

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

Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica

*Lucilia Maria Parron
Junior Ruiz Garcia
Edilson Batista de Oliveira
George Gardner Brown
Rachel Bardy Prado
Editores Técnicos*

Embrapa
Brasília, DF
2015

Sistemas mistos de espécies florestais nativas com eucalipto em propriedades rurais familiares na região Noroeste do estado do Paraná

Edilson Batista de Oliveira, Letícia Penno de Sousa, Luiz Marcos Feitosa dos Santos, David Gobor, Alberto Carlos Moris, Gracie Abad Maximiano, Vinicius Silva Tina

Resumo: A regeneração natural e o crescimento de espécies florestais nativas sob plantações de eucalipto têm sido relatadas em vários artigos científicos. Com manejo adequado, estes sistemas possibilitam vários serviços ambientais, como conservação e restauração da diversidade biológica e captura de gases de efeito estufa (GEE). Com base em um modelo formatado como um projeto de mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) florestal, produtores rurais familiares implantaram plantios mistos, com faixas de eucalipto e de espécies nativas, em áreas de pastagem degradada, em seis municípios na região noroeste do estado do Paraná. Os plantios integram o projeto “Implantação e manejo de florestas em pequenas propriedades no estado do Paraná”, coordenado pelo Programa Paraná Biodiversidade, da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), envolvendo Emater, Embrapa Florestas, IAP, SEPL e SEAB. Os sistemas visaram à recomposição da vegetação em áreas de reserva legal (RL), utilizando o eucalipto como uma espécie facilitadora e com madeira propícia a acréscimos à renda dos produtores. No presente trabalho são apresentados detalhes do projeto e resultados da produção de madeira de eucalipto, carbono sequestrado e crescimento das espécies nativas. O crescimento e produção dos eucaliptos foram avaliados em seis plantios, sendo que em dois deles foram avaliadas as nativas. A regeneração natural das espécies nativas apresentou, nestes dois plantios, 15 espécies com bom crescimento, o que deve garantir a sobrevivência das mesmas nos períodos de seca comuns na região. Os resultados indicaram que a produtividade dos eucaliptos pode ser considerada satisfatória e tem potencial para aumentar e melhorar significativamente a renda das áreas convertidas. Concluiu-se que este modelo inovador é plenamente viável, pois concilia conservação ambiental, conservação genética de espécies ameaçadas ou em risco de extinção, garantindo a sobrevivência de populações locais dessas espécies; produção econômica e inclusão social, pois gera renda com a produção florestal e venda de carbono.

Palavras-chave: serviços ambientais, agricultura familiar, carbono, conversão pastagem-floresta.

Mixed systems of native forest species with eucalyptus on small-scale rural properties in Northwestern Paraná State

Abstract: Natural regeneration and the growth of native forest species in eucalyptus plantations has been discussed extensively in several scientific publications. With adequate management, these systems provide various ecosystem services, such as conservation and restoration of biological diversity and greenhouse gas (GHG) sequestration. Based on a model developed through the project “Mechanisms for Clean Forest Development” (MDL), small-scale family farmers planted mixed systems with rows of eucalyptus and native species in degraded pastures in six municipalities of northwestern Paraná State. The studied plantations are part of the project “Planting and managing forests in small properties in Paraná State” coordinated by Biodiversity Paraná of the Secretariat of Environment and Water Resources (SEMA), and involving Emater, Embrapa Forestry, IAP, SEPL and SEAB. The goal of these systems was to restore vegetation in areas designated as legal reserves, using eucalyptus as a facilitating species whose wood products could be used to increase farm income. Herein, we present details of the project and results related to eucalyptus wood production, carbon sequestration, and growth

of native species. We evaluated the growth and production of eucalyptus in six plantations and native species in two farms. The natural regeneration of native species included 15 species that grew well in the properties studied, suggesting their ability to survive drought periods common in the region. The results indicate that the productivity of eucalyptus was satisfactory and the strategy has potential to significantly increase income in the converted areas. We conclude that this system is not only fully feasible, but also innovative; it combines environmental conservation and genetic conservation of threatened or endangered species, guaranteeing survival of local populations, with economic production and social inclusion, generating revenue through forest products and the sale of sequestered carbon.

Keywords: ecosystem services, small-scale family agriculture, carbon, pasture-to-forest conversion.

1. Introdução

A conversão de áreas de pastagens degradadas em florestas geralmente requer investimentos por parte dos proprietários rurais. Entretanto, muitas vezes estes, principalmente os agricultores familiares, não têm condições de arcar com os custos envolvidos. Por se tratar de uma prática que contempla vários serviços ambientais de grande impacto ao bem-estar humano, torna-se fundamental o desenvolvimento de tecnologias que viabilizem a conversão de áreas degradadas em áreas restauradas, possibilitando ao mesmo tempo a recuperação do ambiente natural e o aumento de renda aos produtores.

