

AGROFLORESTAS E SERVIÇOS AMBIENTAIS: ESPÉCIES PARA AUMENTO DO CICLO SUCESSIONAL E PARA FACILITAÇÃO DE FLUXO GÊNICO

Carlos Eduardo Sícoli Seoane¹, Rodrigo Ozelame Silva², Walter Steenbock³, Wilnatã Maschio⁴, Isaque Leal Pinkuss⁵, Luiz Paulo Gnatta Salmon⁶, Raphael Snak Serafim da Luz⁷, Luís Cláudio Maranhão Froufe¹

RESUMO – Agroflorestas tem o potencial de domesticar paisagens sem, no entanto, trazer os impactos ambientais negativos geralmente associados a este processo, havendo mesmo um potencial da prestação de vários serviços ambientais, entre eles, a facilitação de fluxo gênico. Partindo da premissa que ciclos mais longos de Agrofloresta têm maior potencial para gerar serviços ambientais, o objetivo deste trabalho foi estudar a domesticação de paisagens e serviços ambientais da Agrofloresta praticada pela Cooperafloresta no Vale do Ribeira e selecionar espécies arbóreas bioindicadoras e com potencial econômico. Para tanto, realizaram-se entrevistas, análise fitossociológica e estimativas de biomassa e carbono na vegetação, além de pesquisa bibliográfica. Há dois métodos de domesticação de paisagem: Parcelas de Agroflorestas e Parcelas de Capoeiras. As Capoeiras são as atuais matrizes da paisagem destas propriedades. Nas Agroflorestas identificamos 222 espécies vegetais. A biomassa de carbono variou entre 39,56 e 129,06 Mg C ha⁻¹ e a taxa anual de incremento de carbono variou de 6,59 a 21,51 Mg C ha⁻¹. As Agroflorestas promovem restauração da floresta tropical e a fixação de carbono. As espécies arbóreas com maior potencial de aumento da aduração do ciclo econômico e de bioindicação foram: *Zanthoxylum rhoifolium*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Prunus sellowi*, *Centrolobium spp* e *Citharexylum myrianthum*.

Palavras-chave: Agroecologia, bioindicadores, fluxo gênico, serviço ambiental, sistema agroflorestal.

AGROFORESTS AND ENVIRONMENTAL SERVICES: SPECIES FOR SUCCESSIONAL TURNOVER AND GENE FLOW FACILITATION

ABSTRACT – Gene flow facilitation is an Agroforest potential environment service. Agroforest also needs economic alternatives in the long run. The aim of this research was to study Cooperafloresta Agroforest's landscape domestication and environmental service, and to select tree species that have economic potential and are adequate for bioindication and that also have potential to facilitate gene flow. There are two landscape domestication methods: Agroforest plots and Capoeira (regeneration) plots. Capoeira plots are the actual landscape matrix in these properties. In Agroforests it was identified 222 plant species. Carbon biomass varied from 39.56 to 129.06 Mg C ha⁻¹ and the annual carbon increment rate from 6.59 to 21.51 Mg C ha⁻¹. Agroforests promote tropical forest restoration and higher carbon fixation rates. The species *Zanthoxylum rhoifolium*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Prunus sellowi*, *Centrolobium spp* and *Citharexylum myrianthum* are the ones indicated.

Keywords: Agroecology, agroforestry system, bioindicators, environmental services, gene flow.

¹ Pesquisador da Embrapa Florestas, autor para correspondência (eduardo@cnpf.embrapa.br); ² Pesquisador da Cooperafloresta; ³ Pesquisador do ICMBio; ⁴ Graduando de Geografia, UTP e estagiário da Embrapa Florestas; ⁵ Graduando de Engenharia Florestal, UFPR e estagiário da Embrapa Florestas; ⁶ Graduando de Gestão Pública, UFPR e estagiário da Embrapa Florestas; ⁷ Graduando de Agroecologia, UFPR e estagiário da Embrapa Florestas.

Fontes financiadoras: 1 - Projeto Agroflorestar, da Cooperafloresta e patrocínio da Petrobrás através do programa Petrobrás Ambiental; 2 - Projeto Agroflorestas, da Embrapa.



1. INTRODUÇÃO

Vários estudos recentes estão caracterizando os mecanismos de formação das paisagens sob a influência humana. A domesticação das paisagens para a produção de alimentos e madeira geralmente decresce tanto a resiliência do ecossistema quanto os serviços ambientais. Sistemas de produção que contribuam positivamente para a resiliência do ecossistema e ofereçam serviços ambientais devem ser buscados, estudados e incentivados (Froufe et al., 2011).

