

entre elas diminuir picos de cheias, cuidados com áreas de preservação permanente, que visam proteger os cursos d'água de erosão, manutenção de cobertura dos solos para evitar perdas de solos e nutrientes. Além desses cuidados, os efluentes domésticos, de lavouras, criações ou industriais devem ser tratados de maneira a atingirem os cursos d'água somente com características aceitáveis, não devendo ser lançados diretamente nos solos para evitar contaminação, tanto dos solos quanto do lençol freático.

A manutenção das diferentes funções ecológicas permite que o ambiente forneça serviços ecossistêmicos, que se traduzem em benefícios ao homem. Esses serviços incluem a manutenção de ciclos como da água e de nutrientes, a garantia de habitat para manutenção de diferentes espécies, como polinizadores, decompositores e outros, a manutenção de serviços de provisão que garantem a produção de alimentos, fibras e energia, além de serviços culturais que incluem equilíbrio paisagístico e satisfação estética e espiritual.

A água é um elemento chave na manutenção de serviços ecossistêmicos, havendo vários programas de pagamento por serviços ambientais hídricos em andamento em vários países e também no Brasil. Esses programas consistem em estímulos para manutenção de ambientes favoráveis a “produção de água boa”. São normalmente destinados a produtores rurais que têm em suas propriedades nascentes, cursos d'água e olhos d'água. As práticas envolvidas na melhoria da produção desses serviços ambientais hídricos são várias, desde plantio com menor revolvimento de solo, manutenção e aumento de áreas de preservação permanente, construção de barraginhas, entre outras.

Alguns exemplos dessas ações podem ser conhecidos na Agência Nacional de Águas (ANA), em que o Programa Produtor de Água tem auxiliado na instalação de programas de pagamento por serviços ambientais hídricos. A qualidade da bacia hidrográfica se traduz pela água e seus usos. Água de boa qualidade e quantidade suficiente permite a manutenção da vida aquática e terrestre. Favorece atividades de lazer, pesca, turismo, permite a produção de alimentos e pode ser utilizada para consumo humano e animal.

A atuação da Embrapa nesse sentido tem sido tanto na transferência de tecnologia quanto na pesquisa. Em transferência de tecnologia voltada à melhoria da água disponível em locais sem disponibilidade de tratamento para potabilidade, iniciativas como o clorador e o tratamento de efluentes domésticos através das fossas sépticas biodigestoras (Embrapa Instrumentação 2015; Galindo et. al., 2010) têm permitido melhorias do ponto de vista do saneamento ambiental nas comunidades rurais, impactando positivamente a água da região e, assim, promovendo melhorias na qualidade de vida.

A atuação na pesquisa tem ocorrido por meio de monitoramento de qualidade de água de diferentes bacias, verificado índices e estabelecendo indicadores que permitam acompanhamento mais rápido e com custos menores para monitoramento de cursos d'água. Além disso, tem apoiado iniciativas de estabelecimento de programas de pagamento por serviços ambientais através da definição de áreas sensíveis e críticas, necessidades de intervenções e prospecção de mercado de pagamento por serviços ambientais hídricos.

Essas iniciativas buscam formas de produção mais sustentáveis, qualidade ambiental e com reflexo sobre a saúde humana.

Sistemas agroflorestais como estratégia para restauração de ecossistemas florestais

Ernestino de Souza Gomes Guarino; Ana Beatriz Devantier Henzel; Alberi Noronha; Meri Diana Strauss Foesch; Eric Weller; Gustavo Crizel Gomes; Leticia Penno de Sousa; Adalberto Koiti Miura

O déficit de vegetação nativa atual em Áreas de Proteção Permanente (APPs) e Reserva Legal (RL) no Brasil está em torno de 21 milhões de hectares. Com a aprovação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Novo Código Florestal), todo imóvel rural deve ser inscrito no Cadastro Ambiental Rural (CAR). O CAR é obrigatório para todos os produtores rurais, e requisito para aqueles que possuem propriedades com déficit de vegetação nativa (área de vegetação nativa alterada após 22 de julho de 2008) participar de Programas de Regularização Ambiental (PRA). A implementação do CAR e, posteriormente, a do PRA, bem como a ne-

