



Florestas

**PLANTAÇÕES FLORESTAIS:
GERAÇÃO DE BENEFÍCIOS COM
BAIXO IMPACTO AMBIENTAL**

Dezembro, 2015

SUMÁRIO	
SUMÁRIO	2
RESUMO	4
RESUMO EXECUTIVO	7
INTRODUÇÃO	7
INDICADORES DE IMPACTO SOCIOECONÔMICO	7
INDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS	8
INDICADORES DA RELAÇÃO SILVICULTURA E SOCIEDADE	11
LISTA DE TABELAS	14
LISTA DE FIGURAS	15
ANEXOS	15
APRESENTAÇÃO	16
CAPÍTULO I - IMPORTÂNCIA DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO COM ÊNFASE NAS PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS	17
1. INTRODUÇÃO	17
2. PANORAMA DA PRODUÇÃO FLORESTAL COMERCIAL	17
2.1. No Mundo	17
2.2. No Brasil	18
3. CUSTOS DE PRODUÇÃO E RENTABILIDADE ECONÔMICA	20
4. BALANÇA COMERCIAL	22
5. POTENCIAL DE GERAÇÃO DE EMPREGOS	24
CAPÍTULO II - PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E O SOLO	27
1. INTRODUÇÃO	27
2. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E EROÇÃO HÍDRICA DOS SOLOS	27
3. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A COMPACTAÇÃO DOS SOLOS	29
4. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES	31
5. RESÍDUOS DA COLHEITA DAS PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A PROTEÇÃO DO SOLO	32
6. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A CICLAGEM DE NUTRIENTES	33
CAPÍTULO III – PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E O USO DE AGROTÓXICOS EM RELAÇÃO A ALGUNS PRODUTOS DA AGRICULTURA	35
1. INTRODUÇÃO	35
2. USO DE AGROTÓXICOS NAS PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS	35
3. USO DE AGROTÓXICOS EM PLANTIOS AGRÍCOLAS	36
CAPÍTULO IV – PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A BIODIVERSIDADE	39

1. INTRODUÇÃO	39
2. CLASSIFICAÇÃO DAS PLANTAÇÕES FLORESTAIS OU FLORESTAS PLANTADAS	39
4. PLANTAÇÕES COMERCIAIS E A FAUNA	42
5. PLANTAÇÃO FLORESTAL COMERCIAL E INIBIÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL EM SEU SUB-BOSQUE	45
CAPÍTULO V – PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS NO CONTEXTO DA PAISAGEM	48
1. INTRODUÇÃO	48
2. AS PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A ESCALA DE PAISAGEM	48
3. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E SUA INTERSEÇÃO, NA PAISAGEM, COM A AGRICULTURA, VISANDO A PRODUÇÃO DE MADEIRA E ALIMENTOS	50
4. AS ESPÉCIES DO GÊNERO <i>Pinus</i> sp. E SEU POTENCIAL INVASOR	52
5. A ACÁCIA-NEGRA (<i>ACACIA MEARNSII</i>) E SEU POTENCIAL INVASOR	54
CAPÍTULO VI – PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A MITIGAÇÃO NA MUDANÇA DO CLIMA	55
1. INTRODUÇÃO	55
2. A IMPORTÂNCIA DO USO DA MADEIRA EM SUBSTITUIÇÃO A OUTROS PRODUTOS	55
3. BOAS PRÁTICAS NA SILVICULTURA DE PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS	55
4. ESTOQUE DE CARBONO EM FLORESTAS	56
5. DIFERENTES ESPÉCIES FLORESTAIS, DIFERENTES USOS DA TERRA E O BALANÇO DE CARBONO	56
CAPÍTULO VII – PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS, A CERTIFICAÇÃO E OS DIÁLOGOS SETORIAIS	59
1. INTRODUÇÃO	59
2. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A CERTIFICAÇÃO	59
3. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E OS DIÁLOGOS SETORIAIS	60
CAPÍTULO VIII – RESULTADOS: INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NO SETOR FLORESTAL	63
1. INDICADORES DE IMPACTO SOCIOECONÔMICO	63
2. INDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS	63
3. INDICADORES DA RELAÇÃO SILVICULTURA E SOCIEDADE	65
CAPÍTULO IX – CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXO	84

RESUMO

A Resolução 237/97 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2012), em seu artigo 2º, Anexo 1, classifica a silvicultura como atividade potencialmente causadora de significativa degradação do ambiente. Objetivando subsidiar as discussões relativas às plantações florestais e a paisagem rural, a Indústria Brasileira de Árvores (Ibá) demandou da Embrapa Florestas, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), um estudo sobre o potencial de impacto das plantações florestais sob a ótica de diferentes indicadores. O documento **“Plantações Florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental”**, parte da hipótese que as plantações florestais possuem valor além dos propósitos comerciais a que se destinam, tanto no âmbito socioeconômico (contribuição para a balança comercial brasileira e geração de empregos) quanto no âmbito socioambiental (biodiversidade, paisagem, certificação, serviços ambientais e alimentos).

A área mundial de florestas plantadas vem aumentando, anualmente, cerca de 4,63 milhões de hectares. Estima-se que cerca de 76% dessa área seja para produção florestal. O Brasil participa com 2,67% do total das plantações florestais mundiais e, de 1990 a 2010, aumentou a sua área a uma taxa média anual de 1,8%, sendo que no mundo, a mesma taxa é de 2,1%. Entretanto, no Brasil, entre os anos de 1970 e 2006, as plantações florestais tiveram o segundo pior incremento em ocupação, superando apenas aquela com pastagens nativas, cuja área foi reduzida. Assim, durante esse período, a área com plantações florestais cresceu, em média, 78,8 mil hectares/ano, bem inferior, aos 717 mil de lavouras permanentes e temporárias e 1,99 milhão de pastagens plantadas.

Os produtos florestais ocupam o quarto lugar na balança comercial do agronegócio brasileiro. Entretanto, as plantações ocupam apenas 7,7 milhões de hectares, dos 350 milhões de hectares tidos como agricultáveis no país. A soja ocupa 27 milhões, a cana-de-açúcar, 10 milhões, e a pecuária utiliza cerca de 211 milhões como área de pastagem. Em 2014, 10,2% das exportações do agronegócio foram de produtos florestais, representando 4,42% das exportações nacionais. O segmento importa menos do que exporta e é responsável por 9,3% do saldo da balança comercial do agronegócio. Tais exportações compreendem produtos beneficiados com valor agregado superior à grande parte das *commodities* exportadas pelo setor agropecuário. Adicionalmente, dos 660 mil empregos diretos gerados pela produção florestal nacional, 90% foram gerados pelo segmento de plantações florestais.

Quando manejada de forma adequada, a plantação florestal comercial apresenta perdas de solo abaixo da tolerância admissível por erosão hídrica estabelecida. Em algumas situações, essas perdas ficam relativamente próximas daquelas da mata nativa, indicando que esses plantios oferecem eficiente cobertura ao solo. Em função dos benefícios promovidos pela manutenção dos resíduos na área, atualmente, quase todas as plantações florestais comerciais, no Brasil, são implantadas na forma de “cultivo mínimo”. Já pelo lado da colheita, modernos equipamentos e novas técnicas têm promovido avanços que chegam a reduzir em torno de 40% a compactação do solo. Grande parte dos sistemas retira apenas a madeira, deixando no local o restante da biomassa produzida. Isso preserva o estoque de nutrientes do solo e o teor de matéria orgânica de forma mais efetiva do que ocorre após a colheita de muitas lavouras agrícolas. Caso os resíduos da colheita sejam utilizados para transformação em energia, os ganhos ocorrem melhorando o balanço energético da empresa em prol do meio ambiente, gerando benefícios climáticos.

A extração de nutrientes pelas árvores não é maior do que a de outras lavouras. Em comparação com café, algodão, soja, milho, laranja e pastagem, o eucalipto (em ciclo de sete anos) é a cultura que menos extrai N, P (perde apenas para o café) e K (perde apenas para o milho). A deposição contínua de resíduos florestais ao longo dos ciclos de colheita proporciona diversos benefícios ambientais. Há exemplos de agricultura bem sucedida em áreas antes ocupadas por plantios florestais com objetivo comercial. Além disso, plantações florestais comerciais reduzem a pressão sobre as florestas naturais. O abastecimento de madeira está

mudando de florestas naturais para plantações florestais comerciais, que contribuirão, cada vez mais, com o fornecimento de madeira e produtos florestais não madeireiros usados na alimentação.

Plantações florestais comerciais não objetivam, primariamente, ser um refúgio para a fauna. No entanto, quando sob a forma de mosaico ou matriz, podem abrigar um grande número de aves, morcegos, invertebrados e répteis, que são importantes agentes de controle biológico de pragas, e servem também como poleiros vivos para a avifauna. Para cada hectare plantado, 0,65 hectare é destinado à preservação, enquanto, na agropecuária, tal relação é de apenas 0,07 hectare. Além disso, a área preservada pelo setor florestal representa 13,3% dos 50,10 milhões de hectares de habitats naturais preservados no Brasil, fora de unidades de conservação. No Chile, para cada hectare ocupado por plantios de árvores, 0,25 hectare é preservado. Na Austrália, a relação é inferior a 0,05 hectares. As áreas conservadas são, frequentemente, destinadas à Reserva Legal, a Áreas de Preservação Permanente, mas também compõem o mosaico de diferentes usos/cobertura das propriedades rurais.

Essa vizinhança tem sido considerada positiva, quando comparada àquela ocupada com usos agrícolas, pela proteção que o plantio florestal oferece ao fragmento, diminuindo o efeito de borda e permitindo uma zona tampão. Há uma tendência mundial de que as florestas plantadas não sejam vistas apenas como áreas de produção florestal, mas que tais áreas sejam consideradas redutos de biodiversidade, para alguns grupos de seres vivos. Vários estudos consideram os plantios florestais como corredores ideais para a fauna, unindo dois fragmentos de floresta nativa. Há evidências que a fauna usa tais plantios tanto como via de acesso como refúgio, o que dificilmente acontece com as áreas agropecuárias, mais abertas e desprotegidas. Assim, há comprovações de que as plantações florestais comerciais podem ser utilizadas como facilitadoras da restauração de ecossistemas. Elas podem ser usadas com sucesso como alternativa para a reabilitação de áreas degradadas e para facilitar a restauração ecológica de florestas nativas.

Ao longo do tempo, a silvicultura nacional tem adotado práticas que levam a um aumento da capacidade de armazenamento do carbono, a exemplo da eliminação da queima para limpeza da área de plantio e a adoção do preparo reduzido de área ou cultivo mínimo. Os incentivos para implantação de plantios comerciais, tendo como substrato produtivo áreas degradadas por mau uso agrícola ou áreas antropizadas e inaptas para a agricultura, podem ser considerados uma medida de mitigação das mudanças climáticas.

Os solos florestais têm expressiva contribuição na redução das emissões de metano. No Sul do Brasil, a absorção desse gás em solos sob plantios de *Pinus taeda*, mesmo sendo de menor grandeza, quando comparado à floresta nativa adjacente (estágio intermediário de sucessão), é bastante expressivo, com taxas da ordem de 3 kg de C-CH₄ ha⁻¹ ano⁻¹.

Na construção civil, pode-se salvar até 0,5 toneladas de CO₂ por metro quadrado, complementando-se o uso de aço ou concreto com madeira. Casas e móveis de madeira podem manter o carbono fora da atmosfera por períodos de até um século ou mais e o uso de resíduos para substituir combustíveis fósseis pode economizar 1,1 toneladas de CO₂ por tonelada de madeira utilizada. Pela ótica do manejo para múltiplos fins, maiores quantidades de carbono podem ser armazenadas por períodos mais longos, aumentando-se a idade de colheita de árvores para a fabricação de produtos duráveis de madeira sólida. O potencial de sequestro de carbono do solo aumenta com a densidade do plantio, e florestas plantadas têm o potencial de reter maior quantidade de carbono acima e abaixo do solo, em comparação com os sistemas agrícolas tradicionais.

O baixo número de produtos agrotóxicos registrados no mercado está relacionado à baixa demanda do setor florestal e, desta forma, não há interesse por parte das empresas produtoras, no registro de novos produtos. O ambiente florestal é mais estável que o das culturas anuais, favorecendo o controle biológico, que é altamente eficaz. Entretanto, esses valores não têm sido quantificados e considerados nas estatísticas.

Também se observa baixo consumo de insumos químicos na silvicultura de florestas plantadas. Parte dos agroquímicos, como no caso de fungicidas e inseticidas, é utilizada apenas em viveiros de produção de mudas, e o uso de herbicidas é mais utilizado nos primeiros anos da cultura.

As pressões ambientais sobre as plantações florestais têm sido maiores que as exercidas sobre as atividades agropecuárias. Uma das respostas do setor às demandas da sociedade foi a certificação. Da área certificada no Brasil, 1,70 milhão de hectares (35%) recebem certificação por ambos os programas FSC e Cerflor/PeFC, 2,60 milhões de hectares (53%) são certificados exclusivamente pelo FSC, e outros 0,58 milhão de hectares (12%), exclusivamente pelo Cerflor/PeFC, possibilitando o rastreamento da matéria-prima florestal desde a colheita até a comercialização do produto para o consumidor final.

Da mesma forma que com a certificação, as pressões ambientalistas sobre as plantações florestais incentivaram a busca de mecanismos de aproximação com a sociedade. A primeira iniciativa foi o estabelecimento do diálogo na Mata Atlântica, que foi seguida por outras iniciativas no âmbito nacional, como a Coalizão Brasil, Clima Florestas e Agricultura. Já no contexto internacional, pode-se mencionar o Advisory Committee on Sustainable Forest-based Industries (ACFSI), The International Council of Forest and Paper Associations (ICFPA), The Forest Dialogue (TFD), World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) e New Generation Plantations (NGP), entre outros.

Há evidências que suportam a associação entre as florestas plantadas e a provisão de serviços e benefícios ambientais como parte de uma paisagem multifuncional. A provisão de serviços ambientais pela vegetação natural é significativamente reduzida com a conversão para pastagens. Em contraste, conversão de pastagens para plantação florestal aumenta a provisão da maioria dos serviços ambientais. As plantações florestais são, também, uma boa estratégia para garantir qualidade e disponibilidade de água. Elas podem reduzir a velocidade do escoamento superficial e o movimento de nutrientes para a água subterrânea, contribuindo para a melhoria da qualidade da água e recarga de aquíferos.

O cultivo de árvores associadas a culturas agrícolas e a atividades pastoris tem sido uma forma de apropriação dos benefícios que o componente arbóreo proporciona à agropecuária. Em sistemas pecuários, pode-se elevar a produção de carne e leite em cerca de 20%, por exemplo. Além disso, a integração torna mais complexo, do ponto de vista biológico, o ambiente pecuário e promove bem-estar animal, aumentando a competitividade da pecuária nacional.

A utilização de florestas plantadas para recuperação de áreas degradadas é, também, uma realidade podendo, inclusive, devolver áreas para produção de alimentos. Há, ainda, exemplos de árvores servindo de adubação verde para culturas alimentares cultivadas em suas aleias.

No Brasil, em 2014, 17,8 mil famílias foram beneficiadas por programas de fomento florestal, muitas delas utilizando-se de sistemas agroflorestais. Ao associar atividades agrícolas e/ou pecuária com espécies florestais arbóreas estabelecem-se sistemas de produção com elevado grau de sustentabilidade. Esses sistemas possibilitam recuperação da fertilidade do solo, fornecimento de adubo verde, controle de praga e de plantas daninhas e diversificação da produção. Além disso, promovem uma maior estabilidade na oferta de produtos ao longo do ano, obtenção de alimentos, extração de madeira e cultivo de plantas medicinais.

Quanto ao propalado avanço das plantações florestais sobre as áreas agrícolas, levantando-se os dados da área destinada ao plantio dos principais produtos agrícolas brasileiros, percebe-se que a área destinada à produção dos mesmos cresceu de 45 milhões de hectares para 65 milhões de hectares, no período de 2000 a 2013. É certo que, no mesmo período, os produtos das plantações florestais cresceram tanto em volume de produção quanto em área, mas não há indício que tal crescimento tenha sido em função de perda de área da agricultura.

RESUMO EXECUTIVO

INTRODUÇÃO

Com o objetivo de subsidiar as discussões das câmaras técnicas do CONAMA e outros fóruns de discussão relacionados ao papel das plantações florestais na paisagem rural, a Indústria Brasileira de Árvores (Ibá) demandou da Embrapa Florestas, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), um estudo sobre o potencial de impacto. A Resolução 237/97 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2012), em seu artigo 2º, Anexo 1, classifica a silvicultura como atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio, e tem servido de base para despachos de promotores, condicionantes de órgãos ambientais e regulamentações estaduais e municipais que têm gerado dificuldades e até inviabilizado, em alguns momentos, o cultivo comercial de árvores.

Ressalte-se que a Resolução, equivocadamente, utiliza o termo silvicultura como sinônimo de plantações florestais. Silvicultura é a arte e a ciência de controlar o estabelecimento, crescimento, composição, sanidade e qualidade das florestas e dos ambientes com indivíduos de porte lenhoso para o atendimento das diversas necessidades e valores dos proprietários florestais e da sociedade, em bases sustentáveis. Suas técnicas podem ser usadas tanto em ambientes naturais como em ambientes plantados. Juntamente com o manejo florestal, consiste no diferencial que pode ser obtido tanto em florestas naturais como plantadas, sendo as mesmas destinadas à produção ou proteção ambiental.

A Política Agrícola para Florestas Plantadas apresentada no Decreto nº 8.375, de 11 de dezembro de 2014 (BRASIL, 2014), em seu artigo Art. 2º, pontua que: “Consideram-se florestas plantadas, para efeito deste Decreto, as florestas compostas, predominantemente, por árvores que resultam de semeadura ou plantio, cultivadas com enfoque econômico e com fins comerciais”. Adicionalmente, o decreto enfatiza, em seu Art. 3º que são princípios da Política Agrícola para Florestas Plantadas: I - a produção de bens e serviços florestais para o desenvolvimento social e econômico do país; e II - a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Há também que se considerar a terminologia adotada pela FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, no âmbito do FRA – Levantamento Global dos Recursos Florestais (FAO, 2012), onde “Florestas Plantadas abrangem todas aquelas florestas plantadas ou semeadas com intervenção humana e nas quais o principal uso da terra é a produção (madeira e fibra), a proteção (solo, água e outros valores ambientais), a conservação da diversidade biológica (*ex situ*), seus aspectos socioeconômicos (recreação, lazer, cultural) ou a combinações desses usos”.

