. G. GOBBI, K.F. Sistemas Silvipastoris: uma integração Pasto, Árvore e Animal. *In*: OLIVEIRA NETO, S.N.; VALE, A.B.; NACIF, A.P; VILAR, M.B.; ASSIS, J.B. (Org.). **Sistema Agrossilvipastoril Integração Lavoura, Pecuária e Floresta**. Viçosa: SIF, 2010. p.123 – 166.

GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. *In*: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V. (Ed). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.221 – 267.

HANISCH, A.L.; VOGT, G.A.; MARQUES, A.C; BONA, L.C.; BOSSE, D.D. Estrutura e composição florística de cinco áreas de caíva no Planalto Norte de Santa Catarina. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 303-310, 2010.

HANISCH, A.L.; NEGRELLE, R.R.; PINOTTI, L.C. Intensification of animal production in traditional agroforestry systems. *In*: WORLD CONGRESS ON AGROFORESTRY, 4., 2019, Montpellier, França. **Abstracts**[...] Montpellier: CIRAD, 2019. p.697.

LEYTON, L. Cropwater use: principles and some considerations of agroforestry. *In*: HUXLEY, P. A. (Ed.). **Plant Research and Agroforestry**. Nairobi: ICRAF, 1983. p.379 -400

LOSS, A.; PEREIRA, M.; FERREIRA, E.P.; SANTOS, L.L.; BEUTLER, S.J.; FERRAZ-JUNIOR, A.S.L. Frações oxidáveis do carbono orgânico do solo em sistema de aleias sob Argissolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.867-874, 2009.

LUDGREN B.O.; RAIN TREE J.B. Sustained Agroforestry. *In*: NESTEL B. (Ed.). **Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia**. Netherland: ISNAR, 1982. p.37.49.

LUIZÃO, F.J.; TAPIA-CORAL, S.; GALLARDO-ORDINOLLA, J.; SILVA, G.C.; LUIZÃO, R.C.C; TRUJILLO-CABRERA, L.; WANDELLI, E.; FERNANDES, E.C.M. Ciclos Biogeoquímicos e Agroflorestas na Amazônia. *In*: GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; FREITAS, M.S.M; VIANA, A.P.; JASMIN, J.M.; MARCIANO, C.R.; CARNEIRO, J.G.A. (Ed.). **Sistemas Agroflorestais: Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável**. Campos dos Goitacazes: UENFE, 2006. p.87 – 100.

LUNZ, A. M. P.; BERNARDES, M. S.; RIGUI, C. A.; FAVARIN, J. L., COSTA, J. D.; CAMARGO, F. T. Uniformidade de maturação e classificação por tamanho de grãos de café arábica sombreado e a pleno sol. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL*, 5, 2007, Águas de Lindóia. **Anais[...]** Brasília, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/505949/1/16845.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2023

MACEDO, J.H.P.; RITTERSHOFER, F.O. DESSEWFFY, A. **A silvicultura e a indústria do palmito**. Porto Alegre: Secretaria do Estado do Rio Grande do Sul, 1978. 61p.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, L.P.C. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmiteiro. *In: REIS, M.S. & REIS, A. (Org.). **Euterpe edulis Martius – (Palmitero) biologia, conservação e manejo***. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.23-38.

MARQUES, J.R.B.; MONTEIRO, W.R. Substituição sustentável de eritrina por seringueira em SAF de cacauero. **Agrotropica**, v.28, n.2, p.101-122, 2016.

MATTOS, A.G. **Caracterização das práticas de manejo e das populações de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. Sant. Hil) nativa em exploração no planalto norte catarinense**. 178f. 2011. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. Centro de Ciências Agrárias). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2011.