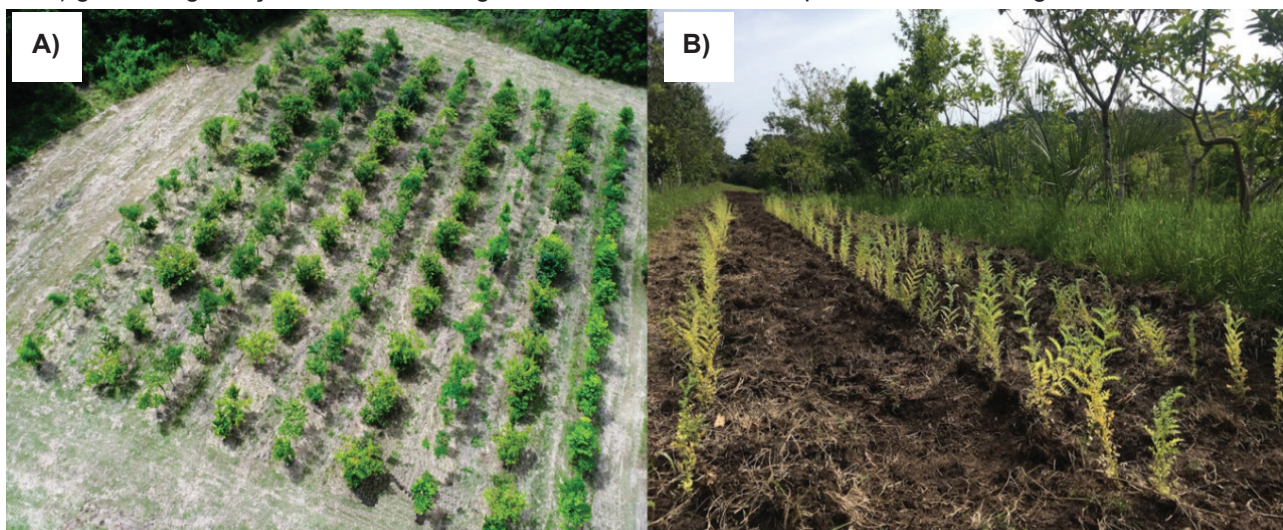
cessidade de alternativas de restauração mais simples, eficientes e/ou baratas, têm implicado no aumento da demanda por pesquisa e desenvolvimento voltados à superação desses desafios pelo meio rural.

A efetivação do CAR por um proprietário ou posseiro rural apresenta alguns benefícios: 1) regularização de APP e/ou RL suprimidas ou alteradas até 22/07/2008; 2) suspensão de sanções oriundas de infrações administrativas por supressão irregular de vegetação em APP e/ou RL; 3) contratação de seguro agrícola; 4) linhas de financiamento para atividades de proteção de espécies da flora nativa ameaçada, manejo florestal e agroflorestal sustentável ou para recuperação de áreas degradadas; 5) isenção de impostos para insumos e equipamentos utilizados em processos de recuperação de áreas degradadas; e 6) obtenção de crédito com menores taxas de juros (CAR, 2019; www.car.gov.br).

O PRA abrange um conjunto de ações ou iniciativas que deverão ser implementadas pelos proprietários e posseiros rurais, tendo como pré-requisito a existência de passivos ambientais descritos no CAR. É estabelecido por meio de um termo de compromisso, o qual deve compor o “Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas” (Prada).

Conciliar a produção agrícola e a conservação de recursos naturais é um desafio cuja solução é fundamental para viabilizar a adoção da legislação ambiental vigente. Nos sistemas agroflorestais, (SAF) arbustos e árvores, nativas ou exóticas, são cultivados ao mesmo tempo em que culturas agrícolas anuais (milho, feijão, abóbora, etc.) ou perenes (café, cacau, citros, etc.) (Figura 1). Tal combinação de espécies é uma prática agrícola ancestral em diversas partes do mundo (Nair, 1993) e vem sendo cada vez mais considerada como estratégia de manejo da paisagem que consegue conciliar segurança alimentar com a conservação do solo, da água, da biodiversidade e, mais recentemente, do clima (Garrity et al., 2010; Luedeling et al., 2013).