O documento, denominado **“Plantações Florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental”**, parte da hipótese que as plantações florestais possuem valor além dos propósitos comerciais a que se destinam, tanto no âmbito socioeconômico (contribuição para a balança comercial brasileira e geração de empregos, certificação e serviços ambientais) quanto no âmbito ambiental (biodiversidade, paisagem). Quando comparadas a outros usos da terra, podem ser um elemento importante na paisagem, como provedoras de produtos florestais e, portanto, complementares às florestas naturais, como protetoras de fragmentos florestais por seu menor efeito de borda que outros usos da terra, por seu papel como corredores biológicos e outras funções ecossistêmicas na paisagem, além de sua função na captura de carbono da atmosfera.

INDICADORES DE IMPACTO SOCIOECONÔMICO

A área mundial de florestas plantadas vem aumentando, anualmente, cerca de 4,63 milhões de hectares. Estima-se que cerca de 76% dessa área seja para produção florestal. O Brasil participa com 2,67% do total das plantações florestais mundiais e está entre os nove maiores plantadores. De 1990 a 2010, aumentou a sua área de plantação florestal a uma taxa média anual de 1,8% enquanto que, no mundo, a mesma taxa é de 2,1%.

Apesar de sua importância, as plantações florestais, segundo dados de evolução da utilização das terras dos estabelecimentos agrícolas brasileiros apresentados nos Censos Agropecuários do IBGE entre os anos de 1970 e 2006, tiveram o segundo pior incremento em ocupação das áreas nacionais superando apenas a ocupação com pastagens nativas que teve sua área reduzida. Durante esse período, a área com plantações florestais cresceu, em média, 78,8 mil hectares/ano, bem inferior, aos 717 mil de lavouras permanentes e temporárias e 1,99 milhão de pastagens plantadas.

As florestas plantadas contribuem significativamente para o Valor Bruto da Produção Agrícola e para a balança comercial do País. Em 2014, 10,2% das exportações do agronegócio foram produtos florestais, representando 4,42% das exportações nacionais. Além disso, o segmento importa menos do que exporta, sendo responsável por 9,3% do saldo da balança comercial do agronegócio. Tais exportações compreendem produtos beneficiados com valor agregado superior à grande parte das *commodities* exportadas pelo setor agropecuário.

Dos 660 mil empregos diretos gerados pela produção florestal nacional, 90% foram gerados pelo segmento de plantações florestais. Ressalte-se que o maior potencial de geração de emprego não está somente na atividade florestal no campo, mas nas atividades posteriores ao longo de suas cadeias produtivas, nos processos de transformação e agregação de valor ao produto florestal. Em estudo que estimou o potencial de geração de empregos de quarenta e um setores da economia nacional, caso houvesse um aumento de produção equivalente a R\$ 10 milhões em cada um deles, o setor de madeira e mobiliário e o setor de celulose, papel e gráfica ocupariam o quinto e o vigésimo lugar, respectivamente, dentre todos os setores.

Apesar de os produtos florestais serem o quarto item da balança comercial do agronegócio brasileiro, as plantações ocupam apenas 7,7 milhões de hectares (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2015) dos 350 milhões de hectares tidos como agricultáveis no país, enquanto que a soja ocupa 27 milhões, a cana-de-açúcar 10 milhões e a pecuária cerca de 211 milhões com pastagens.

INDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste tópico são destacados indicadores ambientais que demonstram a relação da silvicultura com o solo, água, biodiversidade, carbono e uso de agrotóxicos.

Plantações florestais e solo

Por uma questão de reconhecimento aos princípios ecológicos universais, deve-se assumir que ao se desmatar para realizar uma plantação florestal comercial, promove-se, conseqüentemente, condição para que ocorra maior escoamento de água e erosão do solo em comparação ao ecossistema natural. Por outro lado, caso a cobertura vegetal original não mais exista, as plantações florestais contribuem para a redução do escoamento da água e conseqüentemente, da erosão hídrica. Adicionalmente, proporciona benefícios sobre diversas propriedades do solo.

Quando manejada de forma adequada, a plantação florestal comercial apresenta perdas de solo abaixo da tolerância admissível por erosão hídrica estabelecida. Em algumas situações, ficam relativamente próximas daquelas da mata nativa, indicando que esses plantios oferecem eficiente cobertura ao solo.

Em função dos benefícios promovidos pela manutenção dos resíduos na área, atualmente, quase todas as plantações florestais comerciais, no Brasil, são implantadas com preparo de solo localizado, na forma de “cultivo mínimo”.

Modernos equipamentos e técnicas de colheita florestal têm promovido avanços que chegam a reduzir em torno de 40% a compactação do solo, em comparação a processos tradicionais de colheita. Ressalte-se que

compactação do solo por máquinas agrícolas não é um privilégio das plantações florestais comerciais. É um fato que ocorre também em pastagens e em culturas agrícolas anuais, semiperenes e perenes.

Grande parte dos sistemas de colheita florestal retira apenas a madeira, deixando no local o restante da biomassa produzida. Isso preserva o estoque de nutrientes do solo e o teor de matéria orgânica de forma mais efetiva do que ocorre após a colheita de muitas lavouras agrícolas. Caso os resíduos da colheita sejam utilizados para transformação em energia, os ganhos ocorrem melhorando o balanço energético da empresa em prol do meio ambiente, gerando benefícios climáticos.

A extração de nutrientes pelas árvores não é maior do que a de outras lavouras. Em comparação com café, algodão, soja, milho, laranja e pastagem, o eucalipto (em ciclo de sete anos) é a cultura que menos extrai N, P (perde apenas para o café) e K (perde apenas para o milho).

A deposição contínua de resíduos florestais (galhos, folhas e casca), ao longo dos ciclos de colheita de plantações florestais comerciais, proporciona benefícios ambientais como: proteção do solo, redução dos extremos térmicos, redução de perdas de água por evaporação e pelo escoamento superficial, aumento da biomassa microbiana do solo e a mineralização de nutrientes, além da ciclagem de nutrientes, onde através da serapilheira, estabelece-se o processo de decomposição, liberação e absorção de nutrientes, num completo ciclo biológico.

Há exemplos de agricultura bem sucedida em áreas antes ocupadas por plantios florestais com objetivo comercial. É plenamente possível, através do uso de técnicas adequadas de manejo do solo, potencializar os efeitos positivos e mitigar possíveis efeitos negativos das plantações florestais comerciais, principalmente, quando estas são implantadas em áreas subutilizadas ou inaptas para agricultura.

Plantações florestais, biodiversidade e paisagem

Plantações florestais comerciais reduzem a pressão sobre as florestas naturais. O abastecimento de madeira (particularmente, madeira em tora) está mudando de florestas naturais para plantações florestais comerciais que contribuirão, cada vez mais, com o fornecimento de madeira, fibra, combustível e produtos florestais não madeireiros usados na alimentação, reduzindo a necessidade de busca por estes produtos nas florestas naturais.

Plantações florestais comerciais não objetivam, primariamente, ser um refúgio para a fauna. No entanto, quando sob a forma de mosaico ou matriz, podem abrigar um grande número de aves, morcegos, invertebrados e répteis, que são importantes agentes de controle biológico de pragas, e servem também, como poleiros vivos para a avifauna. A intercalação de talhões de eucalipto e pinus, por exemplo, com espécies nativas vem sendo implantadas por empresas reflorestadoras, em nítida vantagem sobre empresas de outros setores do agronegócio brasileiro. Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (2015) "... para cada hectare plantado com árvores para fins industriais, 0,65 hectare é destinado à preservação, enquanto na agropecuária, a relação entre área protegida e área produtiva é de apenas 0,07 hectare preservado por hectare utilizado. Além disso, a área preservada pelo setor de árvores plantadas representa 13,3% dos 50,10 milhões de hectares de habitats naturais preservados no Brasil fora de unidades de conservação.

No contexto internacional, o Brasil se destaca como o país onde o setor de florestas plantadas mais protege áreas naturais. A título de comparação, no Chile, outro importante *player* sul-americano do setor, para cada hectare ocupado por plantios de árvores, 0,25 hectare é preservado. Na Austrália, a relação entre área protegida e produtiva é inferior a 0,05 hectares.

Tais locais são destinados à Reserva Legal, a Áreas de Preservação Permanente (definidas pela Lei nº 12.727, de 25 de maio de 2012 – Código Florestal), mas também compõem o mosaico de diferentes usos/cobertura

das propriedades rurais. Essa vizinhança tem sido considerada positiva, quando comparada à vizinhança com usos agrícolas, por diversas razões. Uma delas seria a proteção que o plantio florestal oferece ao fragmento, diminuindo o efeito de borda e permitindo uma zona tampão. Adicionalmente, há uma tendência mundial de que plantios florestais comerciais não sejam vistos apenas como áreas de produção florestal e que tais áreas, se manejadas adequadamente, podem ser redutos de biodiversidade, para alguns grupos de seres vivos. Vários estudos consideram os plantios florestais como corredores ideais para a fauna, unindo dois fragmentos de floresta nativa. Há evidências que a fauna usa tais plantios tanto como via de acesso como refúgio, o que dificilmente acontece com as áreas agropecuárias, mais abertas e desprotegidas. Assim, há comprovações de que as plantações florestais comerciais podem ser utilizadas como facilitadoras da restauração de ecossistemas. Elas podem ser usadas com sucesso como alternativa para a reabilitação de áreas degradadas e para facilitar a restauração ecológica de florestas nativas.

Plantações florestais, mudanças climáticas e carbono

Ao longo do tempo, a silvicultura nacional tem adotado práticas que levam a um aumento da capacidade de armazenamento do carbono, a exemplo da eliminação da queima para limpeza da área de plantio e a adoção do preparo reduzido de área ou cultivo mínimo. Atualmente, abre-se novo espaço, com a utilização de áreas de pastagens degradadas por mau uso, para os plantios florestais comerciais. Os incentivos para implantação de plantios comerciais, tendo como substrato produtivo áreas degradadas por mau uso agrícola ou áreas antropizadas e inaptas para a agricultura, podem ser considerados uma medida de mitigação das mudanças climáticas.

Outro aspecto importante é que os solos florestais têm expressiva contribuição na redução das emissões de metano que é um GEE importantíssimo. Há observações, no Sul do Brasil, de que a absorção desse gás em solos sob plantios de *Pinus taeda*, mesmo sendo de menor grandeza quando comparado à floresta nativa adjacente (estágio intermediário de sucessão), é bastante expressivo, com taxas da ordem de 3 kg de C-CH₄ ha⁻¹ ano⁻¹.

A substituição de aço ou concreto por madeira na construção civil é outra contribuição que o setor está preparado para oferecer. Pode-se salvar até 0,5 toneladas de CO₂ por metro quadrado de construção. Casas e móveis de madeira podem manter o carbono fora da atmosfera por períodos de até um século ou mais e o uso de resíduos para substituir combustíveis fósseis pode economizar 1,1 toneladas de CO₂ por tonelada de madeira utilizada. A madeira de plantações florestais comerciais desempenha papel de grande relevância, uma vez que diminui a pressão sobre os remanescentes nativos.

Há ainda espaço para maiores contribuições do setor em relação ao carbono na biomassa vegetal. Maiores quantidades de carbono podem ser armazenadas, por períodos mais longos, por meio do aumento da idade de colheita de árvores para a fabricação de produtos duráveis de madeira sólida.

O potencial de sequestro de carbono do solo aumenta com a densidade do plantio e florestas plantadas têm o potencial de reter maior quantidade de carbono acima e abaixo do solo, em comparação com os sistemas agrícolas tradicionais.

Plantações florestais e o uso de agrotóxicos

As espécies florestais com maior área plantada no Brasil são eucalipto, pinus, acácia, paricá, araucária, seringueira e teca. Estas espécies apesar de ocuparem uma área de quase oito milhões de hectares demandaram, em 2014, para o controle de plantas daninhas, doenças e pragas, apenas 329 toneladas de agrotóxicos (herbicidas, inseticidas, fungicidas, acaricidas e outros). Este valor refere-se, no entanto, ao uso de produtos registrados, os quais são considerados nas estatísticas. Por outro lado, o baixo número de produtos registrados está relacionado à baixa demanda do setor florestal, por agrotóxicos, e desta forma,

não há interesse por parte das empresas produtoras de agrotóxicos, no registro de novos produtos. Esta baixa demanda é devido ao ambiente florestal ser muito mais estável que o das culturas anuais, favorecendo o controle biológico, tanto natural, como aquele oriundo de programas que visam a introdução e estabelecimento de inimigos naturais.

O controle biológico é altamente eficaz, e extensas áreas de plantios florestais têm sido beneficiadas com este tipo de controle, sem a necessidade de utilização de agrotóxicos. Entretanto, esses valores não têm sido quantificados e considerados nas estatísticas.

É importante ressaltar que, do valor total utilizado em reflorestamentos (329 toneladas), 66% referem-se ao uso de herbicidas, 25%, na categoria outros, incluem os formicidas, e os restantes, 9,4%, a fungicidas e inseticidas.

Por outro lado, na agricultura, em 2014, foram comercializadas 504.016 t. para soja, 104.836 t. para o milho (safra e safrinha), 68.151 t. para cana-de-açúcar, 60.039 t. para o algodão, 26.419 t. para pastagens e 20.347 t. para citros.

Observa-se o baixo consumo desses insumos na atividade de silvicultura. Além disso, parte dos agroquímicos, como no caso de fungicidas e inseticidas, é utilizada apenas em viveiros de produção de mudas, não em plantios comerciais, onde as pragas mais importantes têm sido controladas biologicamente. Além disso, o uso de herbicidas é mais utilizado nos primeiros anos, não ocorrendo durante toda a rotação da cultura.

INDICADORES DA RELAÇÃO SILVICULTURA E SOCIEDADE

São apresentadas, na sequência, ações da silvicultura que visam atender a demandas da sociedade, como certificação florestal, serviços ambientais, relação com o setor de produção de alimentos e movimentos mundiais ligados à silvicultura.

Plantações florestais e certificação florestal

As pressões ambientais sobre a plantação florestal têm sido maiores que a exercida sobre as atividades agropecuárias, protagonizando uma relação, em algumas situações conflituosas, entre o setor e parte da sociedade civil organizada. O bom senso vem gerando um sentimento de que o desenvolvimento socioeconômico não poderá prescindir dos produtos das florestas plantadas e que este deve ser desenvolvido dentro do limite da “sustentabilidade negociada”, em diálogo proativo com a sociedade.

Uma das primeiras respostas do setor de plantações florestais às demandas da sociedade foi a certificação. Essa ação acompanhou o movimento do setor de produtos agroalimentares, onde a diversidade de produtos e os problemas contemporâneos de segurança alimentar levaram à necessidade de certificação. Segundo os números da Indústria Brasileira de Árvores (2015), da área certificada, 1,70 milhão de hectares (35%) são certificados conjuntamente pelos programas FSC e Cerflor/PeFC, 2,60 milhões de hectares (53%) são certificados exclusivamente pelo FSC e outros 0,58 milhão de hectares (12%), exclusivamente pelo Cerflor/PeFC, possibilitando o rastreamento da matéria-prima florestal desde a colheita até a comercialização do produto junto ao consumidor final. Isso demonstra a atenção e a preocupação do segmento de florestas plantadas com aspectos socioeconômicos e ambientais da produção florestal.

Plantações florestais e os diálogos setoriais

Relação importante do setor com a sociedade foi iniciada no bioma Mata Atlântica, onde empresas florestais e a sociedade estabeleceram o diálogo na Mata Atlântica. Recentemente, o Diálogo Florestal estabeleceu

diretrizes de médio e longo prazo abrangendo temas prioritários como: conservação, silvicultura, fomento florestal, as mudanças climáticas, e as florestas como vetores de desenvolvimento no país.

A Coalizão Brasil, Clima Florestas e Agricultura é outra iniciativa cujos integrantes, entre eles a Ibá e outros importantes grupos do setor florestal, visam contribuir com as questões proteção, conservação e sustentabilidade das florestas, agricultura e mudanças climáticas, no Brasil e no mundo.

Integrante da FAO, o Advisory Committee on Sustainable Forest-based Industries (ACSFI) é composto por executivos seniores do setor privado industrial de 20 países e trata de temas relevantes no sentido do desenvolvimento sustentável.

A Ibá também se faz presente no The International Council of Forest and Paper Associations (ICFPA) que atua em nível nacional e internacional e apresenta uma ampla gama de objetivos.

O Brasil participa no The Forest Dialogue (TFD) que propicia aos seus integrantes, um diálogo contínuo fundamentado na confiança mútua e cooperação.

Importantes empresas brasileiras compõem o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), cujos membros trabalham de forma ampla e integrada visando enfrentar os desafios mundiais no tocante à sustentabilidade.

Tanto em nível empresarial quanto governamental, o Brasil se faz presente na New Generation Plantations (NGP) que busca influenciar a tomada de decisões responsáveis concernentes a várias questões relativas ao manejo de plantações.

Plantações florestais, funções/serviços ecossistêmicos e ambientais

Há evidências que suportam a associação entre as florestas plantadas e a provisão de serviços e benefícios ambientais como parte de uma paisagem multifuncional. Esse papel multifuncional foi enfatizado tanto pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio como pela Avaliação Internacional da Ciência e Tecnologia Agrícola para o Desenvolvimento. Se planejadas e manejadas adequadamente, paisagens produtivas podem suportar não só a produção de alimentos e fibras, mas também grande variedade de serviços como conservação de biodiversidade, regulação da água e do clima.