A fragmentação florestal é uma das maiores ameaças para a conservação da biodiversidade dos remanescentes das florestas tropicais (Seoane et al., 2010). Os remanescentes florestais da Mata Atlântica se encontram em fragmentos florestais cercados por uma matriz antrópica, ocupada principalmente por atividades ligadas a agropecuária. Portanto, um importante serviço ambiental que uma atividade humana pode proporcionar é ser permeável à movimentação da biota silvestre entre os fragmentos florestais, facilitando o fluxo gênico dessa.

A facilitação da permeabilidade de matriz para fluxo gênico da biota nativa está entre os potenciais serviços ambientais ofertados pela 'Agrofloresta', um sistema agroflorestal multiestratificado praticado pela Cooperafloresta, organização que vem desde a década de 1990 transformando a situação econômica e social de suas mais de 100 famílias associadas através de Agroflorestas. A Cooperafloresta atua no Vale do Ribeira, entre as divisas dos estados Paranaense e Paulista, inserida no mais preservado mosaico de Mata Atlântica do Brasil. Ali a agricultura praticada tradicionalmente era a de coivara e os agricultores sobreviviam principalmente da produção de feijões. Os associados em pouco mais de uma década triplicaram suas rendas (Costa-e-Silva, 2011) e melhoraram consideravelmente sua alimentação (Fonini, 2011) e sua qualidade de vida (Braga, 2011). A Cooperafloresta vende uma variedade de aproximadamente 130 produtos in natura, entre frutas, legumes, tubérculos e produtos processados. Os atuais mercados incluem mercados institucionais do governo, feiras livres e vendas no varejo (Perez-Cassarino, 2011).

Os estudos sobre a dinâmica de clareiras constituem-se em um dos principais paradigmas no qual o conhecimento sobre floresta tropical se constrói (Denslow, 1987; Denslow & Hartshorn, 1994; Mayfield et al., 2005). Em seu seminal estudo sobre a dinâmica de clareiras e o período de duração de um ciclo

sucessional em florestas tropicais, Martinez-Ramos et al. (1988) estimaram que o período de tempo que leva para um local onde uma clareira, recém aberta com a queda de uma grande árvore, passar por todas as fases da sucessão florestal (pioneira, secundária, clímax) e voltar sofrer uma nova abertura de clareira devido a uma nova queda de uma grande árvore é em média 47 anos.

As agroflorestas atualmente têm um ciclo sucessional de quinze anos, três vezes mais curto do que o mesmo ciclo na floresta nativa. Isto atualmente ocorre por que uma destas parcelas, ao alcançar 15 anos, oferece menos produtos e ganhos econômicos do que uma parcela mais jovem, e assim ou deixa-se de manejá-la ou realiza-se corte raso, reiniciando o ciclo. Portanto estudar, planejar e implementar alternativas econômicas de ciclo longo é importante para uma maior semelhança entre o ciclo sucessional das agroflorestas e o da floresta natural, aumentando com isto o potencial de conservação de biodiversidade da Agrofloresta. Algumas destas alternativas econômicas de ciclo longo residem nos potenciais madeireiros e de produção de frutos das espécies nativas.

O objetivo deste trabalho foi identificar e discutir aspectos relacionados à agrofloresta em termos de domesticação de paisagens, determinar os efeitos da agrofloresta sobre os serviços ambientais relacionados a diversidade de plantas e estocagem de carbono e, a partir de agroflorestas representativas do conjunto de agroflorestas da Cooperafloresta, selecionar espécies arbóreas nativas espontâneas que sejam adequadas para bioindicação e facilitação de fluxo gênico da biota nativa e que tenham potencial econômico no longo prazo.

2. MATERIALE MÉTODOS

Para identificar aspectos de domesticação de paisagens associados à Agrofloresta, foram entrevistadas famílias de associados sobre usos praticados antes da associação à Cooperafloresta e mapeados *in loci* os atuais usos de terra e classes de idade das Agroflorestas com o apoio de técnicas de Sistema de Posicionamento Geográfico (GPS). A seleção das Agroflorestas representativas foi realizada através de um diagnóstico participativo nas comunidades de associados, que identificaram critérios que caracterizam "uma boa Agrofloresta". Tais critérios foram discutidos

em grupo, hierarquizados por priorização coletiva (Geilfus, 1997) e sistematizados. A partir dos critérios selecionados realizou-se diagnóstico participativo, de cada uma das Agroflorestas da Cooperafloresta (Figura 1), que permitiu selecionar as 12 melhores Agroflorestas.