A possibilidade de utilização de plantios florestais comerciais como facilitadores da recuperação ambiental tem sido relatada em diversos trabalhos científicos. Compilando estudos que tratam da regeneração natural sob plantios florestais comerciais, Viani et al. (2010) encontraram resultados bastante heterogêneos, indicando que a riqueza, a densidade e a estrutura da regeneração natural nestas condições sofrem forte influência de fatores como

densidade de copas e disponibilidade de luz no sub-bosque, idade do plantio, espécie florestal plantada, distância de remanescentes de vegetação nativa, manejo das florestas plantadas e histórico de utilização da área. Por outro lado, os autores apontam que os plantios florestais comerciais podem ser concentrados de biodiversidade, ao menos para certos grupos de organismos.

A mesorregião Noroeste do Paraná caracteriza-se por apresentar uma situação ambiental das mais degradadas no Estado, sendo esse quadro consequência direta do intenso desmatamento e da forma inadequada do uso (atual e anterior) da terra, aliados à fragilidade edáfica imposta pelo Arenito Caiuá. Sua ocupação, iniciada a partir da colonização regional, em meados do século passado, deu-se com a implantação da cultura do café e, posteriormente, com culturas anuais, impondo desde então problemas ambientais, por se basearem em modelos de terraceamento ineficientes no combate à erosão para essa região em particular (FIDALSKI, 1998). A Figura 1 mostra área de pecuária na região.



Foto: Edilson Batista de Oliveira

Figura 1. Área de pastagem e bovinos se abrindo em sombra de árvores na mesorregião Noroeste do Paraná.

O presente trabalho detalha um modelo de recomposição florestal em que espécies nativas plantadas e, também, regeneradas naturalmente, são conduzidas em faixas de plantio e em sub-bosques de eucaliptos, de tal forma que estes funcionem como espécie facilitadora para o estabelecimento das nativas e possibilitem renda aos proprietários.

O Projeto concentra seu objetivo na viabilização da conversão de áreas de pastagens degradadas em floresta, com retorno econômico aos produtores rurais. Assim, os objetivos específicos são:

- Promover biodiversidade através da implantação de plantios para a reconstituição de florestas nativas em pequenas propriedades familiares, em seis municípios na região noroeste do estado do Paraná, Brasil.

- Formatar estes plantios como um projeto de carbono, sob o âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo do Protocolo de Kyoto, buscando a inclusão de pequenos produtores no mercado de carbono.

- Utilizar plantios mistos, utilizando-se espécies nativas, algumas delas ameaçadas de extinção, junto com espécies exóticas de rápido crescimento, em áreas de pastagem e lavoura, em regiões degradadas.

- Possibilitar a implantação deste módulo por 187 pequenos produtores familiares, sendo 67 de assentamentos de reforma agrária, que deverão servir de modelo para a replicação do projeto em outras regiões.

- Manejar cada reflorestamento seguindo os princípios de sucessão florestal natural, desbastando exóticas e nativas pioneiras ao longo do tempo, deixando espaço para o crescimento e a regeneração natural das nativas, de forma que permaneçam no final apenas espécies nativas.

- Ter estes reflorestamentos como áreas de preservação de espécies nativas da região.

- Possibilitar o aumento de renda aos produtores através da venda da madeira colhida no manejo, bem como de sementes de espécies nativas.

- Estimular a atividade de produção madeireira na região.

- Gerar modelo que facilite a replicação em grande escala do sistema ora proposto em outras regiões.

Resultados da produção de madeira, da rentabilidade econômica e de alguns serviços ambientais envolvidos (como carbono armazenado e a diversidade e crescimento de espécies nativas de alguns módulos) serão abordados neste capítulo.

2. Descrição metodológica do trabalho

2.1. Descrição e localização do projeto

Detalhes do projeto foram publicados na série “Documentos” da Embrapa (SCHAITZA et al., 2008), envolvendo os vinte e dois técnicos que trabalharam na sua concepção, implantação e acompanhamento. O projeto teve a denominação de “*Implantação e manejo de florestas em pequenas propriedades no estado do Paraná*”. Foi coordenado pelo Programa Paraná Biodiversidade, da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), envolvendo Emater, Embrapa Florestas, IAP, SEPL e SEAB. A localização é na região do extremo noroeste do estado do Paraná, dentro da Mesorregião Geográfica do Noroeste Paranaense, abrangendo 6 municípios: Querência do Norte, Santa Cruz de Monte Castelo, Porto Rico, Loanda, São Pedro do Paraná e Santa Isabel do Ivaí. Esta área está localizada entre as coordenadas geográficas 22° 39’ a 23° 18’ S e 52° 52’ a 53° 43’ O.

A mesorregião Noroeste está localizada no Terceiro Planalto ou Planalto do Trapp do Paraná, o qual é constituído, em sua maior extensão, por derrames basálticos. A conformação de sua paisagem é bastante uniforme, em relevo suavemente ondulado, apresentando uma altitude média de 300 m acima do nível do mar. Nessa mesorregião encontra-se a formação Arenito Caiuá, de origem eólica, que se depositou sobre o derrame do Trapp e deu origem a solos com baixos teores de argila, textura predominantemente arenosa e, conseqüentemente, baixa capacidade de retenção de água, com moderada a baixa fertilidade e facilmente sujeitos à erosão (MUZILLI, 1996).