O tipo, a intensidade e o arranjo espacial do uso e manejo da terra afetam, diretamente, o tipo e a quantidade de serviços ambientais produzidos em agroecossistemas. A provisão de serviços ambientais pela vegetação natural é significativamente reduzida com a conversão para pastagens. Em contraste, conversão de pastagens para plantação florestal aumenta a provisão da maioria dos serviços ambientais. Obviamente, o fluxo de serviços ambientais varia de acordo com o regime de rotação e o nível de intensidade dos cultivos. Por isso, a avaliação e a análise de *trade-offs* (perdas e ganhos) entre os múltiplos serviços ambientais, submetidos a diferentes estratégias de manejo florestal, são importantes nos processos de planejamento e tomada de decisão.

As plantações florestais são, também, uma boa estratégia para garantir qualidade e disponibilidade de água. Elas podem reduzir a velocidade do escoamento superficial e o movimento de nutrientes para a água subterrânea, contribuindo para a melhoria da qualidade da água e recarga de aquíferos.

Plantações florestais e a produção de alimentos

O cultivo de árvores associadas a culturas agrícolas e a atividades pastoris tem sido uma forma de apropriação dos benefícios que o componente arbóreo proporciona à agropecuária. Em sistemas pecuários, pode-se elevar a produção de carne e leite em cerca de 20%, por exemplo. Além disso, a integração torna mais complexo, do ponto de vista biológico, o ambiente pecuário e promove bem-estar animal aumentando a competitividade da pecuária nacional.

A utilização de árvores para recuperação de áreas degradadas é, também, uma realidade podendo, inclusive, devolver áreas para produção de alimentos. Há, ainda, exemplos de árvores servindo de adubação verde para culturas alimentares cultivadas em suas em aleias.

Por terem uma grande estabilidade na oferta de produtos ao longo do ano, os sistemas agroflorestais vêm sendo amplamente adotados, inclusive, em propriedades participantes de programas de fomento florestal. No Brasil, em 2014, 17,8 mil famílias foram beneficiadas por programas de fomento florestal, muitas delas utilizando-se de sistemas agroflorestais.

Ao associar atividades agrícolas e/ou pecuária com espécies florestais arbóreas estabelecem-se sistemas de produção com elevado grau de sustentabilidade. Esses sistemas possibilitam recuperação da fertilidade do solo, fornecimento de adubo verde, controle de praga e de plantas daninhas e diversificação da produção. Além disso, promovem uma maior estabilidade na oferta de produtos ao longo do ano, obtenção de alimentos, extração de madeira e cultivo de plantas medicinais.

Os sistemas agroflorestais, em alguns locais, são altamente diversificados tanto pelo uso de inúmeras espécies industriais, como pelo consórcio com culturas alimentares como melão, melancia, arroz, feijão, mandioca, milho, dentre outros.

Quanto ao propalado avanço das plantações florestais sobre as áreas agrícolas, levantando-se os dados da área destinada ao plantio dos principais produtos agrícolas brasileiros, percebe-se que a área destinada à produção dos mesmos cresceu de 45 milhões de hectares para 65 milhões de hectares, no período de 2.000 a 2013. É certo que, no mesmo período, os produtos das plantações florestais cresceram tanto em volume de produção quanto em área, mas não há indício que tal crescimento tenha sido em função de perda de área da agricultura.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1. Evolução da área mundial de florestas plantadas, 1990 a 2015.

TABELA 1.2. Evolução do uso da terra dos estabelecimentos agrícolas no Brasil entre 1970 e 2006 (em hectares).

TABELA 1.3. Área plantada, colhida, produção e valor bruto da produção em 2013 das principais culturas agrícolas do Brasil.

TABELA 1.4. Custos de produção, produtividade e renda das principais culturas agrícolas do Brasil, em 2013.

TABELA 1.5. Rentabilidade de uma cultura de eucalipto para lenha, vendida em pé, em diferentes cenários.

TABELA 1.6. Evolução da balança comercial dos produtos florestais.

TABELA 1.7. Evolução do emprego formal por segmento do setor florestal comercial.

TABELA 1.8. Potencial de geração de empregos resultante de um aumento de R\$ 10 milhões na produção.

TABELA 2.1. Valores anuais de perda de solo estimados pela Equação Universal de Perdas de Solo EUPS, valores de perdas de solo medidos nas parcelas no campo e tolerância de perdas de solo.

TABELA 2.2. Valores de perdas de solo por erosão hídrica para três coberturas vegetais e três classes de solo nos Tabuleiros Costeiros, durante o período de novembro de 1997 a maio de 2004.

TABELA 2.3. Densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), e resistência a penetração (RP) resultante do tráfego do *harvester* e *forwarder*.

TABELA 2.4. Distribuição da Biomassa por Compartimentos da Planta (Tonelada Seca/ha) %.

TABELA 2.5. Exportação de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) pelas culturas de café, algodão, soja, milho, milho +soja, soja + algodão, laranja, pastagem e eucalipto em dois níveis de produtividade, durante sete anos.

TABELA 2.6. Acúmulo de bioelementos em diferentes partes do eucalipto (kg/hectare).

TABELA 2.7. Composição de Nutrientes na Serapilheira - Simulação.

TABELA 3.1. Número de insetos e doenças nas culturas e os produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle.

TABELA 3.2. Quantidade, em toneladas, de agrotóxicos comercializados no ano de 2014, por classe.

TABELA 4.1. Resumo das respostas de empresas associadas e coparticipantes da Sociedade de Investigações Florestais – SIF, sobre aspectos relacionados à infraestrutura para atendimento a requisitos da fauna silvestre e técnicas de manejo da fauna.

TABELA 4.2. Resumo das respostas em relação às ações ambientais desenvolvidas pelas empresas.

TABELA 5.1. - Produção dos principais produtos alimentícios e florestais durante o período de 2006 a 2013.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1. Saldo da balança comercial dos principais setores do agronegócio.

FIGURA 1.2. Saldo da balança comercial dos principais setores da produção florestal.

FIGURA 4.1. Modelo conceitual idealizado para classificar o valor relativo da cobertura florestal plantada com relação aos seus objetivos, quando comparados ao uso agrícola.

FIGURA 5.1. Modelo de paisagem “corredor-fragmento-matriz”.

FIGURA 5.2. Impactos de mudanças nos padrões de uso e manejo da terra sobre a provisão de Serviços Ambientais.

ANEXOS

ANEXO 1. *Ranking* das 73 microrregiões em termos do Índice Geral de Degradação (IGD) do núcleo do Cerrado com base nos dados do Censo Agropecuário de 1995/96.

ANEXO 2. Estudos da comunidade vegetal em regeneração natural sobre plantações florestais comerciais realizados no Brasil.

APRESENTAÇÃO

São inúmeros os conceitos de “Sustentabilidade” apresentados nas publicações sobre o tema. Entretanto, todos apontam para a necessidade do estabelecimento de modelos de desenvolvimento que sejam capazes de utilizar recursos naturais para o atendimento das necessidades da sociedade, dentro de limites que não coloquem em risco a qualidade de vida das gerações futuras. Assim, duas questões emergem: o consumo ético que conserva o meio ambiente e o estabelecimento de limites para o uso dos recursos naturais.

Na busca de indicadores para o uso sustentável dos recursos naturais, temas emergem, como uso adequado da água, solos, fauna e flora, bem como as energias renováveis no planeta. Destaca-se que, na floresta, todos os temas citados estão presentes de forma transversal.

O desenvolvimento e a organização do setor de base florestal do Brasil competem com os melhores do mundo. Sobre a visão de sustentabilidade do setor, Mosca (2008) já fazia a seguinte afirmação, com relação à adoção de mecanismos de certificação florestal, a exemplo, o Forest Stewardship Council (FSC) e o Cerflor - Programa Brasileiro de Certificação Florestal, reconhecido internacionalmente pelo PEFC – Program Endorsement of Forest Certification:

“Tal visão, no setor florestal, adquire maior expressão através das normas ambientais associadas a obtenção do selo verde, como as normas da ISO (International Organization for Standardization). As empresas florestais ao incorporarem essas normas, juntamente com os sistemas de qualidade, passam a desenvolver mecanismos internos e externos de controle ambiental, uma vez que a qualidade total do produto corresponde pelo aumento da competitividade, notadamente, no mercado externo”.

Há o interesse mútuo do setor de base florestal e do agronegócio em ampliar sua associação. Com grande contribuição do setor florestal, seria promovido um sinergismo que contribuiria para o desenvolvimento sustentável de ambos. O cultivo de espécies florestais para obtenção de produtos madeireiros e não madeireiros já vem se constituindo em excelente aliado da agricultura e da pecuária nacional. Ao utilizar áreas de pastagens degradadas e ao participar de sistemas silvipastoris, a silvicultura de florestas plantadas traz benefícios tornando os sistemas de produção de carne e leite exemplares do ponto de vista da produção animal com maior equilíbrio no balanço de gases de efeito estufa (GEE) e maior bem-estar animal. Assim, integrada à agricultura, a silvicultura de plantações florestais traz benefícios por torná-la mais biocomplexa do ponto de vista ambiental além de incorporar benefícios relativos à sua contribuição para a mitigação das mudanças climáticas.

Ressalte-se que, apesar de ser o quarto produto na balança comercial do agronegócio brasileiro, com PIB de 60,6 bilhões de reais (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2015), as plantações florestais comerciais ocupam apenas 7,7 milhões de hectares dos 350 milhões de hectares¹ tidos como agricultáveis no país, enquanto a soja ocupa quase 28 milhões, a cana-de-açúcar é cultivada em mais de 10 milhões e a pecuária ocupa cerca de 211 milhões de hectares.

O presente documento trata da importância da silvicultura de plantações florestais, ofertando conhecimentos técnicos e científicos que poderão dirimir dúvidas sobre seus impactos sociais, ambientais e econômicos, mostrando que sua importância e seus impactos são semelhantes àqueles da agropecuária brasileira, da qual é parte fundamental.

¹ Em 2006 a área ocupada era de 317 milhões de hectares.

CAPÍTULO I - IMPORTÂNCIA DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO COM ÊNFASE NAS PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande competitividade no mercado de produtos florestais, em razão de suas características edafoclimáticas (solo e clima) e do desenvolvimento tecnológico obtido nas áreas de silvicultura e manejo florestal.

A atividade florestal e a cadeia produtiva a ela associada se caracterizam pela grande diversidade de produtos, compreendendo um conjunto de atividades e segmentos que incluem desde a produção até a transformação da madeira *in natura* em celulose, papel, painéis de madeira, pisos laminados, madeira serrada, carvão vegetal e móveis, além dos produtos não madeireiros. Ainda que cada uma das atividades e segmentos dos produtos florestais possua mercado próprio, as condições para o seu desenvolvimento estão associadas à base florestal, tornando-os interdependentes e possuidores de uma dinâmica específica, determinada pela oferta de madeira e pela produtividade das florestas.

A formulação de estratégias e instrumentos que apoiem a atividade florestal, enfrentando questões relativas ao uso das florestas, tornou-se crucial para a manutenção das vantagens competitivas do Brasil no cenário mundial. Nesse contexto, considera-se fundamental reunir informações sobre a sustentabilidade e importância do setor florestal, objetivando apoiar seu crescimento e de toda a cadeia produtiva da madeira.

Nesse contexto, o presente capítulo busca caracterizar a silvicultura de plantações florestais no Brasil, para o entendimento de sua dinâmica, suas potencialidades, e a evolução de seus diversos segmentos, trazendo subsídios para uma análise da importância econômica, ambiental e social do setor florestal.

2. PANORAMA DA PRODUÇÃO FLORESTAL COMERCIAL

2.1. No Mundo

Conforme a publicação da FAO (2015), FRA-Global Forest Resource Assessment, o total de florestas no mundo cobre pouco menos de 4 bilhões de hectares. Os cinco países com maior área de florestas são, em ordem, Rússia, Brasil, Canadá, Estados Unidos e China. Juntos, contam com mais de 54% da área de florestas em todo o mundo.

As florestas nativas primárias somam 36% do total de área de florestas no planeta, mas tiveram uma redução de mais de 40 milhões de hectares desde 2000. As áreas de florestas plantadas somam 264 milhões de hectares nos cinco continentes, equivalentes a 7% do total. Os propósitos de tais plantios são variados, mas estima-se que o foco de 76% destas florestas é a produção madeireira (FAO, 2015).

O Brasil tem aumentado a sua área de plantação florestal comercial (Tabela 1.1). Contudo, a uma taxa geométrica média (T.G.M.) anual de 1,8%, inferior à taxa mundial (2,1%). Atualmente, o país ocupa a nona posição, em termos de área de florestas plantadas, respondendo por menos de 2,7% dos plantios florestais do mundo.

TABELA 1.1 - Evolução da área mundial de florestas plantadas, 1990 a 2015.

País	Área de florestas plantadas (1000 ha)					Participação na Área global (%)		T.G.M. (a.a.)
	1990	2000	2005	2010	2015	1990	2015	(90-15)
China	41.950	54.394	67.219	73.067	78.982	23,82%	27,27%	2,6%
Estados Unidos	17.938	22.560	24.425	25.564	26.364	10,19%	9,10%	1,6%
Rússia	12.651	15.360	16.963	19.613	19.841	7,18%	6,85%	1,8%
Canadá	4.578	9.345	11.710	13.975	15.784	2,60%	5,45%	5,1%
Suécia	7.399	9.839	11.099	12.564	13.737	4,20%	4,74%	2,5%
Índia	5.716	7.167	9.486	11.139	12.031	3,25%	4,15%	3,0%
Japão	10.287	10.331	10.324	10.292	10.270	5,84%	3,55%	0,0%
Polônia	8.511	8.645	8.767	8.877	8.957	4,83%	3,09%	0,2%
Brasil	4.984	5.176	5.620	6.973	7.736	2,83%	2,67%	1,8%
Finlândia	4.390	4.953	5.901	6.775	6.775	2,49%	2,34%	1,8%
Sudão	5.424	5.639	5.854	5.940	6.121	3,08%	2,11%	0,5%
Alemanha	5.388	5.416	5.278	5.290	5.295	3,06%	1,83%	-0,1%
Outros	46.902	59.431	67.830	77.126	77.706	26,63%	26,83%	2,0%
Total	171.332	214.619	242.960	264.001	289.599	100,0%	100,0%	2,1%

Fonte: FAO (2015)

Entretanto, o Brasil apresenta vantagens comparativas para a produção florestal em relação a outros países. Possui a maior produtividade mundial de coníferas e folhosas em plantios florestais comerciais com foco na produção de madeira (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014), podendo ampliar a sua participação global caso haja condições favoráveis ao setor.

2.2. No Brasil

O território nacional possui 851,48 milhões de hectares, sendo que a evolução do uso da terra nos estabelecimentos agrícolas passou de 246 milhões de hectares, em 1970, para 317 milhões, em 2006, (Tabela 1.2), o que representa um aumento de 28,86%, com ocupação de 37,35% do país. Neste mesmo período, a área nacional com florestas plantadas aumentou 171% (Tabela 1.2). Isso deve ter ocorrido, principalmente em decorrência das oportunidades geradas pelo desenvolvimento do setor florestal brasileiro e pela necessidade de substituição de madeira de origem nativa por madeira de plantio florestal comercial para usos energéticos e industriais.

O aumento, em termos percentuais, da área com plantio florestal comercial decorre da área muito reduzida de tais plantações em 1970. Todavia, em termos absolutos, as plantações florestais comerciais apresentaram o segundo pior incremento em ocupação das áreas nacionais, sendo superior apenas ao de pastagens nativas, que teve a sua área reduzida ao longo deste período pela conversão para outros usos, principalmente pastagens plantadas. A área com plantios florestais comerciais apresentou um aumento

médio anual de 78,8 mil hectares ao longo deste período, bem inferior aos 100 mil hectares anuais de lavouras permanentes, 617 mil de ha de lavouras temporárias e 1,99 milhão de ha de pastagens plantadas.

TABELA 1.2 - Evolução do uso da terra dos estabelecimentos agrícolas no Brasil entre 1970 e 2006 (em hectares).

Uso da terra	1970	1975	1980	1985	1996	2006
Lavouras permanentes	7.984.059	8.385.390	10.472.124	9.903.472	7.541.626	11.612.229
Lavouras temporárias	25.999.716	31.616.239	38.605.107	42.244.210	34.252.828	48.234.389
Matas naturais	56.222.951	67.857.524	83.151.970	83.016.962	88.897.583	93.982.304
Matas plantadas	1.658.226	2.864.300	5.015.700	5.966.612	5.396.013	4.497.322
Pastagens naturais	124.405.933	125.950.591	113.897.035	105.094.014	78.048.464	57.316.459
Pastagens plantadas	29.732.297	39.701.360	60.602.271	74.094.390	99.652.011	101.437.411
Total Geral	246.003.182	276.375.404	311.744.207	320.319.660	313.788.525	317.080.114

Fonte: IBGE (2007)

A Tabela 1.3 apresenta a área plantada e colhida, a quantidade produzida e o valor bruto da produção (VBP) por área das principais culturas agrícolas em 2013. As plantações florestais comerciais são a quarta maior cultura com área plantada, menor apenas que a soja, o milho e a cana-de-açúcar. Entretanto, a área disponível para colheita é significativamente inferior a esse valor, uma vez que a rotação de plantações de eucalipto, geralmente, dura sete anos, e as de pinus e de outras espécies plantadas com finalidade de madeira, pelo menos quinze anos. Assim, pode-se estimar que a área disponível para colheita seja próxima a 920 mil hectares por ano, aproximando as plantações florestais comerciais às culturas de algodão e sorgo em termos de área disponível para colheita.