MAZUCHOWSKI, J.Z. Implantação e Manejo de Bracatingais. *In: MAZUCHOWSKI, J.Z.; RECH, T.D.; TORESAN, L. (Org.). **Bracatinga - *Mimosa Scabrella* Bentham**: Cultivo, manejo e usos da espécie*. Florianópolis: Epagri, 2014. p.126 a 160

MEDRADO, M.J.S. Sistemas Agroflorestais: Aspectos Básicos e Indicações. *In: GALVÃO, A.P.M (Org.). **Reflorestamento de Propriedades Rurais para Fins Produtivos e Ambientais: um guia para ações municipais e regionais***. Brasília: EMBRAPA, 2000. p.19-56.

MILLER, P.R. Construindo a complexidade: o encontro de paradigmas agroflorestais. *In: PORRO, R. (Ed). **Alternativa Agroflorestal na Amazônia em Transformação***. Brasília: Embrapa, 2009. p.537-557.

MONTAGNINI, F. **Sistemas agroflorestales: principios y aplicaciones em los tropicos**, San José: OTS, 1992. 622 p

MONTEITH, J.L.; ONG, C.K.; CORLETT, J.E. Microclimatic interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and management**, v.45, p.31-44, 1991.

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. 499p.

OLIVEIRA JUNIOR, J.C.; DIAS, H.C.T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v.29, n.1, p.6-15, 2005.

ONG, C.K.; CORLETT, J.E.; SINGH, R.P.; BLACK, C.R. Above and below ground interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 45, p.45–47, 1991.

OTS/ CATIE. Organización de Estudios Tropicales; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. **Sistemas agroflorestales: principios y aplicaciones en los trópicos**. San José: OTS/ CATIE, 1986.

PASSOS, C.A.M. **Aspectos Gerais dos Sistemas Agroflorestais**. Itabuna: Ceplac 1998. 57p.

PENEIREIRO, F.M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. 1999.149f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba: SP, 1999.

PEREIRA, A.V.; PEREIRA, E.B.C; FIALHO, J.F.; JUNQUEIRA, N.T.V.; MACEDO, R.L.G.; GUIMARÃES, R.J. **Sistemas agroflorestais de seringueira com cafeeiro**. Planaltina: Embrapa, 1998. 77p.

POLETTO, I. MUNIZ, M. F. B.; CECENI, D. E.; MEZZOMO, R.; RODRIGUES, J. Influência da inoculação de *Fusarium spp.* e níveis de sombreamento no crescimento e desenvolvimento da erva-mate. **Ciência Florestal**, v.20, n.3, p.513-521, 2010.

RAO, M.R., NAIR, P.K.R., ONG, C.K. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. **Agroforest. Syst.**, v.38, p.3–50, 1998.

SÁ, T.D.A. Aspectos climáticos associados a sistemas agroflorestais: implicações no planejamento e manejo em regiões tropicais. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1.; 1994, Porto Velho. **Anais[...]**. Colombo, 1994, p.391-429.

SANTOS, L.L.; LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; FERREIRA, E.P.; FERRAZ-JUNIOR, A.S.L. Carbono das Frações Húmicas de Argissolo Vermelho-Amarelo sob Sistemas de Cultivo em Aleias, São Luís, MA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, p.2455-2459, 2009.

SILVA, A.A.; SCHMITT FILHO, A.L.; KAZAMA, D.C.S.; LOSS, A.; SOUZA, M.; PICCOLO, M. de C.; FARLEY, J.; SINISGALI, P.A.A. Estoques de carbono e nitrogênio no Sistema Silvopastoril com Núcleos: a nucleação aplicada viabilizando a pecuária de baixo carbono. **Research, Society and Development**, v.9, n.10, e2799108589, 2020.

SILVA, G.T.A.; RESENDE, A.S.; CAMPELLO, E.F.C. Importância da Fixação Biológica de Nitrogênio na Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais. *In*: GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; FREITAS, M.S.M; VIANA, A.P.; JASMIN, J.M.; MARCIANO, C.R.; CARNEIRO, J.G.A. (Ed.). **Sistemas Agroflorestais: Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável**. Campos dos Goitacazes: UENFE, 2006. p.257 - 274.