Tanto para determinar os efeitos da Agrofloresta sobre a diversidade de plantas e potencial de estocagem de carbono quanto para selecionar espécies arbóreas, foram conduzidos levantamento fitossociológico em cada uma das 12 Agroflorestas, onde foram implantadas cinco parcelas de 100 m² com diferentes idades, entre 3 e 15 anos. Neste levantamento foram identificados todos os indivíduos com mais de 1,5 m de altura, bem como medidos a CAP (Circunferência a Altura do Peito) e a altura de cada indivíduo. Identificou-se se cada indivíduo é de uma espécie nativa ou exótica e se foi plantado ou espontâneo. Foram realizadas coletas para a confecção de exsicatas e estas foram identificadas e depositadas no Herbário Fernando Cardoso, na Embrapa Florestas. Foram medidos a altura e o diâmetro na altura do peito (DAP), que foram utilizados para estimar biomassa e carbono na vegetação, através das análises de correlação de Pearson.

As espécies nativas encontradas no levantamento fitossociológico foram selecionadas de acordo com os seguintes critérios, buscados na bibliografia:

1 - Valor econômico no longo prazo, o que poderá evitar ou adiar a decisão do agricultor no abandono ou corte raso da Agrofloresta;

2 - Espontânea (não plantada) na Agrofloresta, pois esta, diferentemente das nativas que não ocorrem nas Agroflorestas, demonstra adequação para domesticação às condições agroflorestais;

3 - Polinização e/ou dispersão de sementes realizada pela fauna, diretamente relacionado com o fluxo gênico e a permeabilidade da paisagem a este;

4 - Existência de protocolo de marcador molecular microssatélites, pois havendo tal protocolo é possível realizar estudos genético-ecológicos de monitoramento de permeabilidade de matriz. O desenvolvimento de um protocolo para uma espécie que ainda não o possui é financeiramente e operacionalmente muito custoso.

5 - Interesse de cultivo da espécie por parte dos agricultores da Cooperafloresta, pois mesmo se todos os outros critérios foram satisfeitos, o cultivo de uma espécie depende em última instância da vontade do agricultor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Agrofloresta praticada ali é um Sistema Agroflorestal Multiestratificado Sucessional Agroecológico participativo. Multistratificado, pois é composto de vários estratos produtivos, do herbáceo ao arbóreo; é sucessional, pois sua implantação e manejo buscam uma analogia aos processos da sucessão natural da floresta tropical; é agroecológico, e oficialmente certificado com tal, por ter sustentabilidade econômica, ambiental e social; e participativo por que a tomada de decisões, as implantações, os manejos, as certificações e a comercialização são realizadas coletivamente.

Pelo diagnóstico participativo foram identificados 32 critérios de 'Boa Agrofloresta', excluindo-se os critérios repetidos ou com o mesmo significado. Analisando o significado dos mesmos, foi possível agrupá-los em cinco eixos (Tabela 1; Figura 1): 1 - critérios relacionados ao manejo; 2 - critérios relacionados à biodiversidade; 3 - critérios relacionados ao "cuidado e carinho"; 4 - critérios relacionados à "terra boa" e 5 - critérios relacionados à produção. Seguindo estes critérios foram selecionadas 12 'boas Agroflorestas'. O método de diagnóstico participativo se mostrou eficiente para a seleção de Agrofloresta.

De acordo com os levantamentos em geoprocessamento, na média cada propriedade tem 22,1 hectares. Em média, 13,9% de uma propriedade têm florestas em estado de regeneração avançada. Nós distinguimos dois métodos de domesticação de paisagem: parcelas de formação de capoeiras ('capoeiras') e parcelas de manejo intensivo ('agroflorestas'). Ao longo dos últimos quinze anos, uma média de 38% da área total da propriedade foi convertida para agrofloresta. Geralmente as agroflorestas são implantadas na primavera e a cada ano o tamanho das novas implantações vem diminuindo, pela percepção de que agroflorestas menores, porém melhores planejadas e manejadas dão melhores resultados que parcelas maiores. As agroflorestas atuais têm geralmente 600 metros quadrados, dez vezes menores que as mais antigas. As parcelas de Capoeiras incluem as plantações tradicionais e os pastos não mais manejados, as agroflorestas antigas não mais manejadas e os remanescentes de floresta nativa. Na capoeira não há intervenção direta, ali ocorrendo portanto os processos naturais de sucessão secundária; aqui o manejo é o 'não manejo', algo que não é feito por falta de tempo, recursos ou interesse mas, sim, intencionalmente



Tabela 1 - Indicadores de boas agroflorestas, indicados por agricultores associados a Cooperafloresta, agrupados em eixos