A colheita de madeira da maior parte dos plantios florestais comerciais ocorre em torno dos sete anos (*Eucalyptus*) ou a partir dos treze anos (*Pinus*). Tendo por base a área estimada de colheita, o valor bruto médio da produção é R\$ 1.854,34 por hectare por ano (Tabela 1.3). Para tanto, dividiu-se o valor da produção (VP) pela área plantada ou destinada à colheita em hectares. Esse valor é inferior à maioria das culturas. Assim, a atividade se torna interessante porque os solos utilizados geralmente são mais pobres e com baixa aptidão agrícola e há uma estrutura verticalizada ou polos industriais que garantem a absorção da produção. Na mesma linha de raciocínio e segundo a Indústria Brasileira Árvores (2015), em termos marginais, cada hectare de plantações florestais adicionou R\$ 7.800,00 ao PIB nacional, em 2014. A publicação compara tal valor ao complexo soja, que adicionou R\$ 4.900,00, por hectare plantado, e à pecuária (R\$ 2.700,00).

TABELA 1.3 – Área plantada, colhida, produção e valor bruto da produção em 2013 das principais culturas agrícolas do Brasil.

Principais produtos das lavouras temporárias e permanentes	Área plantada ou destinada à colheita (ha)	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t ou m ³)	Valor da produção (VP) (1 000 R\$)	VP por área colhida (R\$/ha ano)
TOTAL	72.737.134	71.294.379	...	232.468.993	
Lavouras Temporárias	66.406.024	65.396.271	...	196.083.410	
Lavouras Permanentes	6.331.110	5.898.108	...	36.385.583	
Soja (em grão)	27.948.605	27.906.675	81.724.477	68.934.363	2.470,17
Milho (em grão)	15.708.367	15.279.652	80.273.172	26.723.097	1.748,93
Cana-de-açúcar ²	10.223.043	10.195.166	768.090.444	42.946.610	4.212,45
Feijão (em grão)	3.041.299	2.813.506	2.892.599	6.945.595	2.468,66
Arroz (em casca)	2.386.821	2.353.152	11.782.549	7.545.033	3.206,35
Trigo (em grão)	2.225.401	2.087.395	5.738.473	3.809.304	1.824,91
Café (beneficiado) ²	2.094.257	2.085.522	2.964.538	12.820.331	6.147,30
Mandioca ²	1.560.263	1.525.918	21.484.218	10.130.512	6.638,96
Algodão herbáceo (em caroço)	946.406	943.742	3.417.196	6.923.887	7.336,63
Sorgo granífero (em grão)	802.020	792.838	2.126.179	535.796	675,80
Laranja ²	719.360	702.200	17.549.536	4.765.624	6.786,70
Castanha de caju ²	708.808	695.289	109.679	160.294	230,54
Cacau (em amêndoa) ²	692.435	689.276	256.186	1.214.038	1.761,32
Banana ²	490.628	485.075	6.892.622	5.114.223	10.543,16
Fumo (em folha)	405.671	405.253	850.673	5.631.445	13.896,12
Outros	2.480.750	2.333.720	29.368.376	28.269.120	-
Florestas plantadas comerciais^{3,4}	7.600.974	-	229.896.746	14.094.763	1.854,34

Fonte: Elaborada por José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira a partir de dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2013a), da Pesquisa da Extração Vegetal e Silvicultura (IBGE, 2013b) e da Indústria Brasileira de Árvores (2014). 2 – Área destinada à colheita em 2013. 3 – Quantidade produzida e valor da produção obtidos na Pesquisa da Extração Vegetal e Silvicultura (IBGE, 2013b) e área plantada da Indústria Brasileira de Árvores (2014). 4 – O total de madeira foi calculado considerando que 7,845 m³ de madeira são utilizados para produzir uma tonelada de carvão vegetal (LIMA et al., 2012)

3. CUSTOS DE PRODUÇÃO E RENTABILIDADE ECONÔMICA

Os custos de produção de plantios florestais comerciais dependem de uma diversidade de situações como, por exemplo, do nível tecnológico (nível de produtividade); do objetivo da produção, da escala de produção

(nível empresarial ou pequeno produtor); das técnicas de manejo (operações mecanizadas ou uso de mão-de-obra); da fertilidade do solo e da necessidade de controle de pragas; da densidade de plantas por hectare; e do tipo de solo (plano, ondulado ou acidentado), entre outras situações. Dependendo dessas situações eles podem ser inferiores aos custos de produção das principais culturas agrícolas (Tabelas 1.4 e 1.5), de maneira que a renda líquida obtida na atividade pode se igualar ou até superar a de atividades agrícolas em solos mais pobres.

Na Tabela 1.4, são apresentadas as rentabilidades das culturas calculadas a partir de dados de sistemas de produção disponíveis na Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB para as safras de 2013 e 2014 e o preço considerado foi uma média dos preços de dezembro de 2013 e 2014 e agosto de 2014 (INDICADORES DA AGROPECUÁRIA, 2015).

TABELA 1.4 – Custos de produção, produtividade e renda das principais culturas agrícolas do Brasil, em 2013.

Cultivos	Custo Total (R\$/ha)	Custo Operacional (R\$/ha)	Produtividade (kg/ha)	Preço (R\$/kg)	Receita Bruta (R\$/ha)	Renda Líquida (R\$/ha)
Algodão (em pluma)	7.250,62	6.163,51	1.620,00	3,90	6.318,18	-932,44
Arroz	4.988,76	4.484,20	7.490,00	0,71	5.341,87	353,10
Café arábica	10.474,41	9.953,63	1.800,00	6,27	11.292,50	818,09
Feijão	3.468,34	3.103,19	2.725,00	1,58	4.286,03	817,70
Mandioca	6.318,12	5.803,55	30.992,00	0,22	6.765,09	446,97
Milho safrinha	1.780,43	1.351,02	5.625,00	0,24	1.360,31	-420,12
Soja	2.238,00	2.026,02	3.068,00	0,99	3.022,25	784,25
Trigo	2.178,10	1.752,79	2.660,00	0,55	1.457,80	-720,30

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (2015a)

As rendas líquidas negativas para as culturas de algodão, milho safrinha e trigo se devem a diferentes fatores. O algodão sofreu um recuo nos preços, no período analisado. O milho safrinha deve ser analisado em conjunto com a soja, pois o seu plantio reduz o custo de produção da soja e a estratégia de produção envolve a rotação de milho e soja no mesmo ano. Já o trigo sofreu uma queda significativa dos preços decorrente do excesso de oferta de trigo importado devido à redução do imposto de importação (informação verbal)².

² Informação fornecida pelo Dr. Mauro Osaki, pesquisador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada CEPEA/ESALQ.

TABELA 1.5 - Rentabilidade de uma cultura de eucalipto para lenha, vendida em pé, em diferentes cenários.

Sistema de produção	T.M.A. real	Desembolso (R\$/ha em 7 anos)	Terra (R\$/ha em 7 anos)	Juros (R\$/ha em 7 anos)	Custo Total (R\$/ha em 7 anos)	Renda Líquida Anual (R\$/ha/ano)	
	(a.ano)					Preço (R\$/m³) 45,00	Preço (R\$/m³) 32,00
Alta Tecnologia (I.M.A. 40 m³/ha/ano)	3%	6.234,83	1.400,00	1.298,66	8.933,48	523,79	3,79
			2.100,00	1.364,90	9.699,73	414,32	-105,68
	5%		1.400,00	2.283,17	9.917,99	383,14	-136,86
			2.100,00	2.397,37	8.933,48	266,83	-253,17
Baixa a Média Tecnologia (I.M.A. 30 m³/ha/ano)	3%	5.159,47	700,00	994,24	9.699,73	370,90	-19,10
			1.400,00	1.060,49	7.619,96	261,43	-128,57
	5%		700,00	1.745,25	7.604,72	263,61	-126,39
			1.400,00	1.859,45	8.418,92	147,30	-242,70

Fonte: Elaborado por José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira e Edilson Batista de Oliveira a partir dos dados contidos em IBA (2014) e CEDAGRO (2015a; 2015b).

As rentabilidades apresentadas na Tabela 1.5 ilustram um plantio de eucalipto de alta tecnologia, com produtividade semelhante à média nacional (~ 38,1 m³/ha/ano) (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014), e outro de média à baixa tecnologia, com produtividade 25% inferior (CEDAGRO, 2015a; 2015b). Compõem os cenários, três valores para arrendamento das terras (R\$ 300,00; R\$ 200,00 e R\$ 100,00/ha/ano), dois valores para a taxa mínima de atratividade (T.M.A) real (3% e 5% acima da inflação ao ano) e dois valores de preço da madeira em pé (R\$ 45,00/m³ e R\$ 32,00/m³ ~ R\$ 32,14/st e R\$ 22,86/st). O custo dos juros foi calculado a partir da diferença entre o valor futuro dos custos de produção e a soma simples dos mesmos.

Estes resultados ilustram que plantios florestais comerciais podem ter rentabilidade até superior às culturas agrícolas. Principalmente, porque o sistema de produção florestal utilizado na comparação foi o de produção de lenha, sendo este mais simples e com menor possibilidade de agregação de valor à floresta. Sistemas de produção mais longos com foco na produção de múltiplo uso (madeira serrada, celulose, etc) apresentam rentabilidades superiores aos cultivos focados em um único produto, mas exigem uma maior profissionalização dos produtores para que possam atender mercados mais exigentes, que pagam melhores preços pela produção florestal.

4. BALANÇA COMERCIAL

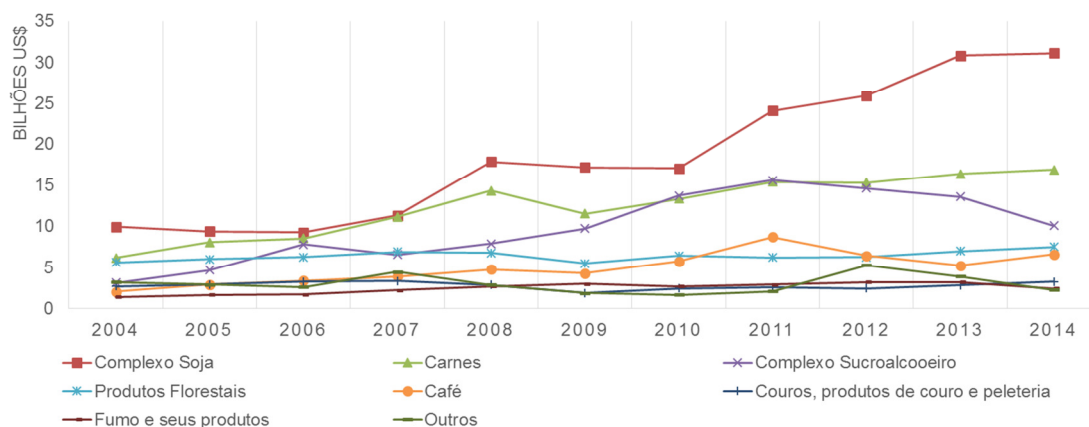
O setor florestal também contribui de maneira significativa para a balança comercial do país. Em 2014, os produtos florestais contribuíram com 10,2% das exportações do agronegócio e com 4,42% das exportações nacionais. Além disso, o setor importa menos do que exporta, sendo responsável por 9,3% do saldo da balança comercial do agronegócio (Tabela 1.6).

TABELA 1.6 – Evolução da balança comercial dos produtos florestais.

Ano	Brasil			Agronegócio			Produtos Florestais		
	(Bilhões US\$)			(Milhões US\$)			(Milhões US\$)		
	Exportações	Importações	Saldo	Exportações	Importações	Saldo	Exportações	Importações	Saldo
2004	96,677	62,836	33,842	39.035,31	4.835,76	34.199,56	6.693,64	1.080,57	5.613,07
2005	118,529	73,600	44,929	43.623,38	5.112,05	38.511,33	7.202,08	1.222,76	5.979,32
2006	137,807	91,351	46,457	49.471,02	6.698,64	42.772,38	7.886,05	1.631,17	6.254,88
2007	160,649	120,617	40,032	58.431,40	8.732,27	49.699,13	8.822,84	1.950,34	6.872,51
2008	197,942	172,985	24,958	71.837,33	11.880,65	59.956,67	9.332,30	2.569,30	6.762,99
2009	152,995	127,722	25,272	64.785,62	9.900,47	54.885,14	7.227,10	1.747,10	5.480,01
2010	201,915	181,768	20,147	76.441,94	13.398,89	63.043,05	9.281,43	2.843,96	6.437,47
2011	256,040	226,247	29,793	94.967,65	17.507,98	77.459,67	9.637,05	3.437,29	6.199,76
2012	242,578	223,183	19,395	95.814,18	16.409,10	79.405,08	9.067,49	2.818,11	6.249,37
2013	242,179	239,621	2,558	99.967,78	17.060,58	82.907,21	9.634,77	2.673,04	6.961,73
2014	225,101	229,060	-3,959	96.747,88	16.613,85	80.134,03	9.950,71	2.472,01	7.478,70

Fonte: AgroStat (2015) e AliceWeb2 (2015)

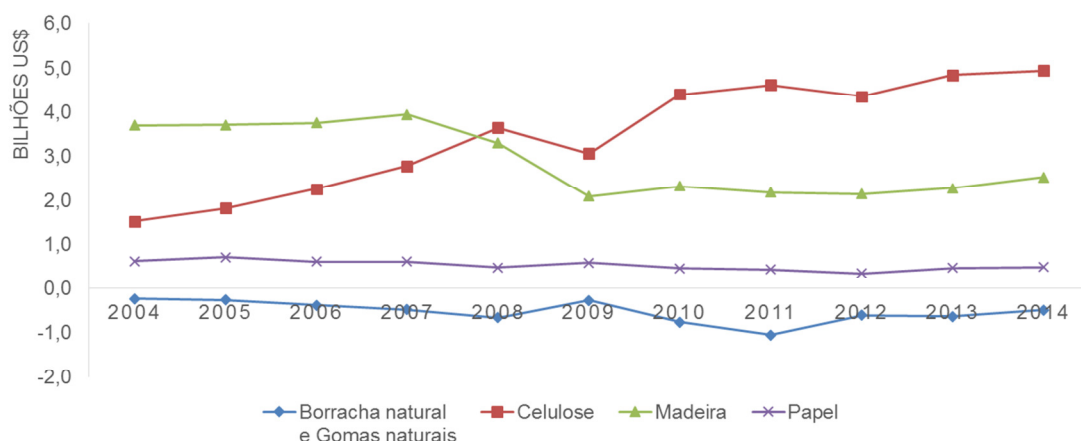
O setor de plantação florestal comercial manteve a sua participação absoluta no saldo da balança comercial brasileira relativamente constante na última década, com uma leve tendência de alta nos últimos dois anos, sendo o quarto maior setor do agronegócio neste quesito (Figura 1.1).



Fonte: AliceWeb2 (2015)

FIGURA 1.1 – Saldo da balança comercial dos principais setores do agronegócio.

Já a Figura 1.2 permite observar comportamentos diferentes nos setores da produção florestal comercial. Os saldos dos setores de papel e borracha natural têm apresentado uma leve tendência de queda ao longo do período. O saldo dos produtos de madeira apresentou uma queda de patamar entre 2007 e 2009, com uma leve tendência de alta nos últimos dois anos. O setor de celulose foi o responsável pela manutenção do saldo dos produtos florestais na balança comercial e, mesmo sentindo os reflexos da crise de 2009, manteve uma leve tendência de alta. Entretanto, a T.G.M. de crescimento do saldo, após 2010, caiu de maneira significativa quando comparada à T.G.M. de crescimento entre 2004 e 2008, passando de 24,25% ao ano no primeiro período para 2,93% ao ano no segundo período.



Fonte: AliceWeb2 (2015)

FIGURA 1.2 – Saldo da balança comercial dos principais setores da produção florestal

A alteração no comportamento do saldo da balança comercial dos setores de celulose e dos produtos de madeira inspira um olhar mais detalhado sobre o seu comportamento e sobre as medidas a serem adotadas para aumentar a sua competitividade. Outra informação que chama atenção é o constante déficit no setor de borracha natural, indicando que o Brasil não é autossuficiente na produção de borrachas naturais.

5. POTENCIAL DE GERAÇÃO DE EMPREGOS

A produção florestal comercial também contribui para a geração de empregos na econômica nacional. Foram mais de 668 mil empregos diretos gerados pelo setor em 2013 (Tabela 1.7), sendo que o maior potencial de geração de emprego está nas atividades posteriores ao longo da sua cadeia produtiva, nos processos de transformação e agregação de valor ao produto florestal.

Entre os empregos diretos gerados na produção florestal, o setor de produção florestal comercial e as atividades de apoio foram responsáveis por mais de 90% dos empregos diretos gerados na atividade primária florestal comercial.

TABELA 1.7 – Evolução do emprego formal* por segmento do setor florestal comercial.

Segmento	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Produção florestal - florestas comerciais plantadas	51.406	62.499	65.454	62.877	69.474	70.316	66.734	64.543
Produção florestal - florestas nativas comerciais	8.744	8.671	6.443	6.382	7.160	8.189	8.380	7.380
Atividades de apoio à produção florestal	59.197	60.787	52.376	44.419	53.069	54.504	47.289	39.909
Empregos diretos - produção florestal	119.347	131.957	124.273	113.678	129.703	133.009	122.403	111.832
Produção moveleira	160.117	168.139	171.218	172.740	188.178	196.647	204.743	207.208
Produção de celulose e papel	154.419	158.676	161.354	163.182	173.219	175.122	177.230	181.634
Desdobramento de madeira	100.982	99.183	87.929	83.114	87.586	85.215	81.267	78.078
Produção de estruturas e artefatos de madeira	44.386	45.407	45.061	43.742	47.559	48.481	48.688	48.402
Produção de lâminas e chapas de madeira	52.200	50.786	45.089	39.491	42.045	41.208	40.644	40.888
Empregos diretos - cadeia produtiva florestal	512.104	522.191	510.651	502.269	538.587	546.673	552.572	556.210
Total	631.451	654.148	634.924	615.947	668.290	679.682	674.975	668.042
* Quantidade de vínculos ativos.								