SILVA, I.C. **Sistemas Agroflorestais: conceitos e métodos**. Itabuna: SBSAF, 2013. 308p.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERRETI, A.R. Measuring and Monitoring Carbon Stocks at the Guaraqueçaba Climate Action, Project, Paraná, Brazil. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST CARBON SEQUESTRATION AND MONITORING, 2002. Taiwan. **Anais[...]** Taiwan: TFRI, 2002. p.98-115.

TONELLO, K.C.; GASPAROTO, E.A.G.; SHINZATO, E.T.; VALENTE, R.O.A.; DIAS, H.C.T. Precipitação efetiva em diferentes formações florestais na Florestal Nacional de Ipanema. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n. 2, p. 383-390, 2014.

VARELLA, A. C.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; RIBASKI, J.; SOARES, A. B.; MORAES, A. de; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C. de; BARRO, R. S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil. *In*: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. Brasília: Embrapa, 2012. p.436-460.

VEIGA, M.; BASSI, L.; ROSSO, A. Degradação do solo e da água. *In*: SANTA CATARINA, Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, Manejo e Conservação do Solo e da Água**. Florianópolis: Epagri, 1994. p.73-97.

VERGARA, N.T. **Integral agroforestry**: a potential strategy for stabilizing shifting cultivation and sustaining productivity of the natural environment. Honolulu: Environment and Policy Institute, 1981.

VIEIRA, C. **O feijão em sistemas consorciados**. Viçosa: UFV, 1985. 134p.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J.; GUYOT, B.; GÉNARD, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **J. Sci. Food Agric.**, v.86, 2006. p.197-204, DOI: 10.1002/jsfa.2338

YAMAZOE, G.; MOURA NETO, B.V.; DIAS, A.C. Comportamento de *Euterpe edulis* Mart., plantado sob diferentes intensidades luminosas. *In: Boletim Técnico do Instituto Florestal*, v.40, 1986. p.133-141

WODA, C. Indicadores para serviços ambientais em sistemas agroflorestais: um estudo de caso no nordeste paraense. *In: PORRO, R. (Ed). Alternativa Agroflorestal na Amazônia em Transformação*. Brasília: Embrapa, 2009. p.435 – 451.

ZAMBONIM, F.M. **Agrossilvicultura de Euterpe edulis Martius: efeitos nas características físicas e químicas do solo e proposta de recomendação de adubação da cultura no Estado de Santa Catarina**. 2011. 87f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2011.

ZAMBONIM, F.M.; LICHTENBERG, L.A.; BRASIL, C.L.; PERUCH, L.A.M.; SALERNO, A.R.; SILVA JÚNIOR, A.A. Estimativa do estoque de carbono no componente arbóreo de um sistema agroflorestal de produção de banana em clima subtropical úmido. *In: REUNIÃO INTERNACIONAL DA ASSOCIAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO INTEGRAL DAS MUSÁCEAS (BANANAS E PLÁTANOS)*, 20., 2013, Fortaleza. **Anais[...]** Cruz das Almas, BA: 2013. p. 240-240.

ZAMBONIM, F.M.; MILLER, P.R.M.; MARIGUELE, K.H. Caracterização e estoque de carbono de um Sistema Agroflorestal de Palmeira Juçara em Clima Subtropical Úmido. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAÚDE, CIÊNCIA E TERRITÓRIO*, 4, 2017, Lages. **Anais[...]** Lages, 2017. p. 286-293.

ZONTA, E.; BRASIL, F.C.; GOI, S.R.; ROSA, M.M.T. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. *In: FERNANDES, M.S. (Ed). Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006. p 7-52.



[www.epagri.sc.gov.br](http://www.epagri.sc.gov.br)



[www.youtube.com/epagritv](http://www.youtube.com/epagritv)



[www.facebook.com/epagri](http://www.facebook.com/epagri)



[www.twitter.com/epagrioicial](http://www.twitter.com/epagrioicial)



[www.instagram.com/epagri](http://www.instagram.com/epagri)



[linkedin.com/company/epagri](http://linkedin.com/company/epagri)



<http://publicacoes.epagri.sc.gov.br>