O clima da região caracteriza-se pelo tipo Cfa, cuja temperatura média no mês mais frio é inferior a 18 °C e no mês mais quente superior a 22 °C, verões quentes, inverno seco, concentração de chuvas no verão, mas sem período seco definido (IAPAR, 2000). A cobertura florestal original era composta pela Floresta Estacional Semidecidual Submontana.

2.2. Modelo de reflorestamento

O modelo de reflorestamento utilizado foi formatado como um projeto MDL florestal. Originalmente foram selecionadas 187 propriedades rurais familiares para implantar plantios mistos, com parte composta por espécies nativas ameaçadas ou em risco de extinção e espécies exóticas de rápido crescimento. As propriedades tinham menos de 30 ha e em cada uma foram reflorestados de 1 a 5 ha.

Os plantios foram realizados de 2006 a 2008, com o apoio de 50% do investimento pelo Programa Paraná

Biodiversidade na forma de mudas e insumos. Os outros 50% ficaram a cargo dos participantes do projeto, em forma de mão de obra, a título de contraparte. A seleção de produtores participantes ocorreu após consultas, quanto ao interesse em participar do projeto, a organizações de pequenos produtores, representações de assentados da reforma agrária da região, bem como autoridades locais e regionais. Com a finalização do Programa Paraná Biodiversidade, em 2009, a Emater, Embrapa Florestas, SEMA (Secretaria Estadual de Meio Ambiente), IAP (Instituto Ambiental do Paraná) e SEAB (Secretaria da Agricultura e do Abastecimento) assumiram a continuidade do projeto e vêm acompanhando as áreas em que o mesmo foi implantado.

Basicamente, o manejo de cada reflorestamento segue os princípios de sucessão florestal natural preconizados por Budowski (1965) e considerados em trabalhos e publicações de Carpanezzi e Carpanezzi (2006); Ferretti et al. (1995); Kageyama e Castro (1989), Kageyama e Gandara (2000), dentre outros. A indução inicial de uma composição de espécies exóticas e nativas pioneiras serve de base para o

desenvolvimento de um ambiente favorável para o crescimento e regeneração natural de espécies nativas secundárias iniciais e tardias. As exóticas e nativas pioneiras são desbastadas ao longo do tempo, deixando espaço para o crescimento e a regeneração natural das nativas mais importantes.

As espécies exóticas utilizadas foram *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*. As espécies nativas foram selecionadas em função de sua importância ecológica e representatividade ecotípica na região, seu potencial para manejo e para a produção sustentável de madeira e sementes e devido ao seu papel na sucessão de espécies na paisagem. Foram priorizadas as que, sob manejo sustentável, produzem madeira e sementes de maior valor comercial. Os plantios foram realizados em esquemas com uma faixa interna a duas faixas de eucalipto (Figura 2).

As espécies florestais selecionadas seguem o princípio de sucessão florestal no processo de formação de uma floresta natural. Estas se classificam em espécies pioneiras (p), secundárias iniciais (s), secundárias tardias (t) e climácicas (BUDOWSKI, 1965; CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006).