Fonte: Serviço Florestal Brasileiro - SNIF: Sistema Nacional de Informações Florestais (2015) - Emprego

A capacidade de geração de empregos do setor florestal comercial foi confirmada por Najberg e Pereira (2004), que estimaram o potencial de geração de empregos de quarenta e um setores da economia brasileira caso houvesse um aumento de produção de R\$ 10 milhões em cada um deles. O setor de madeira e mobiliário e o setor de celulose, papel e gráfica ocupariam o quinto e o vigésimo lugar dentre todos os setores da economia nacional, respectivamente (Tabela 1.8). O setor da indústria da borracha ocuparia a trigésima terceira posição. O aumento dos plantios florestais comerciais com foco em múltiplo uso, além de apresentarem tendência de maior rentabilidade para os produtores, tem a possibilidade de ofertar matéria-prima para os dois principais setores florestais na geração de emprego, podendo dar uma importante contribuição para o desenvolvimento social e econômico do país.

TABELA 1.8 - Potencial de geração de empregos resultante de um aumento de R\$ 10 milhões na produção.

Setor	Diretos	Rank	Indiretos	Rank	Efeito-Renda	Rank	Total	Rank
Agropecuária	393	4	131	15	303	7	828	3
Madeira e Mobiliário	293	6	219	8	294	8	805	5
Indústria do Café	41	23	356	2	323	3	719	6
Fabricação de Calçados	246	7	174	10	290	9	711	7
Fabricação de Açúcar	32	29	307	6	337	1	677	8
Abate de Animais	36	27	358	1	270	18	664	9
Beneficiamento de Produtos Vegetais	58	20	327	4	259	23	643	11
Fabricação de Óleos Vegetais	8	40	350	3	284	13	642	12
Indústria de Laticínios	29	30	326	5	267	19	621	13
Outros Produtos Alimentícios	82	16	238	7	252	24	572	14
Celulose, Papel e Gráfica	59	19	155	11	271	17	485	20
Indústria Têxtil	62	18	144	12	176	41	382	29
Indústria da Borracha	23	32	108	23	229	31	360	33

Fonte: extraído de Najberg e Pereira (2004)

Conforme foi destacado com essas informações, o segmento de florestas plantadas se sobressai no Brasil pelo seu elevado impacto social e econômico. A atividade apresenta alto potencial de expansão, com geração de renda e emprego, principalmente, ao longo da sua cadeia produtiva de transformação da madeira, incrementando a obtenção líquida de divisas para o país. O aumento da área de florestas plantadas, principalmente, aquelas destinadas ao múltiplo uso, pode trazer desenvolvimento social e econômico, com geração de emprego, renda e divisas, a várias localidades no país, notadamente, às regiões com pouco desenvolvimento e que possuem extensas áreas de pastagens degradadas, que poderiam ser convertidas em plantios florestais.

CAPÍTULO II - PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E O SOLO

1. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural básico, um componente fundamental dos ecossistemas e dos ciclos naturais, um reservatório de água, um suporte essencial do sistema agrícola e das plantações florestais comerciais.

Tanto para a plantação florestal comercial como para atividades agropecuárias, a degradação do solo pode se dar em função da utilização de tecnologias inadequadas que promovam a erosão, compactação, salinização ou poluição por produtos químicos, assim como a remoção de nutrientes do solo.

2. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E EROSÃO HÍDRICA DOS SOLOS

O nível de erosão do solo em um dado ecossistema depende da quantidade de água que chega a ele, da inclinação da área onde ele se encontra, de suas características físicas, da quantidade de resíduos sobre ele no momento da chuva, etc. Por sua vez, a quantidade de água que chega ao solo e a quantidade de resíduos no solo são, de certo modo, dependentes da espécie plantada no local (VITAL, 2007).

Obviamente, como afirmou Davidson (1985), ao se desmatar para implantar uma plantação florestal comercial de eucalipto, por exemplo, promove-se condição para que ocorra maior escoamento de água e erosão do solo em comparação ao ecossistema natural. Entretanto, muitas vezes a plantação florestal comercial é estabelecida em áreas sem nenhuma cobertura vegetal original. Nesses casos, ao contrário, ela passa a dar uma contribuição para uma diminuição do escoamento de água e, por conseguinte, para diminuir a erosão hídrica. Nessa circunstância, pode-se dizer que as plantações florestais comerciais podem, inclusive, trazer benefícios sobre diversas propriedades do solo como estrutura, capacidade de armazenamento de água, drenagem e aeração, entre outras. Além disso, quase tudo o que a plantação florestal comercial tira do solo, ela devolve. Após a sua colheita, na maioria das vezes, cascas, folhas e galhos, que possuem 70% dos nutrientes da árvore, permanecem no local e incorporam-se ao solo como matéria orgânica.

Durante a maior parte do ciclo necessário para produção de madeira, o solo fica, praticamente, em repouso com crescente acúmulo de material vegetal, devido a quedas de galhos e folhas, que passam a constituir a serapilheira. Além disso, há o crescimento de sub-bosque, favorecendo a proteção da superfície do solo (MARTINS et al., 2003). Mesmo quando se faz a colheita, normalmente não se faz em toda área plantada, diferentemente das colheitas de lavouras temporárias.

Um dos primeiros trabalhos sobre perdas de solo em plantios florestais comerciais, no Brasil, foi desenvolvido por Lima (1996), que determinou perdas de solo e água durante quatro anos em Neossolo Quartzarênico cultivado com *Eucalyptus grandis*. As perdas, no primeiro ano, foram, substancialmente, superiores às obtidas no quarto ano de cultivo, pelo fato da cobertura no primeiro ano ser, ainda, muito reduzida. Isso quer dizer que, por um pequeno período durante o ciclo produtivo do eucalipto, o solo fica desprotegido.

Martins et al. (2003) estudaram as perdas de solo por erosão hídrica em sistemas florestais na região de Aracruz, ES, comparando o eucalipto, em cultivo mínimo, com a mata nativa e solo descoberto em Argissolo Amarelo, de textura média argilosa (PA1), Plintossolo Háplico (FX) e Argissolo Amarelo, moderadamente rochoso (PA8), tendo observado que as perdas de solo do eucalipto ficaram, relativamente, próximas daquelas da mata nativa. Na mesma área experimental, Martins (2005) observou a manutenção dos resultados anteriores (Tabela 2.1), indicando que a cultura do eucalipto oferece eficiente cobertura ao solo quando manejada de forma adequada.

TABELA 2.1 - Valores anuais de perda de solo estimados pela Equação Universal de Perdas de Solo EUPS, valores de perdas de solo medidos nas parcelas no campo e tolerância de perdas de solo.

Solo	Tratamentos	Perdas de solo		Tolerância de perdas
		Estimadas ⁽¹⁾	Observadas	
Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹				
PA1	Descoberto	12,756	2,118	-
	Mata	0,005	0,047	10
	Eucalipto	0,024	0,680	-
FX	Descoberto	1,981	1,000	-
	Mata	0,002	0,042	13
	Eucalipto	0,004	0,606	-
PA8	Descoberto	20,385	26,462	-
	Mata	0,003	0,070	11
	Eucalipto	0,056	0,981	-

(1) Valores anuais de perda de solo estimada pela Equação Universal de Perdas de Solo EUPS, considerando os fatores erodibilidade, erosividade, fator topográfico, cobertura vegetal e práticas conservacionistas do eucalipto e mata nativa.

Fonte: Martins (2005)

Perdas de solo foram avaliadas por Brito et al. (2004) em plantações florestais comerciais de eucalipto, no município de Guanhães, Vale do Rio Doce, MG, em Latossolo Vermelho, típico durante os primeiros 14 meses de implantação da cultura em vários sistemas de manejo. As perdas de solo foram de 0,011; 0,412; 1,770; 0,063; 0,098; e 0,116 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, para floresta nativa, pastagem nativa, solo descoberto, eucalipto plantado no sentido do declive do terreno sem queima dos restos culturais, e eucalipto plantado em nível sem queima de restos culturais.

Brito et al. (2005) avaliaram a influência de diferentes sistemas de manejo, em área de pós-plantio de eucalipto, sobre as perdas de solo e água por erosão. O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho muito argiloso relevo ondulado sob três sistemas de manejo de eucalipto (eucalipto plantado no sentido do declive com queima de restos culturais – EDq; eucalipto plantado no sentido do declive sem queima de restos culturais – ED; eucalipto plantado em nível sem queima de restos culturais - EN), floresta nativa (FN), solo descoberto (SD) e pastagem nativa (PN). As avaliações de perdas de solo e água foram realizadas em parcelas-padrão instaladas no campo. Todos os sistemas com eucalipto apresentaram valores muito baixos de perda de solo em relação ao limite de tolerância durante o período de avaliação experimental, evidenciando adequação do sistema de manejo no tocante à erosão hídrica. A sustentabilidade desses ambientes no contexto de erosão é indicada pelo fato das suas perdas de solo estarem muito próximas daquelas da floresta nativa (referencial).

Pires et al. (2006) avaliaram as perdas de solo por erosão hídrica em parcelas-padrão sob chuva natural, no período pós-plantio, em diferentes sistemas de manejo de plantações de eucalipto, em Latossolo Vermelho-Amarelo, muito argiloso, e relevo ondulado. Os sistemas estudados foram mata nativa, pastagem plantada, eucalipto plantado em nível; eucalipto plantado na direção do declive; eucalipto plantado na direção do declive com queima de restos culturais; e solo descoberto. Entre os sistemas florestais, o eucalipto, plantado em nível foi o que mais se aproximou da mata nativa em perdas de solo, indicando assim uma maior sustentabilidade.

Carvalho (2013) também afirma que as plantações florestais comerciais não causam grandes processos erosivos em função de terem um ciclo no campo que lhe permite proteger o solo por um longo período. Por outro lado, os cultivos de ciclo curto utilizados para produção de grãos utilizam o solo em períodos cíclicos de um ano ou menos. Isso tem se intensificado com a inovação da safrinha ou segundo cultivo, tornando-os

mais susceptíveis à erosão, quando comparados com os de usos mais longos (frutíferas, plantações florestais comerciais, ervais, etc.).

Outro estudo foi realizado por Martins et al. (2010) em uma micro bacia hidrográfica de 286 ha, localizada no município de Aracruz, ES, onde se estudou, entre 1997 e 2004, o efeito da plantação de eucalipto sobre a perda de solo em comparação com o solo descoberto e o solo sob a Mata Atlântica. Os resultados mostraram que, para as condições de plantio de eucalipto, as perdas de solo médias por erosão hídrica variaram de 0,60 a 1,05 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ (Tabela 2.2), estando muito aquém dos limites de tolerância para os solos nessa região que foram estimadas em 10, 11 e 5 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para o PA1, FX e PA2, respectivamente. As perdas de solo no sistema eucalipto corresponderam a 6,8%; 5,5%; e 21,0% do valor de tolerâncias de perdas de solo para as referidas classes de solo, indicando a adequação do manejo deste sistema de produção florestal em relação à erosão hídrica.

TABELA 2.2 - Valores de perdas de solo por erosão hídrica para três coberturas vegetais e três classes de solo nos Tabuleiros Costeiros, durante o período de novembro de 1997 a maio de 2004.

Ano	PA1			FX			PA2		
	Euc.	M.At.	Desc.	Euc.	M.At.	Desc.	Euc.	M. At.	Desc.
Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹									
1997	0,69	0,07	1,25	1,77	0,06	1,77	3,20	0,15	2,90
1998	3,07	0,11	2,56	2,10	0,07	0,65	0,32	0,21	1,57
1999	0,93	0,04	2,38	0,58	0,04	0,95	2,38	0,10	19,31
2000	0,29	0,08	1,87	0,21	0,08	0,77	2,04	0,08	66,37
2001	0,20	0,04	3,97	0,10	0,05	1,65	0,28	0,05	43,14
2002	0,03	0,03	0,87	0,01	0,01	1,21	0,04	0,01	18,26
2003	0,01	0,00	0,14	0,00	0,01	0,10	0,10	0,00	17,66
2004	0,19	0,01	2,08	0,07	0,02	0,79	0,02	0,03	35,15
Média	0,68	0,05	1,89	0,60	0,04	0,99	1,05	0,08	25,55

PA1: Argissolo Amarelo textura média/argilosa; FX: Plintossolo Háplico Distrófico; PA2: Argissolo Amarelo moderadamente rochoso

Fonte: Martins et al. (2010)

Silva et al. (2011) avaliaram a influência dos sistemas de manejo adotados nos plantios florestais com eucalipto (eucalipto em nível – EN; eucalipto em desnível – ED; e eucalipto em desnível com queima – EDQ) sobre as perdas de solo por erosão hídrica em relação às perdas em floresta nativa (FN), pastagem (PP) e solo descoberto (SD) em um Latossolo Vermelho (LV) e Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) com o objetivo de indicar qual o período mais crítico no manejo do solo, em relação à erosão hídrica durante o ciclo de cultivo do eucalipto. O estudo foi conduzido nos municípios de Belo Oriente (LVA) e Guanhães (LV), situados no Vale do Rio Doce. Com exceção do sistema (SD) no LVA, as perdas de solo foram abaixo do limite de tolerância admissível para essas classes de solos, nessas regiões, que são de 11,22 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ no LV e de 7,17 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ no LVA.

3. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A COMPACTAÇÃO DOS SOLOS

A compactação é o ato ou ação de forçar a agregação das partículas do solo, levando à redução do volume por ele ocupado. Sua ocorrência se dá quando, após a aplicação de tensão sobre o solo, provoca-se um aumento da densidade e uma diminuição no volume de macroporos, tornando mais lentas a infiltração e o movimento interno de água no solo e uma maior resistência mecânica do solo ao crescimento das raízes (SEIXAS, 1988)

Inúmeros trabalhos constataram a influência do tráfego de máquinas durante a colheita na compactação dos solos em plantios florestais comerciais (LOCKABY; VIDRINE, 1984; THEODOROU et al., 1991; MISRA; GIBBONS, 1996; RAB, 1996; OLIVEIRA JÚNIOR, 1998; DEDECEK; GAVA, 2005; LOPES et al. 2011; RODRIGUES, 2013). Alguns desses trabalhos demonstraram que tal processo de compactação levou a: a) aumento dos níveis de erosão (LOCKABY; VIDRINE, 1984); b) redução no comprimento das raízes primárias e laterais (MISRA; GIBBONS, 1996; THEODOROU et al., 1991); c) no peso das raízes (RAB, 1996); e d) redução da produtividade do sítio (DEDECEK; GAVA, 2005). Rodrigues (2013) verificou que durante a etapa da colheita, a compactação do solo difere ao longo da linha de extração, mostrando que há uma variabilidade espacial da compactação do solo produzida pela atividade de colheita de madeira.

Dedecek e Gava (2005) destacaram que o impacto mais significativo nos atributos físicos do solo sob florestas ocorre em associação com operações de colheita, baldeio e subsequente preparo do solo para rebrota ou plantio do ciclo seguinte. Essas atividades alteram a estrutura e os atributos físico-hídricos do solo, dificultando o crescimento e a distribuição das raízes no solo e, conseqüentemente, o desenvolvimento das florestas.

Entretanto, o efeito da colheita das árvores em uma plantação florestal comercial na compactação do solo tem diminuído em função da modernização dos equipamentos de colheita e de algumas práticas de manejo (MAKKONEN, 1989; SEIXAS et al., 1995). Há casos, inclusive em que não se observou efeito significativo (OLIVEIRA; LOPES, 2010).

O tráfego de máquinas sobre camadas de resíduos florestais, por exemplo, contribui para a redução do nível de compactação conforme observado por Makkonen (1989).

Seixas et al. (1995) também observaram reduções em torno de 40% no incremento da densidade do solo sem cobertura em uma situação em que o “*forwarder*” trafegava sobre resíduos florestais oriundos da colheita de madeira. Em Seixas (1998), também foi observada a redução de cerca de 56% em relação ao tráfego de um trator agrícola equipado com grua e carreta, quanto à movimentação sobre solo descoberto.

Há casos em que, inclusive, não foram observadas diferenças significativas em densidade e porosidade total do solo causadas pelo tráfego das máquinas no sistema de colheita de madeira de toras curtas. Ocorreu, apenas, um aumento na resistência à penetração na camada de solo de 0 a 15 cm, após a etapa de extração com o *forwarder* (Tabela 2.3) (OLIVEIRA; LOPES, 2010).

TABELA 2.3 - Densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), e resistência a penetração (RP) resultante do tráfego do *harvester* e *forwarder*.

Tratamentos	Profundidade em cm								
	0-15 cm			15-30 cm			30 a 50 cm		
	Ds (g.cm ³)	Pt (%)	RP (Mpa)	Ds (g.cm ⁻³)	Pt (%)	RP (Mpa)	Ds (g.cm ³)	Pt (%)	RP (Mpa)
Testemunha	1,23 a	53,41 a	0,70 a	1,35 a	49,33 a	3,10 a	1,30 a	51,62 a	3,90 a
Pós <i>harvester</i>	1,28 a	51,03 a	1,43 b	1,30 a	50,76 a	3,36 a	1,24 a	53,31 a	3,90 a
Pós <i>forwarder</i>	1,43 a	44,65 a	1,76 b	1,47 a	45,27 a	3,76 a	1,44 a	46,98 a	4,66 a

Fonte: Oliveira e Lopes (2010)

Andrade (2014) desenvolveu trabalho visando, entre outros objetivos, identificar as classes e horizontes de solo mais resistentes e mais suscetíveis à compactação e determinar os impactos causados pelas operações de colheita florestal realizadas, em Teixeira de Freitas, BA, com o modal *Harvester* e *Forwarder* e com o

sistema alternativo de colheita florestal composto por *Feller Buncher*, *Skidder*, *Flail*, *Power Clamp* e garra traçadora. Em todas as situações, os sistemas promoveram algum nível de compactação. A compactação variou com o tipo de sistema utilizado, com a classe de solo e com o horizonte mostrando a necessidade de utilização do resíduo florestal nas linhas de passagem dos equipamentos, com efeito minimizador na compactação do solo.

Além dos estudos relacionados ao uso de resíduos da colheita influenciando na compactação do solo, existem outros demonstrando a importância do tipo de solo, superior, até mesmo, à influência da época da colheita, na compactação resultante dos diferentes equipamentos empregados. Também é importante atentar para o efeito da declividade do terreno, sendo importante evitar o tráfego de máquinas em áreas de declive acentuado em condições de maior umidade em solo argiloso (SEIXAS, 2001).