Vários dos dispositivos legais da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) citam a possibilidade do uso de agroflorestas, porém a falta de regulamentação clara e objetiva sobre o seu uso para a restauração de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal (RL) (independentemente do tamanho da propriedade rural) gera insegurança em técnicos e agricultores sobre como interpretar as normas vigentes.



Fotos: a) Henrique Noguez Cunha; b) Ernesto Guarino.

Figura 1. A) Vista aérea de um sistema agroflorestal com sete anos de idade na Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. São cultivadas espécies arbóreas nativas (por exemplo: açoita-cavalo, butiá, orelha-de-macaco, grandiúva, tarumã de espinho) e espécies frutíferas (goiaba, citros, caqui). B) Cultivo de grão-de-bico (*Cicer arietinum*) entre as linhas de espécies arbóreas e frutíferas.

De forma ampla, imóveis rurais de até quatro módulos fiscais, terras indígenas demarcadas e áreas tituladas de povos e comunidades tradicionais que fazem uso coletivo do seu território podem intercalar o plantio de espécies lenhosas perenes, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até 50% da área a ser recomposta, sendo o agricultor obrigado a adotar boas práticas agrícolas visando a conservação da água e do solo.

Devido à grande heterogeneidade presente no conceito de sistemas agroflorestais, haja vista que, conceitualmente, qualquer consórcio simples de espécies perenes com espécies anuais é considerado um sistema agroflorestal, é importante buscar aumentar a biodiversidade e a complexidade estrutural e funcional nesse

tipo de sistema de produção (Martins; Ranieri, 2014), garantindo assim o cumprimento dos serviços ambientais propostos para as áreas de preservação permanente e reserva legal.

Diversas são as opções de espécies possíveis para uso em agroflorestas, porém sempre se busca utilizar espécies nativas com múltiplos propósitos (fixação biológica de nitrogênio, produção de frutas, lenha ou madeira, atração de fauna, etc.). Nesse sentido, a Tabela 1 apresenta uma lista sucinta de algumas espécies nativas e exóticas de arbustos e árvores indicadas para compor sistemas agroflorestais no Sul do Brasil. A Embrapa, em parceria com a Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável do Ministério do Meio Ambiente (MMA), desenvolveu a plataforma WebAmbiente, na qual disponibiliza um sistema de informação gratuito na internet com dados sobre ocorrência de diferentes espécies arbustivas e arbóreas indicadas para restauração ecológica dos diferentes biomas brasileiros (Webambiente, 2019; <https://www.webambiente.gov.br>).

A seleção das espécies deve levar em conta o objetivo e as condições climáticas e de solos locais. Assim, após a definição do objetivo da agroflorestra e a seleção das espécies a serem plantadas, é importante planejar adequadamente a distribuição horizontal (espaçamento entre as plantas) e vertical (estratos ou andares onde cada planta crescerá), levando sempre em consideração as demandas de luz, e o porte da copa e do sistema radicular de cada espécie (Armando et al., 2002).

Por exemplo, se pensarmos em um sistema em que um dos objetivos é a produção de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), torna-se importante garantir a presença de uma “planta sombra” (distribuição vertical), o que pode ser feito por meio de cultivos anuais, como a mandioca (*Manihot sculenta*), ou por árvores de rápido crescimento, como por exemplo a bracatinga (*Mimosa scabrella*). Nesse caso, além de garantir maior sobrevivência às mudas, nos anos iniciais o controle da radiação solar e da temperatura máxima do ar garante à erva-mate produzida em sistema agroflorestal menor concentração de fenóis e, por consequência, sabor menos adstringente. Porém, quando cresce em ambiente sombreado, a erva-mate tende a produzir menos ramos laterais, investindo mais no crescimento em altura (Penteado Júnior; Goulart, 2018) reduzindo a produtividade. Nesse caso, é importante controlar adequadamente a entrada de luz por meio de podas, o que pode garantir um valor agregado à folha de até 30%, quando comparada a folhas de árvores a pleno sol (Penteado Júnior; Goulart, 2018).