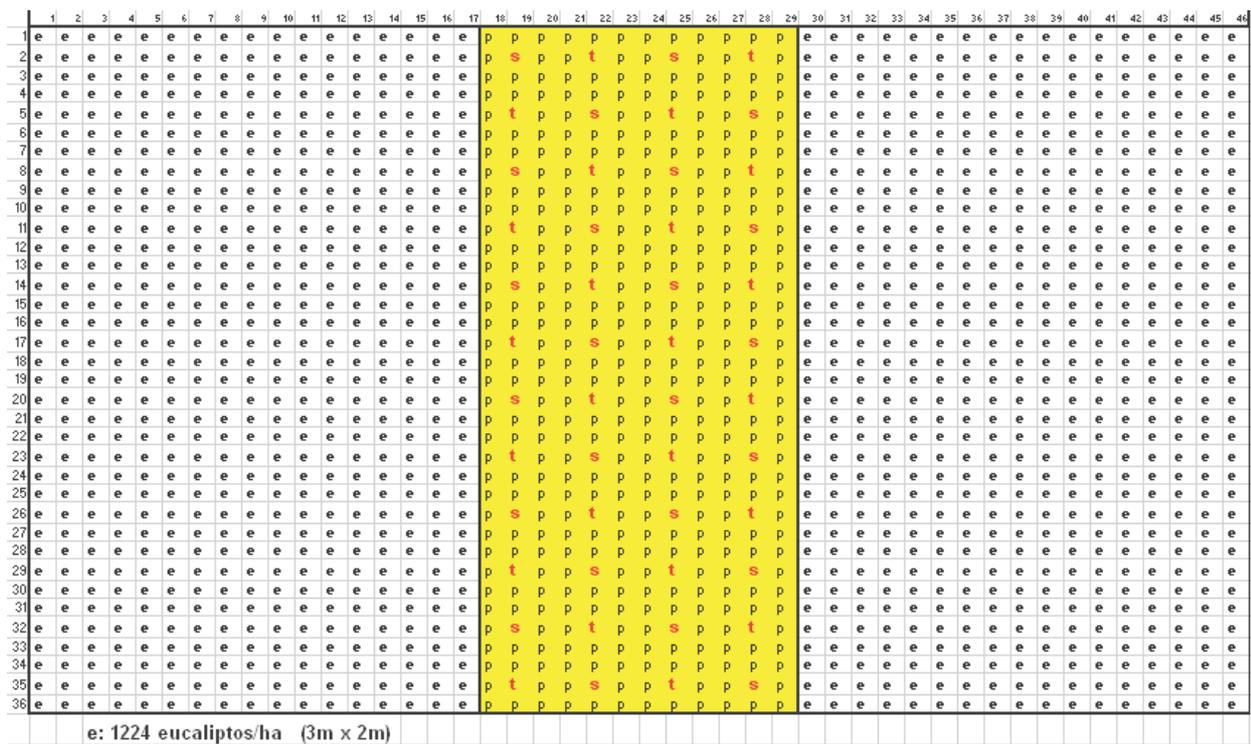


Figura 2. Representação esquemática do modelo de plantio do Projeto. (p) Pioneiras: 0 – 33%, (s) secundárias iniciais: 17 – 50%, (t) secundárias tardias: 35 – 50% ou climácicas: 0 – 15%.

Os plantios avaliados foram realizados em áreas de pasto com baixa produtividade, por meio de plantio direto, onde a pastagem foi dessecada e as mudas plantadas manualmente com o auxílio de chucho.

O regime de manejo dos plantios com exóticas previa três desbastes nos eucaliptos (5, 10 e 15 anos), para a remoção de

60%, 40% e 33% das árvores, respectivamente, com corte raso no vigésimo ano.

Ao longo dos 20 anos se processará uma dinâmica com relação às nativas, onde a maioria das pioneiras plantadas deverá ter completado o seu ciclo (podendo ser utilizada para fins com menor valor comercial, como lenha, por exemplo)



e a regeneração natural de nativas no sub-bosque surgirá e desenvolverá à medida em que mais espaço é aberto com os desbastes dos eucaliptos. O número de nativas que efetivamente permanecerá no modelo é de difícil precisão, por depender de uma série de variáveis não controláveis no momento.

3. Análise e integração dos resultados

3.1. Carbono florestal

A estratégia do módulo de carbono baseia-se no modelo de reflorestamento descrito, que segue os princípios de sucessão florestal. Ao longo do projeto, as espécies exóticas de crescimento rápido de valor comercial são desbastadas para dar espaço à regeneração natural e ao crescimento das espécies nativas plantadas. Ao mesmo tempo, a retirada de madeira proporciona um ganho financeiro para os proprietários, o que constitui um atrativo para a sua participação e a potencial replicação do modelo.

Ao final do ciclo de 20 anos do projeto, todas as árvores exóticas já estarão colhidas. As nativas pioneiras plantadas devem ter findado o seu ciclo natural, permanecendo apenas as nativas secundárias iniciais e tardias plantadas, junto às nativas regeneradas naturalmente.

Neste projeto, os estoques de carbono selecionados incluem apenas a biomassa do eucalipto referente a tronco, folhas e galhos (Tabela 1). Para as estimativas desta biomassa e carbono foi utilizado o software SisEucalipto (OLIVEIRA, 2011). As raízes que correspondem a aproximadamente 20% da biomassa da árvore, bem como as árvores nativas plantadas e regeneradas naturalmente ao longo do projeto, foram utilizadas para definir a metodologia da linha de base para compensar o carbono existente antes do projeto, referente às pastagens ou qualquer eventual vegetação presente como aquelas de estágio inicial de regeneração.

Tabela 1. Estimativa de carbono armazenado pelos eucaliptos no projeto ao longo de 20 anos.