A compactação por máquinas agrícolas em sistemas de produção não é um privilégio das plantações florestais comerciais, uma vez que segundo Flowers e Lal (1998), estima-se que cerca de 68 milhões de hectares das terras agrícolas do planeta estão em processo de degradação ocasionado pela compactação. Portanto, o processo de compactação deve ocorrer tanto em plantios florestais comerciais quanto em pastagens e culturas agrícolas anuais, semiperenes e perenes (PAIS et al., 2011; SEVERIANO et al., 2010; SOARES et al., 2005; CARDOSO et al., 2006; TORMENA et al., 1998)

4. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

As florestas consomem para seu crescimento, além do CO₂ atmosférico, alguns nutrientes contidos no solo, tais como potássio, cálcio, magnésio, nitrogênio e fósforo. Esses nutrientes, após serem absorvidos pelas raízes, são incorporados às diferentes partes da árvore (folhas, cascas, lenho e ramos).

A distribuição de biomassa numa árvore de eucalipto aos sete anos de idade é apresentada na Tabela 2.4.

TABELA 2.4 - Distribuição da Biomassa por Compartimentos da Planta (Tonelada Seca/ha) %

COMPARTIMENTO	DISTRIBUIÇÃO
Raízes	12-18
Cascas	8-12
Copas	6-10
Madeira do tronco	60-74

Fonte: Foelkel (2015)

As quantidades de nutrientes nas árvores são diferentes dependendo das partes das mesmas. Sistemas de exploração que apenas extraíam a madeira da área, deixando o restante da árvore no campo para ser devolvida para o ecossistema, é uma medida bastante sustentável.

Davidson (1993) afirma ainda que, em termos gerais, os eucaliptos consomem menos nutrientes por quantidade de madeira produzida do que outras espécies nativas, sendo, portanto, eficientes também no consumo de nutrientes.

Em relação à retirada de nutrientes do solo, estudos científicos mostram que a madeira colhida possui a seguinte composição Carbono (50,0%), Oxigênio (41,6%), Hidrogênio (6,4%), Nitrogênio (0,4%), Cinzas (0,8%). Assim, afora os minerais contidos na porção "cinzas", o que é retirado na colheita são compostos orgânicos formados por elementos extraídos do ar, fixados pelas folhas do eucalipto no processo da fotossíntese. Com a permanência das folhas e galhos sobre o solo, acontece, inclusive, o aumento da quantidade de nutrientes e do teor de matéria orgânica na camada arável do solo, promovendo melhoria da fertilidade graças à reciclagem dos nutrientes absorvidos pelas raízes do eucalipto nas porções mais profundas do solo. Esses nutrientes são liberados na superfície após a decomposição dos restos vegetais.

Na Tabela 2.5, são apresentados dados comparando as culturas do café, algodão, soja, soja + algodão, milho, milho + soja, laranja e pastagem com eucalipto em dois níveis de produtividade, durante sete anos. Observa-se que o eucalipto é a cultura que menos extrai N, P e K, perdendo apenas para o café, em termos de extração de P, e para o milho, em relação à exportação de K. Em relação ao cálcio, sua extração é maior que todas as culturas, à exceção das pastagens. Quanto ao magnésio, o comportamento é muito semelhante ao do cálcio, sendo superado apenas pela pastagem, pelo algodão e pelo conjunto soja+ algodão.

TABELA 2.5 - Exportação de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) pelas culturas de café, algodão, soja, milho, milho +soja, soja + algodão, laranja, pastagem e eucalipto em dois níveis de produtividade, durante sete anos.

Cultura	N	P	K	Ca	Mg
	Kg/ha em sete anos				
Algodão	886	141	478	76	219
Café	386	21	418	45	25
Laranja	1062	112	838	279	73
Milho	566	136	172	18	54
Milho + soja	1580	235	510	78	93
Pastagem	2324	371	2905	875	518
Soja	1015	99	338	60	40
Soja + algodão	1900	241	816	135	259
Eucalipto (1)	182	46	180	235	99
Eucalipto (2)	243	62	241	312	131

Obs.: Eucalipto em ciclo de sete anos de idade: (1) IMA = 30m³.ha⁻¹.ano⁻¹; (2) IMA = 40 m³.ha⁻¹.ano⁻¹.

Fonte: Elaborada por Shizuo Maeda, pesquisador da Embrapa Florestas.

Em relação à exportação de nutrientes pela extração de grandes volumes de madeira, a remoção de nutrientes do solo em plantações de eucalipto depende das técnicas de manejo das plantações e dos métodos de colheita. Entretanto, o consumo de nutrientes por árvores de eucalipto não é maior do que o consumo de outras culturas agrícolas (PALMBERG, 2002). Não se está querendo afirmar, no entanto, que a remoção de elementos minerais do sítio florestal pela exportação da madeira, somente, ou da madeira mais casca, não seja importante e nem que uma adequada e inteligente gestão dos balanços nutricionais dos bioelementos vitais aos indivíduos das plantações florestais não seja necessária. Queremos apenas deixar claro que a plantação florestal é comparável a culturas agrícolas e que cuidados especiais vêm sendo tomados ao longo de toda a rede florestal e industrial para monitoramento e avaliação dos possíveis impactos da retirada de nutrientes sobre o sítio florestal.

5. RESÍDUOS DA COLHEITA DAS PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A PROTEÇÃO DO SOLO

O manejo dos resíduos florestais (serapilheira e sobras da colheita) entre as rotações de cultivo é de fundamental importância para manutenção da fertilidade do solo (TIESSSEN et al., 1994) e para sustentabilidade da produção florestal (TIARKS et al., 1999; MENDHAM et al., 2002).

Outro papel muito importante na manutenção dos resíduos florestais na superfície do terreno é sua contribuição para a proteção do solo e redução dos extremos térmicos (GONÇALVES et al., 1997), das perdas de água por evaporação (MATTHEWS, 2005) e do escoamento superficial (GONÇALVES, et al., 2002; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008), além de contribuir para o aumento da biomassa microbiana do solo (MENDHAM et al., 2002) e da mineralização de nutrientes (NZILA et al., 2002; O'CONNELL et al., 2004; GONÇALVES et al., 2008; SANKARAN et al. 2008; FERNÁNDEZ, et al., 2009).

Em função dos diversos benefícios promovidos pela manutenção dos resíduos no solo, atualmente, quase todas as plantações florestais comerciais são estabelecidas sob o sistema de cultivo mínimo do solo em que o preparo desse é localizado e os resíduos florestais são mantidos na superfície.

Não se pode negar, no entanto, a existência de pressão ocasionada pelo fato do resíduo de colheita se comportar como obstáculo quando se trabalha com área de reforma. Nesses casos, as quantidades de resíduos florestais remanescentes sobre o solo podem variar de 10 a 120 t ha⁻¹, dependendo da região, idade, espaçamento e sistema de colheita utilizado (GONÇALVES et al., 2000; SANKARAN et al., 2008; DU TOIT et al., 2008). Tais resíduos, por serem de difícil degradação, permanecem por longos períodos sobre o solo, dificultando as operações silviculturais (ZEN et al., 1995).

Outra pressão exercida sobre os resíduos da colheita está relacionada à sua possibilidade de transformação em energia. Vale ressaltar que este tipo de pressão tem, igualmente, ocorrido no setor agrícola, em especial, no setor canavieiro.

6. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A CICLAGEM DE NUTRIENTES

A ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, plantados ou naturais, tem sido amplamente estudada com o intuito de se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes nesses ambientes, não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também buscando informações para o estabelecimento de práticas de manejo florestal para recuperação de áreas degradadas e manutenção da produtividade de sítios degradados em recuperação (SOUZA; DAVIDE, 2001).

É fundamental ressaltar a importância das plantações florestais comerciais na ciclagem de nutrientes. Assim, de acordo com Vital (2007), o eucalipto, por exemplo, para produzir uma tonelada de madeira deixa no solo mais ou menos de 0,3 a 0,35 toneladas de serapilheira.

Estudos realizados em relação à serapilheira de *Pinus taeda* L., durante o período compreendido de abril/2004 a março/2007, mostraram que o aporte médio anual de macronutrientes ao solo, através da deposição da serapilheira, em kg ha⁻¹, foi de 18,8 de Ca; 13,0 de N; 3,0 de Mg; 1,6 de K; 1,3 de S; e 1,1 de P, sendo a transferência de micronutrientes em g ha⁻¹ de 4.708,3 de Mn; 592,3 de Fe; 74,1 de Zn; 34,0 de B; e 7,6 de Cu (VIEIRA; SCHUMACHER, 2010).

Além disso, pode-se observar que, em eucalipto, por exemplo, há um maior acúmulo de nutrientes no conjunto folhas + casca + galhos + raízes, que na madeira (Tabela 2.6), sendo que as folhas são o maior repositório de nutrientes dos componentes da serapilheira (Tabela 2.7).

TABELA 2.6 - Acúmulo de bioelementos em diferentes partes do eucalipto (kg/hectare).

Compartimentos da planta	Nitrogênio	Potássio	Cálcio	Magnésio	Fósforo
Folhas	80-200	30-100	25-45	10-20	5-10
Casca	20-40	30-120	150-400	25-45	5-12
Raízes	25-80	15-35	15-35	15-35	1-4
Galhos	10-30	25-75	30-65	10-20	2-8
Sub-total	135-350	100-330	220-545	60-120	13-34
Madeira	100-250	150-400	60-250	30-80	10-40

Fonte: Foelkel (2015)

TABELA 2.7 - Composição de Nutrientes na Serapilheira – Simulação.

Nutrientes	Serapilheira		
	Folhas	Galhos + Frutos	Casca
N	92,6	4,8	2,6
P	85,9	7,7	8,4
K	75,8	14,0	10,2
Ca	46,0	19,3	34,7
Mg	64,5	20,6	14,9

Fonte: Foelkel (2015)

A partir de tais trabalhos, pode-se verificar que os nutrientes contidos nas folhas, galhos e serapilheira, principais resíduos da colheita florestal, representam uma percentagem altamente significativa no estoque de nutrientes de uma plantação florestal comercial. Assim como em qualquer outra cultura, será o manejo adotado pelo silvicultor que ditará a maior ou menor sustentabilidade do sítio explorado. Obviamente, que um manejo inadequado desses resíduos pode ter influências negativas na produtividade florestal das novas rotações, tanto por perdas de nutrientes contidos nestes resíduos como pela falta de proteção do solo (GONÇALVES et al., 2000).

CAPÍTULO III – PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E O USO DE AGROTÓXICOS EM RELAÇÃO A ALGUNS PRODUTOS DA AGRICULTURA

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresenta-se um levantamento das pragas e doenças associadas a espécies florestais com maior expressão de área plantada no Brasil, como acácia, paricá, teca, seringueira, álamo, pínus e eucalipto, e a utilização de inseticidas, fungicidas, acaricidas e herbicidas, fazendo um comparativo com as culturas agrícolas de soja, algodão, milho, cana-de-açúcar, citros, e pastagens.

2. USO DE AGROTÓXICOS NAS PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS

Entre as espécies florestais com maior expressão de área plantada no Brasil, destacam-se: acácia, paricá, teca, seringueira, álamo, pínus e eucalipto. A elas está associado a ocorrência de pragas, doenças e conseqüentemente a utilização de inseticidas, fungicidas, acaricidas e herbicidas.

Acácia - *Acacia mearnsii* e *Acacia mangium*: a área plantada, em 2013, era de 146.903 hectares. Sua madeira é usada para energia, carvão, cavaco para celulose e painéis de madeira. Também é fonte de tanino para uso em curtumes, adesivos, petrolífero e borrachas (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014). Não há produtos registrados para controle de suas pragas e doenças. Possui como principal praga o serrador *Oncideres impluviata* (Coleoptera: Cerambycidae).

Paricá - *Schizolobium amazonicum*: a área plantada, em 2013, era de 87.519 hectares. Com usos para lâmina e compensado, forros, palitos, papel, móveis, acabamentos e molduras (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014). Não há produtos registrados para controle de suas pragas e doenças. Possui como principal praga a cigarra *Quesada gigas* (Hemiptera: Cicadidae).

Teca - *Tectona grandis*: a área plantada, em 2013, era de 88.270 hectares, sendo utilizada na construção civil (portas, janelas, lambris, painéis, forros), assoalhos e decks, móveis, embarcações e lâminas decorativas (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014). Não há produtos registrados para controle de suas pragas e doenças. Possui como principal praga uma lagarta desfolhadora conhecida como lagarta da teca, *Hyblaea puera* (Lepidoptera: Hyblaeidae).

Seringueira - *Hevea brasiliensis*: a área plantada no Brasil, em 2013, era de 172.448 hectares, sendo sua madeira utilizada para energia, e a celulose e seiva, para borracha (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014). Essa cultura possui registrados os produtos químicos Iharol, Decis 25 EC e Envidor e também o Thuricide, como produto biológico, para controle dos seguintes insetos: *Aspidiotus destructor* (Hemiptera: Diaspididae), *Erinnys ello* (Lepidoptera: Sphingidae), *Premolis semirufa* (Lepidoptera: Arctiidae) e o ácaro *Tenuipalpus hevea* (Acari: Tenuipalpidae). Já para as doenças, são 10 fungos associados e a existência de 14 produtos químicos registrados (BRASIL, 2015) (Tabela 3.1).

Álamo - *Populus* spp.: também conhecido como pópulus, possuía, em 2013, uma área plantada no Brasil de 4.216 ha, sendo sua madeira utilizada para fósforos, partes de móveis, portas, marcenaria interior, brinquedos e utensílios de cozinha (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014). Baculovirus e Dipel são os produtos biológicos registrados para o controle da lagarta desfolhadora *Condylorrhiza vestigialis* (Lepidoptera: Pyralidae). Para o fungo *Melampsora medusae*, causador da ferrugem-do-álamo, são 8 produtos químicos (Bayfidan EC, Constant, Elite, Erradicur, Folicur 200 EC, Score, Tebuconazole CCAB 200 EC e Triade) com registro para o controle da mesma (BRASIL, 2015) (Tabela 3,1).

Eucalipto e pínus: em 2012, a área plantada com essas duas espécies atingiu cerca de 7.74 milhões de hectares, sendo 71,90% da área constituída por plantios de *Eucalyptus*, 20,65%, por plantios de *Pinus* e 7,45%, pelas outras espécies listadas (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2015) (Tabela 3.1). Existem 21 produtos químicos e um produto biológico registrados para o controle de 15 espécies de insetos que atacam

o eucalipto. Comet, Nativo e Piori Xtra são os produtos químicos registrados para controle de sete doenças do eucalipto (BRASIL, 2015) (Tabela 3.1).

Entretanto, para as principais pragas do eucalipto como: psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*), gorgulho-do-eucalipto (*Gonipterus platensis*), percevejo bronzeado (*Thaumastocoris peregrinus*) e a vespa-de-galha (*Leptocybe invasa*), há programas de controle biológico desenvolvidos e em execução, como o uso do parasitoide *Psyllaephagus bliteus* para o controle do psilídeo-de-concha; o uso do parasitoide de ovos *Anaphes nitens* para controle do gorgulho-do-eucalipto; o uso do parasitoide de ovos *Cleruchoides noackae* para o controle do percevejo bronzeado, e o recém-introduzido parasitoide *Seletrichodes neseri* para o controle da vespa da galha. As lagartas desfolhadoras *Thirinteina arnobia*, *Sabulodes caberata*, *Glena unipennaria*, *Sarsina violascens*, *Eupseudosoma aberrans*, *E. involuta* e *Euselasia apisaon* também podem causar danos aos plantios de eucalipto e são controladas com programas de manejo, monitoramento da praga e criação e liberação em campo de inimigos naturais.

As formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* são responsáveis por grandes danos aos plantios florestais. Em se tratando de controle químico, a utilização de iscas granuladas, de pós-secos e da termonebulização constituem os métodos de controle químico mais usados. Dos 7,74 milhões de hectares de plantações florestais comerciais no Brasil, 63% são certificados (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2015). Nesse sentido, se um determinado agrotóxico não é registrado para uso florestal perante as autoridades brasileiras competentes, ele é automaticamente incompatível com a certificação. Porém, em geral, as regras próprias das certificadoras independentes costumam ir além do que a legislação preconiza, ou seja, são ainda mais rigorosas. Os químicos proibidos podem ser objeto de derrogação, desde que descumpridas as leis nacionais. Em 2010, o FSC, por exemplo, colocou sob derrogação, por um período de 5 anos (abril 2010 – abril 2015), o uso de fipronil e sulfluramida para o controle de formigas cortadeiras, mediante o atendimento de certas condicionantes que mostrassem que as empresas estariam se esforçando para encontrar um princípio ativo alternativo. Vale mencionar que as regras da certificação do mesmo FSC vêm se tornando cada vez mais rigorosas em relação a químicos. A ideia é que o uso dessas substâncias seja evitado ao máximo e substituído por soluções alternativas no futuro, com menor impacto ambiental.

O pínus possui apenas um inseto (o pulgão-gigante-do-pínus, *Cinara atlantica*) e uma doença (o nematóide, *Helicotylenchus dihystera*) registrados na base de dados do AGROFIT (BRASIL, 2015). Os produtos com registro para controle do inseto são os químicos Bamako 700 WG, Evidence 700 WG e Imaxi 700 WG, sendo que para a doença não há produto registrado. Entretanto, para o controle de *Cinara atlantica*, foi desenvolvido um programa de controle biológico com a utilização do parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* introduzido dos Estados Unidos. Atualmente, esse parasitóide está estabelecido em todas as áreas com a presença da praga, mantendo as populações sob controle, não havendo a necessidade do uso de inseticidas químicos. Também, para a praga *Sirex noctilio*, conhecida como vespa-da-madeira, principal praga da cultura, foi desenvolvido um programa de controle biológico, ainda em execução, e que utiliza o controle biológico com o nematoide entomopatogênico *Deladenus (Beddingia) siricidicola*, que é o responsável por manter a população da praga sob controle, sem a necessidade do uso de agrotóxicos.