Eixos *	Conjunto de parâmetros
Manejo	Área completa, área rejuvenescida, manejo/poda, deixar reservas na beira dos rios, tirar sementes, planejamento, poda, trocar semente, plantio completo, poda para entrar sol, vários andares, reflorestamento do terreno, área firme aberta com mais sol para produzir miudezas
Biodiversidade	Bastante variedade, vários tipos de plantas, quantidade de coisa plantada-biodiversidade, diversidade, produção diversificada, variedade de frutas, adubadeiras, árvores, diversidade de bichos, muitas frutas, árvores, miudezas, árvores nativas
Cuidado e carinho	Gostar do trabalho, cuidar das plantas dos companheiros como se fosse a própria, vontade de plantar, grupo reunido, carinho, dedicação e amor, viver bem da agrofloresta, meio de sobrevivência
Terra boa	Terra boa, terra úmida, cobertura do solo, melhoria da terra, terra fofa, solta, cheia de adubo; cheiro de tatu
Produção	Produção

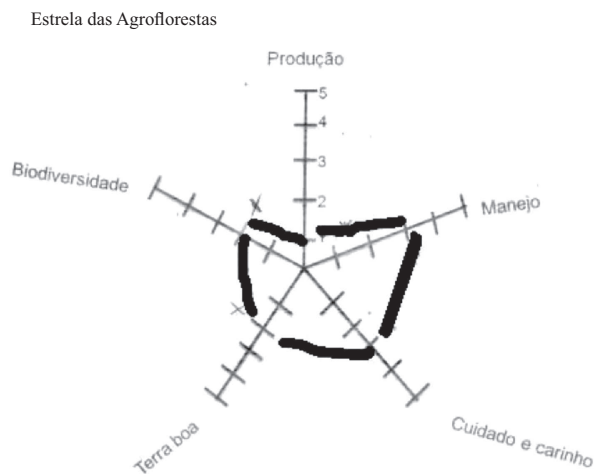


Figura 1 - Exemplo de diagnóstico participativo de Agrofloresta e das notas dadas nos cinco eixos de critérios de seleção participativa.

e com planejamento, se intencionando acumular biomassa, fertilidade e biodiversidade, que oferecerão condições iniciais otimizadas para as futuras agroflorestas. As capoeiras são as atuais matrizes da paisagem destas propriedades, sendo encontradas em toda a propriedade com exceção das agroflorestas.

Nós identificamos 222 espécies vegetais, grande parte destas arbóreas (Tabela 2). Há na média 6.800 indivíduos/ha. A diversidade e densidade arbórea das agroflorestas são maiores do que as de regenerações secundárias vizinhas, das mesmas idades (45 espécies; 3620 indivíduos/ha). Já que inicialmente perto de 100% das árvores encontradas nas Agroflorestas foram plantadas, nós encontramos uma correlação positiva

entre riqueza e árvores plantadas ($r = 0,628$; $P = 0,021$). A biomassa de carbono variou entre 39,56 e 129,06 Mg C ha⁻¹ e teve uma alta correlação positiva com a idade da agrofloresta ($r = 0,742$, $P = 0,004$). A taxa anual de incremento de carbono variou de 6,59 a 21,51 Mg C ha⁻¹, valores significativamente maiores do que os encontrados em florestas de regeneração secundárias.

Um total de 77% das espécies vegetais identificadas nas agroflorestas eram espécies nativas do local. Algumas espécies atendem plenamente ao potencial econômico e de bioindicação de permeabilidade de matriz, porém ainda não existem protocolos de microsatélites para seus gêneros disponíveis na literatura: Miguel Pintado (*Matayba eleagnoides*), Canela Niúva (*Nectandra lanceolata*), Canela Branca (*Nectandra membranacea*), Angico (*Parapiptadenia rigida*) e Urucurana (*Hyeronima alchorneoides*).

Mamica de cadela (*Zanthoxylum rhoifolium*), Gabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), Coração de bugre (*Prunus sellowi*), Araribás (*Centrolobium spp*) e jacataúva (*Citharexylum myrianthum*) (Tabela 2) são as principais espécies indicadas tanto para ser alvo de enriquecimento e cultivo nas Agroflorestas, por seu potencial de geração de renda no longo prazo, quanto para ter suas populações nas florestas naturais pesquisadas, por seu potencial de bioindicação de fluxo gênico, pois aliam o potencial econômico no longo prazo com o potencial de bioindicação e facilitação de fluxo gênico.