| Anos | Estimativa anual do carbono armazenado em 1 ha (ton) | Estimativa anual do CO ₂ armazenado em 1 ha (ton) |
|-------------------------------------|--|--|
| Ano 1 – 2006 | 0,48 | 1,76 |
| Ano 2 – 2007 | 8,21 | 30,13 |
| Ano 3 – 2008 | 23,07 | 84,67 |
| Ano 4 – 2009 | 39,74 | 145,85 |
| Ano 5 – 2010 | 56,81 | 208,49 |
| Ano 6 – 2011 | 36,96 | 135,64 |
| Ano 7 – 2012 | 46,02 | 168,89 |
| Ano 8 – 2013 | 54,83 | 201,23 |
| Ano 9 – 2014 | 62,88 | 230,77 |
| Ano 10 – 2015 | 70,93 | 260,31 |
| Ano 11 – 2016 | 53,11 | 194,91 |
| Ano 12 – 2017 | 58,68 | 215,36 |
| Ano 13 – 2018 | 63,47 | 232,93 |
| Ano 14 – 2019 | 67,78 | 248,75 |
| Ano 15 – 2020 | 72,03 | 264,35 |
| Ano 16 – 2021 | 61,14 | 224,38 |
| Ano 17 – 2022 | 64,82 | 237,89 |
| Ano 18 – 2023 | 67,61 | 248,13 |
| Ano 19 – 2024 | 70,46 | 258,59 |
| Ano 20 – 2025 | 73,40 | 269,38 |
| Estimativa total de CO ₂ | 73,40 | 269,38 |
| Média anual de CO ₂ | 3,67 | 13,47 |

A definição de locais para implantação dos módulos do projeto foi feita com base na interpretação de imagens de satélite, onde se sobrepôs os pontos georreferenciados das

áreas a serem reflorestadas do projeto. A metodologia para a identificação do uso e cobertura da terra das áreas foi realizada por meio da interpretação de imagens de satélite Landsat,

através de um mosaico de imagens chamado Geocover. A combinação de bandas desta imagem foi 7R, 4G e 2B e a resolução espacial foi de 30 m. Essa imagem apresenta um bom registro de coordenadas geográficas.

3.2. Alterações no projeto

As mudanças na legislação ambiental, especificamente sobre o Código Florestal, levaram a uma série de alterações em relação ao formato que o mesmo foi concebido. Para seguir o que prescrevia a legislação para reserva legal do início do projeto, todas as árvores exóticas deveriam estar cortadas ao final do ciclo de 20 anos. Entretanto, a Lei Nº 12.651, de 25 de maio 2012 (BRASIL, 2012), alterou esta exigência para o caso de pequena propriedade ou posse rural familiar. Assim, a maioria dos produtores passou a não realizar desbastes e efetuar a colheita total do eucalipto aos sete anos, com posterior condução de rebrota. Por outro lado, a mortalidade em torno de 30%, ocorrida em vários povoadamentos, dispensou o primeiro desbaste, possibilitando verificar os efeitos da menor densidade populacional na regeneração natural e no crescimento das nativas.

O corte raso dos eucaliptos com posterior condução de rebrota, desejado por muitos produtores como forma de aumentar a rentabilidade econômica, torna o modelo semelhante ao sistema avaliado por Oliveira et al. (2011), com adição da faixa de nativas.

4. Análise e integração dos resultados dos inventários aos cinco anos de idade

No ano de 2013, foram realizados inventários dos módulos do projeto em cinco propriedades. Os plantios possuíam cinco

anos de idade. A seguir são descritos os resultados obtidos durante o desenvolvimento dos plantios de eucalipto e das espécies nativas.

4.1. Eucalipto

Os resultados da produtividade e da rentabilidade econômica dos eucaliptos foram apresentados por Oliveira et al. (2014) e serão mostrados na sequência, incluindo os valores de carbono estocado.

Cinco módulos cultivados com *Eucalyptus grandis* foram avaliados, dois no município de Santa Cruz do Monte Castelo (A e B), dois em São Pedro do Paraná (C e D) e um em Porto Rico (E). Os volumes de madeira ($m^3 ha^{-1}$) foram calculados considerando um fator de forma de 0,45. Foram realizadas prognoses da produção para os 7, 9 e 11 anos, utilizando-se o software SisEucalipto. Foram medidas duas parcelas de 400 m^2 para cada propriedade, que serão representadas pelos números 1 e 2 na sequência das letras de A a E das propriedades. Os resultados são apresentados por hectare do sistema. Assim, deve ser levado em conta que as faixas de eucalipto ocupam 74% da área e as espécies nativas plantadas 26%.

Em média, a sobrevivência dos eucaliptos aos cinco anos foi de 74,9% (Tabela 2), ou seja, 923 árvores ha^{-1} do plantio misto, o que equivale a 1.247 árvores ha^{-1} de eucalipto puro. Apenas a área B1 apresentou densidade abaixo de 1.000 árvores ha^{-1} . Nos cinco locais, cada árvore ocupa em média 8,02 m^2 , variando de 6,8 m^2 a 10,5 m^2 . Estes valores estão dentro de faixa viável para plantações de eucalipto, mas comprometem a produção inicial em sítios mais pobres. Há vantagem para a regeneração natural de espécies nativas, mas o primeiro desbaste será pouco produtivo.