3. USO DE AGROTÓXICOS EM PLANTIOS AGRÍCOLAS

Entre as principais atividades agrícolas de importância em termos de área, produção e com impactos econômicos no Brasil destacam-se: soja, algodão, milho, cana-de-açúcar, citros e pastagens. Também, a essas atividades agrícolas estão associadas à ocorrência de pragas e doenças e, conseqüentemente, a utilização de agrotóxicos.

Soja: é a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas três décadas e corresponde a 49% da área plantada em grãos do país. O aumento da produtividade está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo

e eficiência dos produtores (BRASIL, 2015). Possui 568 produtos químicos registrados e 19 produtos biológicos para controle de 67 insetos considerados pragas da cultura. Para controle das 42 doenças associadas à cultura, são 795 produtos químicos registrados e 5 produtos biológicos (BRASIL, 2015) (Tabela 3.1). O Brasil vem demonstrando uma forte preocupação para tornar a produção de soja cada vez mais responsável e sustentável e existem diversos projetos de iniciativas de produtores, de indústrias e de governos. Compromissos e acordos em prol da soja sustentável e projetos da Associação dos Produtores de Soja do Mato Grosso (Aprosoja), da Amaggi, da Bunge, da Cargill e as iniciativas coletivas Soja Plus e Soja Mais Verde que fazem parte do programa de boas práticas agrícolas.

Algodão: o avanço da tecnologia e o aumento da produtividade permitiram ao Brasil passar de maior importador mundial de algodão para o terceiro maior exportador do produto em 12 anos. A produção nacional de algodão é, prioritariamente, destinada à indústria têxtil (BRASIL, 2015). A cultura possui 763 produtos químicos e 13 produtos biológicos registrados para controle de 46 insetos. Para o controle das 28 doenças, são registrados 209 produtos químicos e um produto biológico (BRASIL, 2015) (Tabela 3.1).

Milho: o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 53,2 milhões de toneladas na safra 2009/2010. O cultivo do grão, para atender ao consumo na mesa dos brasileiros, é a parte menor da produção. O principal destino da safra são as indústrias de rações para animais (BRASIL, 2015). A cultura possui 377 produtos químicos e 3 produtos biológicos registrados para controle de 46 insetos. São 33 doenças associadas ao milho e 142 produtos químicos registrados para seu controle (BRASIL, 2015) (Tabela 3.1).

Cana-de-açúcar: é uma das principais culturas da economia brasileira, pois além de ser o maior produtor mundial, é também o primeiro do mundo na produção de açúcar e etanol. O País deve alcançar taxa média de aumento da produção de 3,25% até 2018/19, e colher 47,34 milhões de toneladas do produto. Para as exportações, o volume previsto para 2019 é de 32,6 milhões de toneladas. A produção do etanol conta com projeções positivas de 58,8 bilhões de litros para 2019. O consumo interno está projetado em 50 bilhões de litros e as exportações, em 8,8 bilhões (BRASIL, 2015). A cultura possui 163 produtos químicos e 20 produtos biológicos registrados para controle de 21 insetos. São 11 doenças associadas e 45 produtos químicos registrados (BRASIL, 2015) (Tabela 3.1).

Citricultura: é uma das mais destacadas culturas na agroindústria brasileira. Responsável por 60% da produção mundial de suco de laranja, o Brasil é também o campeão de exportações. A cultura de citros possui registro de 531 produtos químicos e 7 produtos biológicos para controle de 73 insetos. São 32 doenças associadas e 239 produtos químicos registrados (BRASIL, 2015) (Tabela 3.1).

Pastagens: De acordo com estimativas do último Censo Agropecuário (2006), a área total de pastagens (naturais e plantadas) no Brasil é de 172,3 milhões de hectares. A cultura possui 30 produtos químicos e 11 produtos biológicos registrados para controle de 24 insetos. São 14 doenças e 10 produtos químicos registrados (BRASIL, 2015) (Tabela 3.1).

Considerando os agrotóxicos comercializados em 2014, de acordo com dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL, 2015) (Tabela 3.2), a soja se mantém como a primeira da lista, com 64% do consumo e uma área plantada, no mesmo período, de 30 milhões e 173 mil hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2015b), seguida pelo milho, com 13% de consumo e área plantada de 15 milhões e 829 mil hectares. A cana-de-açúcar apresenta um consumo de 8,7% em uma área de 8 milhões e 811 mil hectares. Já o algodão, com um consumo de 7,66% e área plantada de 1 milhão e 121 mil hectares. As áreas de reflorestamento totalizam 7 milhões e 137 mil hectares de área plantada e um consumo de 0,04%,

referente, principalmente, a herbicidas e formicidas. As pastagens e citros apresentam um consumo de 3,37% e 2,60%, respectivamente.

TABELA 3.1. Número de insetos e doenças nas culturas e os produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle.

	Seringueira	Álamo	Eucalipto	Pinus	Soja	Algodão	Milho	Cana-de-açúcar	Citros	Pastagens
Insetos	4	1	15	1	67	46	46	21	73	24
Produtos registrados	4	0	21	3	568	763	377	163	531	30
Produtos biológicos	2	2	1	0	19	13	3	20	7	11
Doenças	10	1	7	1	42	28	33	11	32	14
Produtos registrados	14	8	3	0	795	209	142	45	239	10
Produtos biológicos	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0

Fonte: Brasil (2015)

TABELA 3.2. Quantidade, em toneladas, de agrotóxicos comercializados no ano de 2014, por classe.

Culturas/Agrotóxicos (t)	Herbicidas	Fungicidas (foliar e sementes)	Inseticidas (foliar e sementes)	Acaricidas	Outros (inclui formicidas)	total
Soja	25.5949	59.545	142.609	1.809	44.104	504.016
Milho	69.931	7.925	20.969	31	5.980	104.836
Cana-de-açúcar	59.159	1.017	6.121	2	1.852	68.151
Algodão	16.987	5.259	31.795	908	5.090	60.039
Citros	4.473	2.616	4.710	6.448	2.100	20.347
Pastagens	25.631	14	247	0	527	26.419
Reflorestamento	216	9	22	0	82	329*
Total	432.346	76.385	206.473	9.198	59.735	784.137

*Esse valor baixo é devido ao uso apenas de produtos registrados. Uma vez que o controle biológico tem se mostrado muito eficiente, em extensas áreas de plantios, para uma grande parte das principais pragas das culturas florestais, o uso de agrotóxicos tem se limitado, principalmente, ao controle de formigas cortadeiras e herbicidas. Além disso, a utilização de agrotóxico não registrado é incompatível com a certificação florestal, restringido ainda mais seu uso.

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (2015)

CAPÍTULO IV – PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A BIODIVERSIDADE

1. INTRODUÇÃO

A terminologia “florestas plantadas”, ora substituída por “plantações ou plantios florestais”, já embute parte da discussão em torno do tema. Muitos dos plantios (com espécies nativas ou introduzidas) têm objetivo multifunção ou de proteção e, quando o objetivo são as plantações comerciais, como monoculturas introduzidas, muitas vezes, são questionados o impacto e a função de tais plantios na natureza.

Este capítulo, justamente, aborda a relação das plantações florestais, em especial, os plantios comerciais, com a biodiversidade vegetal e com a fauna. Também aborda a capacidade de inibição da regeneração natural em seu sub-bosque, fertilidade do solo e qualidade do ar e da água.

2. CLASSIFICAÇÃO DAS PLANTAÇÕES FLORESTAIS OU FLORESTAS PLANTADAS

Os plantios florestais (seja lá qual a denominação usada) não são todos implantados com o mesmo objetivo. Tal conceito é aqui mencionado, em função das óbvias diferenças entre eles, principalmente, ao longo do tempo. Mudanças ocorrem ou são provocadas (tratos silviculturais, manejo florestal sustentável) de acordo, justamente, com a finalidade da plantação. Dessa forma, a biodiversidade (vegetal e animal) pode variar bastante, principalmente em decorrência da função da floresta e idade do povoamento. Plantações mais antigas, normalmente, fornecem habitat mais adequado para outras espécies florestais e animais do que povoamentos mais jovens, por causa da crescente heterogeneidade horizontal e vertical, solos orgânicos melhor desenvolvidos e flora fúngica associada, entre outros aspectos (BROCKERHOFF et al., 2008).

As plantações florestais comerciais, assim denominadas para esclarecer seus propósitos, não têm função, pretensão ou propósito de conservar ou abrigar biodiversidade ou se preocupar com sua interação com a paisagem. Entretanto, justamente a intensa crítica de diferentes tipos de organizações não governamentais, muitas vezes, apoiadas pela sociedade civil, têm fornecido aos silvicultores e gerentes florestais a oportunidade de demonstrar sua contribuição para a manutenção de uma paisagem estável. A figura 4.1 apresenta uma classificação dos diferentes tipos de cobertura florestal plantada e suas finalidades.

<p><u>Modelo conceitual</u> do valor relativo das florestas plantadas no que se refere ao uso agrícola e florestas de produção ou de conservação.</p> <p>Observe-se que muitos plantios florestais não podem ser facilmente classificados em uma das categorias aqui esboçadas. Alguns plantios florestais servem a múltiplos propósitos, incluindo produção, proteção e conservação na mesma área.</p>	Intensidade de manejo	P R O D U Ç Ã O	I N T E N S I V A	<p>Agricultura e/ou pecuária intensiva</p> <ul style="list-style-type: none"> - em sua maioria, espécies exóticas, geralmente destinadas à alimentação. Pode substituir a floresta nativa - geralmente, ciclos curtíssimos de rotação seguidos de corte raso
				<p>Plantação florestal com espécies de rápido crescimento com fins múltiplos (frequentemente para lenha)</p> <ul style="list-style-type: none"> - espécies exóticas ou nativas, pode substituir a floresta nativa. Tal operação atualmente não é comum e, em alguns locais não é permitido por lei e, em outros, desaconselhado por vários motivos - ciclos de rotação curtos ou médios, seguidos de corte raso
		P R O D U Ç Ã O	C O N S E R V A Ç Ã O	<p>Plantação florestal com espécies exóticas, com fins comerciais e/ou industriais</p> <ul style="list-style-type: none"> - espécies exóticas, com floresta nativa protegida - geralmente ciclos de rotação curtos ou médios, seguidos de corte raso
				<p>Plantação florestal com espécies nativas, com fins comerciais e/ou industriais</p> <ul style="list-style-type: none"> - espécies nativas, floresta natural protegida - ciclos de rotação de médios a longos, seguidos de corte raso
	Valor de conservação	C O N S E R V A Ç Ã O	<p>Plantação de conservação com fins não comerciais e/ou industriais</p> <ul style="list-style-type: none"> - principalmente espécies nativas, plantadas para conservação ou proteção (p.ex. para combater a desertificação) 	
			<p>Floresta seminatural (termo do hemisfério norte - nativa alterada) e nativa manejada</p> <ul style="list-style-type: none"> - espécies nativas, inequâneas ou equiâneas - aplicação eventual de sistemas silviculturais como enriquecimento e/ou manejo florestal sustentável, visando diferentes usos. Diversos ciclos e intensidades de corte - finalidade de produção multiuso ou conservação 	
				<p>Floresta natural para conservação</p> <ul style="list-style-type: none"> - floresta nativa, destinadas à conservação e proteção - sem finalidade de produção ou com produção limitada ao uso de produtos e subprodutos da floresta

Fonte: Modificado, para o caso brasileiro, de Brockerhoff et al. (2008)

FIGURA 4.1 – Modelo conceitual idealizado para classificar o valor relativo da cobertura florestal plantada com relação aos seus objetivos, quando comparados ao uso agrícola.

3. PLANTAÇÕES COMERCIAIS E A BIODIVERSIDADE EM OUTROS USOS DA TERRA

De acordo com White (1995), é óbvio que a substituição de uma floresta natural por uma plantação de uma espécie exótica ocasiona um impacto adverso sobre a fauna adaptada ao ecossistema original.

Cunha et al. (2008), analisando a intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental no Cerrado consideraram como as principais ameaças à biodiversidade do Cerrado a expansão da agricultura e da pecuária, e não as plantações arbóreas comerciais.

“Esta expansão da agropecuária tem sido feita com uso intensivo de agrotóxicos, fertilizantes e corretivos; irrigação sem controle; pisoteio excessivo de animais; monocultura e cultura em grande escala; uso inadequado de fatores de produção, traduzido no caso específico, no emprego de alta tecnologia química e pesada mecanização. ”

Assim, Brockerhoff et al. (2008) afirmam que, mesmo que as florestas naturais sejam *habitat* mais adequado para uma ampla gama de espécies que, originalmente, habitavam tais ecossistemas, existem evidências abundantes que florestas plantadas podem prover *habitat* valioso, até para algumas espécies ameaçadas ou em algum tipo de perigo, e podem contribuir para a conservação da biodiversidade por meio de diversos mecanismos.

Muitos autores afirmam que o índice de degradação não está diretamente relacionado com as florestas plantadas. Foi realizada uma comparação entre o Índice Geral de Degradação - IDG em 73 microrregiões de áreas do Bioma Cerrado com base nos dados do Censo Agropecuário de 1995/96. Concluiu-se (já naquela época), que apenas 50% das 20 microrregiões com índices mais elevados de degradação tinham registro de produtos advindos da silvicultura. Vale ressaltar, ainda, que a microrregião de Três Lagoas, apesar de apresentar a maior produção florestal entre todas as microrregiões classificadas está, apenas, no 38º lugar (Anexo 1).

Assim, White (1995) conclui que, mesmo que plantações florestais sejam menos eficazes para a fauna nativa que a vegetação florestal original, isso ocorreria, igualmente, se a substituição fosse por uma cultura agrícola como arroz ou por um plantio de seringueira. Isso fica evidente, ao se observar que, antes mesmo da grande expansão das plantações florestais no Cerrado, por exemplo, a degradação ambiental já se mostrava presente no bioma, tendo o setor florestal se estabelecido nessas áreas previamente já degradadas e as plantações florestais, em áreas com uso anterior relacionado à agropecuária, na maioria das vezes, portanto, já classificadas com degradadas.

Na Metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul, já se plantou quase metade da área total pretendida e o deserto que se vê nada tem a ver com o plantio de eucalipto e pinus. Pelo contrário, tem-se usado o eucalipto como ferramenta para auxiliar no fechamento das feridas de deserto que ali já existiam antes dos programas atuais de plantação de eucalipto em larga escala (ROVEDDER; ELTZ, 2008).

Ao contrário do que se propala, as plantações florestais comerciais manejadas com finalidade multifuncional permitem a regeneração natural e o crescimento de espécies florestais nativas formando sub-bosque, possibilitando vários serviços ambientais, como conservação e restauração da diversidade biológica e captura de Gases de Efeito Estufa - GEE.

Não se tem falado, no entanto, que nos cultivos agrícolas, a biodiversidade é extremamente restrita se comparada a áreas com plantações florestais. No cultivo agrícola, a sobrevivência de outras espécies vegetais é inibida por fatores, como uso de herbicidas, preparos anuais do solo (aração e gradagem) e pela própria competição promovida pela planta cultivada. Em cultivos florestais, estes fatores, quando utilizados, são restritos à fase de implantação da floresta, ficando vários anos sem serem aplicados.

Nas grandes áreas agrícolas, a colheita é realizada em área total, enquanto, nas plantações florestais, essa atividade, conforme preconizado em Planos de Manejo, quase sempre é realizada por talhões, que possibilitam a permanência de áreas (talhões de outras idades ou outro regime de manejo) com vegetação. Assim, a colheita não ocorre ao mesmo tempo na área total, minimizando os impactos da remoção da vegetação na paisagem, na biodiversidade e na vazão hídrica.

É lugar comum a ideia de que as plantações arbóreas comerciais e, especialmente, o eucalipto, transformam as regiões onde são plantadas em desertos verdes. No entanto, publicações científicas têm mostrado que tal afirmativa não é verdadeira. Farinaci (2012), por exemplo, cita vários trabalhos que reforçam essa posição.

“[...] plantios de eucalipto não têm taxas maiores de evapotranspiração do que as formações florestais nativas (ALMEIDA e SOARES, 2003; CANNELL, 1999; LIMA, 1996); [...] servem ao abrigo, trânsito e forrageio da fauna (LYRA-JORGE et al., 2008; MAZZOLLI, 2010; PENTEADO,

2006; TIMO, 2009) [...] proporcionam a formação de sub-bosques ricos em diversidade vegetal nativa (TABARELLI et al., 1993; VIANI et al. 2010). [...] Essas e outras evidências empíricas mostram que os plantios de eucalipto não são necessariamente os ‘desertos verdes’ de que muito se fala.”

4. PLANTAÇÕES COMERCIAIS E A FAUNA

É esperado que exista um efeito do plantio de florestas comerciais sobre a fauna presente nas vegetações naturais. No entanto, isto também é certo quando se retira uma cobertura florestal natural para, em seu lugar, realizar atividades agropecuárias. Encontram-se afirmativas sobre o efeito da presença das plantações florestais sobre a fauna são feitas:

“O certo é que a ampliação da área plantada com eucalipto modificará as condições para todas as formas de vida da região.” (SANTOS; SILVA, 2004.)

Por outro lado, em contraste com o comportamento usual das empresas de outros setores do agronegócio brasileiro, importantes ações realizadas pelas empresas florestais não ganham a devida divulgação, como no caso a seguir, onde problemas de ineficiência do serviço público são utilizados como insumos na hora de atribuir responsabilidades às empresas florestais.

“A colheita mecanizada coloca em risco pássaros que fazem seus ninhos nos galhos das árvores de eucalipto, assim como pequenos animais que possam estar entre os seus troncos. Todas as plantações só são autorizadas após assinaturas de compromissos acerca da coleta destes animais antes das ações de colheita, porém, a fiscalização das áreas que produzem eucalipto no Extremo Sul é difícil, tanto para o IBAMA, quanto para as secretarias de meio ambiente dos municípios da região. Assim se coloca em risco uma rica fauna local, onde se pode encontrar muitas espécies de aves como o papagaio chauã, jandaias e pica-paus vermelhos e mamíferos como a onça pintada, antas, pacas, macaco-prego, raposas e veados. Como contrapartida a Veracel empresa mantém funcionando um centro de triagem de animais silvestres apreendidos pelo IBAMA, na maior área de preservação privada da região e que segundo o site da empresa é referência para o Programa Mata Atlântica.”