Tabela 1. Algumas espécies usadas em sistemas agroflorestais no Sul do Brasil. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2020.

Espécie	Nome comum	Usos	Grupos funcionais
<i>Acacia mearnsi</i>	Acácia-negra	FBN; L; B	REC*
<i>Acca sellowiana</i>	Goiaba serrana	AF; M; F	DIV
<i>Allophylus edulis</i>	Chal-chal	AF; M; F	DIV
<i>Annona sylvatica</i>	Araticum	AF; F	DIV
<i>Araucaria angustifolia</i>	Pinheiro-brasileiro	Mad; PNM	REC
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata-de-vaca	Mad	REC
<i>Butia odorata</i>	Butiá	AF; M; F	DIV
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guabiroba	AF; M; F; Mad	DIV
<i>Carya illinoensis</i>	Nogueira-pecã	F	DIV*
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba	AF; M; PNM; RAD	REC
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro, Cedro-rosa	Mad	DIV
<i>Cordia trichotoma</i>	Louro-pardo	Mad	DIV
<i>Dodonaea viscosa</i>	Vassoura-vermelha	L	REC
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Orelha-de-macaco	B; Mad; RAD	REC
<i>Eucaliptus</i> sp.	Eucalipto	M; L; Mad; PNM; B	REC*
<i>Eugenia involucrata</i>	Cereja-do-rio-grande	AF; M; F; Mad	DIV
<i>Eugenia myrcianthes</i>	Pessegueiro do mato	AF; M; F; Mad	DIV
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	AF; M; F; Mad	DIV
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito Jussara	PNM	DIV
<i>Hellietta apiculata</i>	Canela-de-veado	L; Mad	DIV
<i>Ilex paraguariensis</i>	Erva-mate	PNM	DIV
<i>Inga vera</i>	Ingá-banana	FNB; AF; RAD; B; M	REC
<i>Inga marginata</i>	Ingá-feijão	FBN; AF; M; F; B	REC
<i>Lithraea molleoides</i>	Aroeira-branca,	B; RAD	REC
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo	M; AF; L	REC
<i>Mangifera indica</i>	Manga	F; AF	DIV*
<i>Manihot succulenta</i>	Mandioca	Alimentar	REC
<i>Mimosa bimucronata</i>	Maricá	AF; M; L	REC
<i>Musa paradisiaca</i>	Banana	B; Alimentar	REC*
<i>Myrciantes pungens</i>	Guabiju	AF; M; F; Mad	DIV
<i>Myrcianthes gigantea</i>	Araçá do mato	AF; M; F; Mad	DIV
<i>Myrsine guianensis</i>	Capororoca	AF; Mad	REC
<i>Ocotea puberula</i>	Canela guaicá	L; Mad	DIV
<i>Ocotea pulchella</i>	Canela lageana	L; Mad	DIV
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico vermelho	FBN; AF; M; Mad	DIV
<i>Psidium cattleianum</i>	Araçá	F, AF	DIV
<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	F; AF	REC
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Pimenta rosa	AF; M; L; PNM; RAD; B	REC
<i>Solanum mauritianum</i>	Fumo-bravo	PNM; B; RAD	REC
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá, coco catarro	AF; M; F	DIV
<i>Trema micrantha</i>	Pau-de-vaca, grandúva	B; AF	REC
<i>Vitex megapotamica</i>	Tarumã	AF; M; F	DIV

FNB = fixação biológica de nitrogênio; AF = atração de fauna; M = melífera; L = lenha, Mad = madeira, F = frutífera, PNM = produtos não madeireiros; B = biomassa, RAD = recuperação de áreas degradadas. Grupos funcionais: espécies de recobrimento (REC): conjunto de espécies nativas de árvores e arbustos de rápido crescimento, que têm por função cobrir o solo e controlar o avanço de espécies indesejáveis e espécies de diversidade; (DIV): demais espécies vegetais nativas (herbáceas, arbustos e/ou árvores), que têm como função garantir a perpetuação da floresta ao longo do tempo.