Tabela 2. Sobrevivência (%), árvores ha^{-1} , altura média e diâmetro à altura do peito (DAP), volume e carbono - CO_2eq , de *Eucalyptus grandis* no arenito Caiuá, noroeste do Paraná.

| Local | Sobrev | Árv. ha^{-1} | Alt.med. (m) | DAP (cm) | Volume ($m^3 ha^{-1}$) | CO_2eq (Ton ha^{-1}) | Volume ($m^3 ha^{-1}$) | CO_2eq (Ton. ha^{-1}) |
|-------|--------|----------------|--------------|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | | | | 5 anos | 5 anos | 7 anos | 7 anos |
| A1 | 64,2% | 788 | 16,3 | 13,6 | 83,4 | 79,2 | 133,4 | 126,7 |
| A2 | 68,5% | 844 | 15,6 | 12,6 | 73,1 | 69,4 | 119,8 | 113,8 |
| B1 | 57,0% | 703 | 14,6 | 13,4 | 64,5 | 61,3 | 103,1 | 97,9 |
| B2 | 68,0% | 839 | 14,2 | 12,9 | 70,3 | 66,8 | 109,2 | 103,7 |
| C1 | 78,0% | 962 | 16,4 | 13,4 | 100,8 | 95,8 | 154,2 | 146,5 |
| C2 | 88,0% | 1086 | 17,2 | 13,9 | 128,0 | 121,6 | 191,7 | 182,1 |
| D1 | 82,0% | 1012 | 19,6 | 14,2 | 140,8 | 133,8 | 217,2 | 206,3 |
| D2 | 76,0% | 937 | 19,0 | 14,8 | 137,0 | 130,1 | 205,4 | 195,1 |
| E1 | 85,0% | 1050 | 17,2 | 13,1 | 108,6 | 103,2 | 170,1 | 161,6 |
| E2 | 82,0% | 1012 | 17,1 | 13,0 | 103,4 | 98,2 | 162,5 | 154,4 |
| Média | 74,9% | 923 | 16,7 | 13,5 | 101,0 | 95,9 | 156,6 | 148,8 |

O projeto estimava povoamentos aos cinco anos com 21,0 m de altura média, 15,0 cm de DAP e sobrevivência de 90%. O local D é o que mais se aproxima destes valores de altura e DAP, mas há perda de produção devido à sobrevivência de 82% e 76%. Em média, há perda de 25% (43% a 15%) na sobrevivência, 20% (6,6% a 32,4%) na altura e 10% (1,3% a 16%) no DAP.

Estas diferenças levaram a variações de volume de 64,5 a 140,8 m³ ha⁻¹ de plantio misto, que corresponderam a 87,2 e 190,3 m³ ha⁻¹ de eucalipto puro. Em relação ao esperado pelo projeto, a perda média em volume e de carbono estocado foi de 46,7% (25,6% a 65,8%). Estas perdas decorreram, basicamente, devido a fortes períodos de seca em plena estação chuvosa nos três primeiros anos do projeto e à ocorrência de formigas durante a fase de inicial. Além disso, o material genético utilizado era pouco melhorado, conforme indicado pela grande variabilidade entre plantas. Entretanto, o desenvolvimento encontrado indica a necessidade de manejo diferente para cada povoamento, para manter ou aumentar a eficiência na obtenção dos resultados propostos pelo projeto.

Oliveira et al. (2014) concluíram que a produtividade dos eucaliptos pode ser considerada satisfatória, tem potencial para aumentar e melhorar significativamente a renda das áreas convertidas, com valores superiores aos obtidos com agricultura

e pecuária naquelas propriedades cujos solos possuem cerca de 85% de areia. Também deve ser levado em conta que os produtores não tinham experiência com plantações florestais, que a implantação foi por meio de plantio direto além da ocorrência de seca nos anos iniciais do cultivo.

4.2. Espécies nativas

Aos 2,5 a 3,0 anos, os técnicos da Emater, supervisores responsáveis pelo projeto em cada município, visitaram todos os módulos e constataram elevado percentual de mortalidade das mudas plantadas, consequência principalmente dos dois anos consecutivos com períodos de estiagem prolongados, intensificados ainda pela baixa umidade no solo, própria dos solos arenosos, assim como pela ausente ou pequena quantidade de matéria orgânica sobre estes. Entretanto, observaram a existência de muita regeneração natural de nativas, sobretudo nas faixas em que foram plantadas em solos de melhor qualidade. Áreas com menor desenvolvimento dos eucaliptos propiciaram regeneração de muitas espécies arbustivas, consideradas de grande importância para o aumento do carbono do solo, especialmente na forma de matéria orgânica, de modo a aumentar o aumento da capacidade de armazenamento de água e dar condições para o desenvolvimento de outras espécies (Figura 3).



Foto: Edilson Batista de Oliveira

Figura 3. Módulo do projeto em Santa Cruz do Monte Castelo, com regeneração de espécies arbustivas.

Dentre os cinco locais avaliados ao final de cinco anos do projeto, há muita heterogeneidade no crescimento e na regeneração natural das espécies nativas. A perda das mudas plantadas pelo projeto foi superior a 90%, devido à três anos sucessivos de períodos secos prolongados. Na Tabela 3 são

apresentados os resultados do inventário dos locais D1 e D2, em São Pedro do Paraná. Foram encontradas 15 espécies com bom desenvolvimento, como pode ser observado pelas alturas e DAPs, o que garante a sobrevivência das mesmas aos períodos de seca comuns na região.