4. CONCLUSÕES

O método de diagnóstico participativo se mostrou eficiente para a seleção de Agroflorestas. As agroflorestas da Cooperafloresta oferecem uma gama

Tabela 2 - Espécies espontâneas nas parcelas de manejo intensivo (Agroflorestas) de agroflorestas da Cooperafloresta indicadas para cultivo e bioindicação de fluxo gênico

Nome Comum	Nome científico	Polinização Abelhas e	Dispersão de sementes	Utilidades econômicas	Dados silviculturais
mamica de cadela	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	diversos insetos pequenos	Principalmente por aves	Madeira, apícola e medicinal	Pioneira; crescimento moderado
Gabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Abelhas e diversos insetos pequenos	Vários animais	Madeira, frutos, apícola e medicinal	Tolera sítios mal drenados; crescimento lento
Coração de bugre	<i>Prunus sellowi</i>	Principalmente abelhas	Aves e animais	Madeira	Secundária, adaptada a diversos solos. Cresce relativamente rápido
Araribá	<i>Centrolobium</i>	Abelhas sem ferrão <i>spp</i>	Anemocoria e outros insetos	Madeira (vento)	Secundária inicial; crescimento moderado
Jacataúva	<i>Citharexylum myrianthum</i>	Insetos e beija-flores	Aves (sobretudo tucanos) e mamíferos	Madeira e apícola	Secundária inicial; crescimento moderado

de serviços ambientais, incluindo a promoção da diversidade arbórea, a restauração da floresta tropical e a fixação de carbono. A agrofloresta é um exemplo sábio de domesticação da natureza, pois seus dois métodos, rotacionando no espaço e no tempo, resultam em uma paisagem produtiva sob intenso processo de restauração. Há várias espécies arbóreas espontâneas, notadamente Mamica de cadela (*Zanthoxylum rhoifolium*), Gabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), Coração de bugre (*Prunus sellowi*), Araribás (*Centrolobium spp*) e jacataúva (*Citharexylum myrianthum*), que aliam o potencial econômico no longo prazo com o potencial de bioindicação e facilitação de fluxo gênico, que devem ser cultivadas nas agroflorestas e estudadas nas florestas naturais quanto ao fluxo gênico.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Projeto Agroflorestar, coordenado pela Cooperafloresta e patrocinado pela Petrobrás, através de seu programa Petrobrás Ambiental; ao projeto Agroflorestas, da Embrapa. Aos Agricultores e suas famílias: Sidinei, Dolfria, Sezefredo e Nardo.

5. LITERATURA CITADA

BRAGA, P.C. **Resistência e autonomia na construção do sujeito agroflorestal.** Dissertação de mestrado, Programa de pós graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento - MADE – UFPR. 2011.

COSTA E SILVA, L. **As necessidades e fontes de informação para a comercialização de produtos agroecológicos na Região Metropolitana de Curitiba: um estudo de caso na Cooperafloresta.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência, Gestão e Tecnologia da Informação, UFPR. 2011.

DENSLOW, J.S. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.18, p.431-451, 1987.

DENSLOW, J.S.; HARTSHORN, G.S. Tree-fall gap and forest dynamics processes. In: Mc DADE, L.A.; BAWA, K.S.; HESPENHEIDE, H.A. et al. (Eds.) **La selva: Ecology and natural history of a neotropical rain forest.** 1994. p.120-127.

FROUFE, L.C.M.; RACHVAL, M.F.G.; SEOANE, C.E.S. **Potencial de Sistemas agroflorestais multiestrata para sequestro de carbono em áreas de ocorrência de floresta atlântica.** Pesquisa Florestal Brasileira, v.31, n.66, p.143-154, 2011.

FONINI, R. **Agrofloresta e alimentação: estratégias de adaptação de um grupo quilombola em Barra do Turvo (SP).** Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento - MADE – UFPR. 2011.



PEREZ-CASSARINO, J. **A construção social de mecanismos alternativos de mercado no âmbito da Rede Ecológica de Agroecologia**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

GEILFULS, F. **80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación**. San Salvador: Prochamate-IICA, 1997. 208p.

MARTINEZ-RAMOS, M.; ALVAREZ-BUYLLA, E.; SARUKHAN, J. et al. Treefall Age determination and gap dynamics in a tropical forest. **Journal of Ecology**, v.76, n.3, p.700-716, 1988.

MAYFIELD, M.M.; BONI, A.F., DAILY, G.C. et al. Species and functional diversity of native and human-dominated plant communities. **Ecology**, v.86, n.9, p.2365-2372, 2005.

SEOANE, C.E.S.; DIAZ, V.S.; SANTOS, T.L. et al. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.30, n.63, p.207-216, 2010.

Recebido para publicação em 01/10/2012 e aprovado em 07/11/2012.