Tabela 3. Espécies encontradas em módulo do projeto eucalipto-nativas no noroeste do Paraná.

| Espécie | Nome científico | Árv.ha ⁻¹ | DAP (cm) | Altura (m) | Vol.0,26 (m ³ ha ⁻¹) |
|------------------|--|----------------------|----------|------------|---|
| Açoita-cavalo | Luehea divaricata Mart. & Zucc. | 18 | 2,3 | 2,86 | 0,0205 |
| Amendoim-bravo | Platypodium elegans Vogel | 200 | 2,4 | 3,44 | 0,2954 |
| Canafístula | Peltophorum dubium (Spreng.) Taub. | 255 | 1,7 | 2,62 | 0,1455 |
| Cedro | Cedrela fissilis Vell. | 55 | 2,6 | 1,39 | 0,0369 |
| Coração-de-negro | Poecilanthe parviflora Benth. | 18 | 10,7 | 6,55 | 0,9732 |
| Farinha-seca | Albizia hasslerii (Chodat) Burr. | 18 | 4,2 | 3,68 | 0,0834 |
| Feijão-cru | Lonchocarpus muehlbergianus Hassl. | 255 | 2,3 | 2,54 | 0,2544 |
| Guajuvira | Patagonula americana L. | 36 | 2,3 | 3,19 | 0,0457 |
| Gurucaia | Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan. | 91 | 3,6 | 3,76 | 0,3262 |
| Leiteiro | Sapium glandulatum (Vell.) Pax. | 18 | 1,6 | 2,29 | 0,0073 |
| Mamica-de-porca | Zanthoxylum rhoifolium Lam. | 18 | 3,5 | 4,09 | 0,0659 |
| Pau-d'alho | Gallesia integrifolia (Spreng.) Harms. | 91 | 2,3 | 2,45 | 0,0879 |
| Sapuva | Machaerium stipitatum Vogel | 36 | 1,8 | 2,86 | 0,0248 |
| Vacum | Allophylis edulis (St. Hil.) Radlk. | 109 | 1,6 | 3,27 | 0,0668 |
| Total | | 1218 | 3,1 | 3,2 | 2,4340 |

Estas 15 espécies representam 28% do total de espécies encontradas por Oliveira et al. (2011), no mesmo município, e o número de árvores ha⁻¹ representou 26% do total de árvores encontradas no mesmo trabalho. Na pesquisa de Oliveira et al. (2011), foi avaliada uma área de três ha, no município

de São Pedro do Paraná, antes ocupada com pastagem de braquiária (*Brachiaria* spp.) e posteriormente cultivada com *Corymbia citriodora*, plantado no espaçamento de 3,0 m x 2,0 m e colhido aos sete anos de idade. Após sete anos de crescimento das rebrotas do eucalipto e de regeneração

natural, foram encontradas 53 espécies distribuídas em 21 famílias. A estimativa do número total de indivíduos de espécie nativa regenerados por hectare foi de 4.721, sendo 45% com altura entre 2 e 4 m, 18% entre 4 e 8 m e 3% acima de 8 m. O número de rebrotas de *C. citriodora* foi estimado em 733, com altura média de 15 m. Considerando que, no presente trabalho, as espécies concentram-se na faixa entre os eucaliptos, e que esta faixa representa 26% de um hectare, os padrões de ocorrência de espécies e de número de árvores se assemelham nas duas pesquisas.

Entretanto, os outros locais avaliados apresentaram baixa regeneração natural, fato atribuído à restrita fonte de sementes, seja na forma de banco no solo ou na vegetação adulta circundante aos plantios. Esta restrição é consequência do intenso desmatamento da Floresta Estacional Semidecidual, que redundou na intensa fragmentação das florestas e na redução da diversidade genética e de espécies nestes fragmentos.

Recomenda-se que nas formações obtidas com regeneração natural de espécies nativas deva-se propiciar, posteriormente, o enriquecimento com o plantio de outras espécies de ocorrência na região, que apresentem dificuldade na proliferação natural e/ou que sejam ameaçadas ou em risco de extinção. O módulo apresentado na Figura 3 é restrito em espécies florestais nativas, mas é um exemplo de vegetação inicial que pode facilitar o enriquecimento com espécies desejadas para a restauração.

4.3. Compensações por emissão de carbono

Foi criada a cooperativa para gerenciar as vendas de carbono (Coopercarbono - Cooperativa de Produtores de Carbono no Noroeste do Paraná). Logo no início do projeto, o carbono de um dos produtores foi vendido, sendo emitido um certificado ao comprador. Outros três casos de venda ao mercado voluntário foram concretizados.

Entretanto, com os problemas da dívida em países da União Europeia, que teve início em 2008, muitos compradores potenciais do carbono do projeto praticamente saíram do mercado. E no mercado voluntário interno, nenhuma nova venda foi concretizada.

4.4. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF).

O comportamento dos eucaliptos, em praticamente todas as propriedades que implantaram os reflorestamentos, tem ficado dentro dos limites dos resultados obtidos nas cinco propriedades avaliadas. Assim, o projeto tem servido de estímulo à introdução do componente arbóreo nas propriedades rurais da região, principalmente na forma de sistemas integrados. A Figura 5 apresenta uma pastagem com linhas de eucalipto no município de São Pedro do Paraná, na qual pode ser observado o bom desenvolvimento do eucalipto e da pastagem, indicando a viabilidade dos iLPFs na região.



Foto: Edilson Batista de Oliveira

Figura 5. Área de pastagem com linhas de eucalipto no município de São Pedro do Paraná, PR.

Já tem sido comum a expansão do plantio de linhas de eucalipto em pastagens, visando, principalmente, à melhoria de produtividade dos rebanhos pelo bem-estar animal. A imagem mostrada na Figura 1, no item 1, retrata a importância do sombreamento no conforto térmico animal. Ela mostra gado bovino buscando sombra de árvores em horários de temperaturas mais elevadas, indicando que a adoção de sistema ILPF pode trazer benefícios à pecuária regional.

5. Considerações finais

O Projeto aqui discutido apresenta propostas de diversos serviços ambientais nas propriedades rurais familiares, por possibilitar a recomposição da vegetação nativa com acréscimo de renda aos produtores e os resultados, mesmo iniciais, indicam viabilidade em vários deles.

O modelo inclui produtores rurais familiares nos negócios com carbono, priorizando aspectos sociais e ecológicos. Quando um projeto de carbono incorpora uma agenda social e ambiental já existente, há maior perspectiva deste em contribuir com o desenvolvimento sustentável da região.

Áreas com modelos mistos, semelhantes ao aqui apresentado, podem ser utilizadas para fins de constituição de servidão ambiental, aumentar a biodiversidade e contribuir para a regulação climática e ciclos hidrológicos regionais.

Por oferecer opções de renda aos agricultores e possibilitar, com baixo custo, a recomposição de áreas com espécies nativas, o projeto apresenta facilidades de adoção e vem servindo de modelo para outros Estados.

Referências

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 102, 28 maio, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: ago. 2014.

BUDOWSKI, G. N. Distribution of tropical American rain forest species in the light of succession processes. **Turrialba**, San Jose, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. **Espécies nativas recomendadas para o Estado do Paraná, em solos não degradados**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 57 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 136). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/284301/1/doc136.pdf>>

FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ÁRBOEZ, G. F.; SANTOS, J. D.; BARROS, M. I. A.; LORZA, R. F.; OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 3, n. 7, p. 73-77, 1995.

FIDALSKI, J. Sistema de terraceamento agrícola proposto para o noroeste do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 20, n. 3, p. 313-316, 1998.

IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina, 2000.

KAGEYAMA, P. Y., CASTRO, C. F. A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, Piracicaba, n. 41-42, p. 83-93, jan./dez. 1989.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Revegetação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EdUSP, 2000. p. 2-24.

MUZILLI, O. Plano integrado para o manejo e conservação do solo em microbacia hidrográfica piloto. A experiência do Paraná na região do Arenito Caiuá. In: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (Ed.). **Manejo Integrado de solos em microbacias hidrográficas**. Londrina: IAPAR, 1996. p. 97-119.

OLIVEIRA, E. B. de. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 68 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 216). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/898050/1/Doc216.pdf>>.

OLIVEIRA, E. B.; SANTOS, L. M. F.; GOBOR, D.; MORIS, A. C.; TINA, V. Produtividade de plantações de Eucalipto intercaladas com espécies nativas em áreas de pastagens degradadas no noroeste do estado do Paraná. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2014, Campinas. **Anais: resumos expandidos**. Curitiba: Malinovski, 2014. p. 277-280.

OLIVEIRA, E. B.; SOUSA, L.P.; RADOMSKI, M. I. Regeneração natural em sub-bosque de *Corymbia citriodora* no noroeste do estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 2, p. 377-386, abr./jun. 2011.

SCHAITZA, E.; SHANG, M.; OLIVEIRA, E. B.; LIMBERGER, E.; SANTOS, L. M. F.; SHIMIZU, J. Y.; GOBOR, D.; SIQUEROLO, E.; MAXIMIANO, G.; AGUIAR, A. V. de; SOUSA, L. P. de; BIANCO, A. J.; SANTOS, E. S. dos.; PASSARELLI, I.; FREITA, J. C.; DOMINGUES, R.; GONÇALVES, A.; GARBELINI, W.; SANTOS, J. F. dos; MORIS, A. C. SABOT, A. L.; SANTOS, A. S. dos. **Implantação e manejo de florestas em pequenas propriedades no Estado do Paraná**: um modelo para a conservação ambiental, com inclusão social e viabilidade econômica. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 49 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 167).

VIANI, R. A. G.; DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 20, n. 3, p. 533-552, jul./set. 2010.