Dietz (1975) comparou uma área onde havia uma combinação de floresta nativa com *E. globulus* aos dez anos de idade e uma área plantada com *Araucaria angustifolia*. Em seu estudo, acompanhou cinco espécies de mamíferos (*Oryzomys nigripes*, *Monodelphis americana*, *Marmosa* sp., *Akodon arviculoides* e *Blarinomys breviceps*). De acordo com o autor, a maior incidência dos animais foi observada nas florestas de araucária.

Poore e Fries (1988) afirmam que as florestas compostas de espécies exóticas, geralmente por fornecerem menor variedade de alimentos, suportam menor variedade de herbívoros que as coberturas vegetais que substituem, presumindo que a cobertura original era de floresta nativa. Argumentam que as florestas plantadas com exóticas levam à uniformidade em função da predominância de uma única espécie e que, por serem cortadas ainda jovens, não propiciam o habitat necessário a algumas espécies de seres vivos, que se abrigam em árvores mais maduras ou em troncos de árvores já mortas.

Davidson (1985) afirma que florestas plantadas, independentemente da espécie ou do gênero plantado, contêm menor número de espécies animais do que uma floresta nativa. O autor argumenta que a introdução de florestas de eucalipto em áreas de floresta nativa, indubitavelmente, reduz a variedade da fauna. O desequilíbrio ecológico – sua magnitude e extensão – dependerão da espécie plantada, do tamanho das plantações e compartimentos de florestas nativas e do tipo de floresta nativa adjacente às plantações.

Vale salientar, no entanto, que em plantações florestais comerciais também existem condições para a sobrevivência de animais silvestres, ao contrário do que muitas organizações contrárias às plantações

florestais apregoam. Silva (2001) observou (em um mosaico de plantios de *Eucalyptus saligna* em contato com remanescentes de Floresta Atlântica), 47 espécies de mamíferos, entre as quais espécies ameaçadas de extinção como o *Puma concolor* e o *Myrmecophaga trydactyla*.

Laranjeiro (2003), estudando a estabilidade da entomofauna em um mosaico de eucalipto e áreas naturais de conservação, comparando o eucalipto, a borda e a mata, chegou às seguintes conclusões:

- a) a seqüência de ambientes, decrescente em riqueza de espécies, foi borda, mata e eucalipto. Porém a mata apresenta-se mais estável;*
- b) as flutuações das populações de insetos na mata, borda e eucalipto apresentam uma dinâmica muito elevada em tempo e espaço, consequência da alta diversidade da comunidade;*
- c) os padrões de ocorrência das populações de insetos, que evidenciam a grande dinâmica da comunidade dentro dos ambientes e ao longo do tempo, também mostraram que existe grande interação entre os ambientes. O eucalipto não se comporta como uma ilha, pois, além de apresentar espécies comuns à mata, apresenta espécies exclusivas, ou seja, mais do que, simplesmente, uma área de colonização pobre, e disponibiliza recursos próprios essenciais para algumas populações, principalmente, pelo efeito borda;*
- d) Na configuração de distribuição quantitativa e qualitativa da mata natural, eucalipto e seu sub-bosque, na microbacia estudada, as operações de colheita e eliminação do sub-bosque causam menor impacto em termos quantitativos e qualitativos na comunidade de insetos, do que as variações de temperatura e precipitação ao longo do tempo. Apenas fica evidenciado que o corte e a reforma da floresta favorecem ou diminuem a ocorrência de algumas espécies de insetos, fortemente, associadas às diferentes condições de plantação madura ou de área aberta recém plantada, o que se restabelece com o desenvolvimento do novo plantio.*
- e) A importância do sub-bosque, para promover a diversidade de insetos dentro da plantação do eucalipto, é secundária, nas condições de distribuição e riqueza das reservas naturais encontradas na microbacia estudada.*

Medeiros et al. (2009) realizaram um diagnóstico da fauna silvestre em 42 propriedades do setor florestal brasileiro, entre associadas e coparticipantes da Sociedade de Investigações Florestais (SIF), obtendo resultados importantes que mostram a preocupação das organizações com a fauna em seus estabelecimentos. As empresas pesquisadas foram questionadas sobre vários aspectos relacionados à infraestrutura para atender requisitos da fauna silvestre e técnicas de manejo da fauna. Suas respostas são apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Resumo das respostas de empresas associadas e coparticipantes da Sociedade de Investigações Florestais – SIF, sobre aspectos relacionados à infraestrutura para atendimento a requisitos da fauna silvestre e técnicas de manejo da fauna.

Item	Associadas				Coparticipantes			
	Sim		Não		Sim		Não	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Estudo Faunístico Qualitativo	20	90,9	2	9,1	9	45,0	11	55,0
Estudo Faunístico Quantitativo	15	68,2	7	31,8	5	25,0	15	75,0
Infraestrutura Específica	9	40,9	13	59,1	1	5,0	19	95,0
Marcação de Animais Silvestres	13	59,1	9	40,9	1	5,0	19	95,0
Soltura de Animais Silvestres	10	45,4	12	54,6	4	20,0	16	80,0
Convênio/Contrato com Entidades	14	63,6	8	36,4	2	10,0	18	90,0
Publicação sobre Fauna Silvestre	9	40,9	13	59,1	1	5,0	19	95,0
Presença de Caçadores	19	86,4	3	13,6	14	70,0	6	30,0

Fonte: Medeiros et al. (2009)

Outra bateria de questões relativas ao desenvolvimento de ações ambientais pelas empresas mostrou, novamente, diferenças significativas entre empresas associadas e coparticipantes como apresentado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Resumo das respostas em relação às ações ambientais desenvolvidas pelas empresas.

Item	Associadas				Coparticipantes			
	Sim		Não		Sim		Não	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Interligação de Fragmentos Vegetais Nativos	19	86,4	3	13,6	11	55,0	9	45,0
Faixas de Vegetação Nativa Entremeadas com Plantio Florestal Comercial	17	77,3	5	22,7	9	45,0	11	55,0
Plantio de Enriquecimento	16	72,7	6	27,3	3	15,0	17	85,0
Sistemas Agroflorestais nos Talhões Comerciais	4	18,2	18	81,8	4	20,0	16	8,0
Uso de Sistemas Agroflorestais nas Florestas Nativas da Empresa	1	4,5	21	95,5	0	0,0	20	100,0
Colheita Florestal em Mosaico	9	40,9	13	59,1	2	10,0	18	90,0
Levantamento Prévio Antes da Colheita	4	18,2	18	81,8	1	5,0	19	95,0
Sinalização/Redutores de Velocidade	13	59,1	9	40,9	8	40,0	12	60,0
Educação Ambiental	18	81,8	4	18,2	6	30,0	14	70,0
Apoio à Fiscalização Ambiental	17	77,3	5	22,7	7	35,0	19	65,0
Registro de Atropelamentos	6	27,3	16	72,7	1	5,0	19	95,0
Criação de Unidades de Conservação na Área da Empresa	11	50,0	11	50,0	7	35,0	13	65,0
Apoio à Criação de Unidades de Conservação na Periferia	7	31,8	15	68,2	2	10,0	18	90,0
Manejo de Sub-bosque	6	27,3	16	72,7	2	10,0	18	90,0
Programa Integrado de Controle de Pragas e Doenças	18	81,8	4	18,2	3	15,0	17	85,0

Fonte: Medeiros et al. (2009)

Em todos os aspectos tratados, as empresas associadas sempre se mostraram em nível superior de envolvimento em relação às coparticipantes. Os estudos qualitativos da fauna silvestre se mostraram mais comuns quando comparados com os estudos quantitativos. De modo geral, há notória carência de infraestrutura específica para o manejo da fauna silvestre nas empresas florestais pesquisadas. Nas empresas associadas, é prática comum a interligação de fragmentos florestais, a conservação de faixas de

vegetação nativa entremeadas à floresta de produção, o plantio de enriquecimento das matas nativas, os programas de educação ambiental para públicos internos e externos, o apoio à fiscalização por parte dos órgãos competentes e o controle integrado de pragas e doenças (MEDEIROS et al. 2009).

5. PLANTAÇÃO FLORESTAL COMERCIAL E INIBIÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL EM SEU SUB-BOSQUE

Apesar de trabalhos indicando baixa regeneração natural no sub-bosque de algumas plantações florestais comerciais no Brasil (EVARISTO et al., 2011), existem constatações que nesses plantios há possibilidade de formação de sub-bosques de vegetação (PARROTA, 1992; PARROTA et al. 1997; HARTLEY, 2002; BARLOW et al., 2007; BROCKERHOFF, 2008; SOARES; ONOFRE et al., 2010; SOARES; NUNES, 2013), viabilizada a partir de sementes trazidas por dispersores naturais como vento e animais, ou disponíveis na forma de banco no solo. Mesmo áreas que há muitos anos são utilizadas como pastagens, quando convertidas em cultivos florestais, oferecem a oportunidade de regeneração de espécies nativas e formação de floresta natural.

Esta característica do eucalipto, por exemplo, propiciar a regeneração natural a partir de um manejo com esse fim específico, possibilitou o seu uso, no estado do Paraná, no projeto “Implantação e manejo de florestas em pequenas propriedades no estado do Paraná”, que vem sendo executado, com sucesso desde 2008. A iniciativa tem por base um modelo formatado como um projeto de “Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL florestal” de recomposição da vegetação em áreas de reserva legal, utilizando o eucalipto como espécie facilitadora para o desenvolvimento das nativas. Ele facilita a regeneração natural e o crescimento de plantas no sub-bosque por protegê-las do sol intenso e formar um microclima favorável ao seu desenvolvimento. No total, 187 produtores rurais familiares estabeleceram 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.

O projeto foi iniciado com coordenação do Programa Paraná Biodiversidade da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), envolvendo a Embrapa Florestas, Emater, IAP, SEPL e SEAB. Atualmente, estas instituições dão continuidade aos trabalhos, realizando acompanhamento e avaliações anuais. As propriedades tinham menos de 30 hectares e, em cada uma, foram reflorestados de 1 a 5 ha.

O padrão de restauração florestal que se busca com o projeto é o encontrado por Oliveira et al. (2011) em área de três hectares, no próprio Arenito Caiuá, 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. Nessa área, 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 espécies nativas regenerados por hectare foi de 4.721, sendo 45% com altura entre 2 e 4 metros, 18% entre 4 e 8 metros e 3% acima de 8 metros. Esses valores significam que a floresta regenerada está em ótimas condições de diversidade e crescimento.

Nos povoamentos implantados pelo projeto acima mencionado, tem sido observada regeneração natural de muitas espécies com bom desenvolvimento de altura e DAP, o que garante a sobrevivência das mesmas aos períodos de seca comuns na região. O crescimento e produção dos eucaliptos foram avaliados em seis plantios, sendo que, em dois deles, foram avaliadas as espécies nativas. Observou-se a regeneração natural de 15 espécies com bom crescimento, o que deve garantir a sobrevivência das mesmas aos períodos de seca da região. Considerando que, no presente trabalho, as espécies concentram-se na faixa entre os eucaliptos e que essa faixa representa 26% de um hectare, os padrões de ocorrência de espécies e de número de árvores se assemelham nas duas pesquisas. Esse valor representa 28% do total de espécies encontradas por Oliveira et al. (2011), no mesmo município, e o número de árvores por hectare representa 26% do total de árvores encontradas no mesmo trabalho.

Concluiu-se que é plenamente viável esse modelo que concilia conservação ambiental e conservação genética de espécies ameaçadas ou em risco de extinção, garantindo a sobrevivência de populações locais dessas espécies, além de produção econômica e inclusão social, pois propicia acréscimos na renda a produtores rurais familiares pela venda de madeira de eucalipto. O projeto tem servido de modelo para várias regiões do Brasil.

Na literatura científica, vários autores (SARTORI, 2001; CARNEIRO, 2002; SARTORI et al., 2002; SAPORETTI JÚNIOR et al., 2003; NERI et al., 2005; AVILA et al., 2007; ONOFRE, 2009; SOARES; NUNES, 2013) têm destacado a regeneração natural e o crescimento de outras espécies arbóreas e arbustivas e sua manutenção como sub-bosque de florestas plantadas.

Tabarelli et al. (1993), juntamente com Silva Júnior et al. (1995), já afirmavam que as espécies florestais plantadas desempenham, em uma área, o mesmo papel desempenhado por espécies pioneiras. Viani et al. (2010), analisando estudos das duas últimas décadas, relatam que plantações florestais podem catalisar a regeneração natural em seu sub-bosque e, assim, contribuir para a conservação da biodiversidade. Esses autores analisaram 35 trabalhos (Anexo 2) e encontraram resultados que mostram que os plantios florestais comerciais podem apresentar uma concentração de biodiversidade, ao menos para certos grupos de organismos. Os trabalhos indicam que a riqueza, a densidade e a estrutura da regeneração natural, nessas condições, têm qualidade que varia em função 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.

De maneira geral, os estudos comprovam a possibilidade de utilização de plantios florestais comerciais como facilitadores da restauração de ecossistemas. Como destacado em Viani et al. (2010), há uma tendência mundial rumo à compreensão de que plantios florestais comerciais não sejam vistos apenas como áreas de produção florestal. Tais áreas, se manejadas adequadamente de modo a preservar o sub-bosque, podem funcionar como redutos de biodiversidade, pelo menos, para alguns grupos de seres vivos. Além de desfazer a ideia equivocada de que plantações florestais são, invariavelmente, “desertos verdes”, os estudos analisados remetem, inevitavelmente, ao potencial de utilização dos plantios homogêneos de espécies comerciais como técnica alternativa para a reabilitação de áreas degradadas e para a facilitação da restauração ecológica de florestas nativas.

Em trabalho que analisa a hipótese envolvendo a impossibilidade de permanência de qualquer espécie vegetal sobre a serrapilheira do pínus devido à “toxicidade” de suas acículas e estudando o efeito alelopático de extratos de acículas de *Pinus elliottii* na germinação e crescimento de plântulas de *Lactuca sativa*, Halmenschlager et al. (2010) verificaram que extratos provenientes de serrapilheira de mata de pínus parecem perder o poder alelopático negativo, permitindo o crescimento de radículas de alface.

Cunha (2012), analisando a composição florística amostrada em um povoamento de *E. citriodora*, com mais de 60 anos e sem distúrbio há 25 anos, no município de Colina, SP, concluiu que o povoamento proporcionou condições ambientais favoráveis para a regeneração das espécies nativas, principalmente, em sucessão secundária e em estágio inicial de regeneração.

Marinho et al. (2002) compararam a presença de formigas em eucaliptais de Bom Despacho, MG, em comparação com área de Cerrado. Foram coletadas 143 espécies de formigas, pertencentes a 37 gêneros, 23 tribos e seis subfamílias. Os eucaliptais apresentaram, em média, 52 espécies por área amostrada, enquanto, na área de vegetação nativa, ocorreram 67 espécies. Soares et al. (1998 citados por Marinho et al., 2002), também encontraram resultado semelhante e, segundo eles, em monoculturas como as plantações puras de eucalipto, a riqueza de espécies de formigas é menor. O estudo sugere que a riqueza específica não depende somente da complexidade dos ambientes estudados. Apesar da aparente pobreza do cultivo do eucalipto na

manutenção da diversidade em geral, o uso desse cultivo em corredores ecológicos pode ser útil como prática alternativa de manejo, no contexto do Manejo Florestal Sustentável, que considera a paisagem, além das situações locais.

Por outro lado, o uso de um sistema de manejo adequado em plantio de pínus, com a manutenção de vegetação secundária entre as linhas de plantio, propiciou um aumento de 17 vezes na população de inimigos naturais, contribuindo para o programa de controle biológico de pulgões-gigantes do pínus no estado do Paraná (IEDE, 2002).

CAPÍTULO V – PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS NO CONTEXTO DA PAISAGEM

1. INTRODUÇÃO

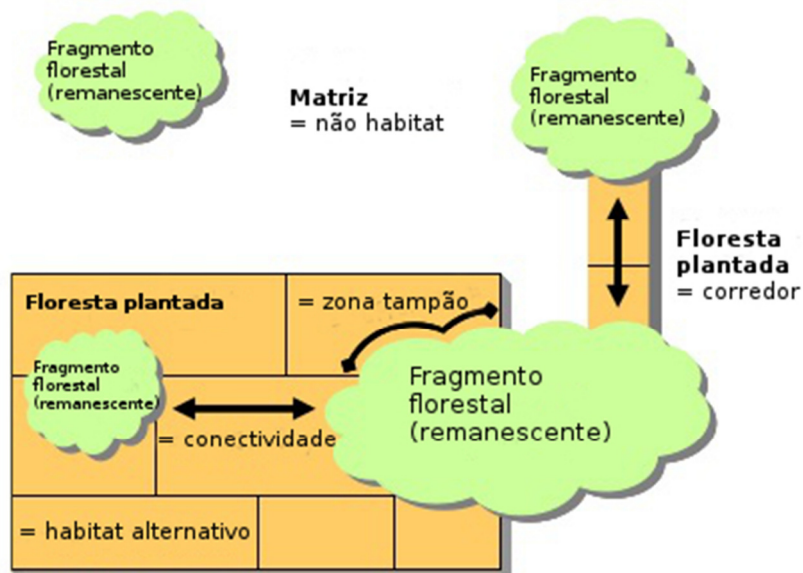
A proposta do presente capítulo é a de considerar os aspectos anteriormente mencionados, como solo, água e biodiversidade, que, evidentemente, são peculiares da paisagem em que estão inseridos, para analisar a relação das plantações florestais com o ambiente de forma mais ampla que o contexto da propriedade. Inclui a interseção entre o setor florestal e a agricultura, representada pelos sistemas agroflorestais.

2. AS PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A ESCALA DE PAISAGEM

Até alguns anos atrás, remanescentes florestais nativos, principalmente, em regiões densamente povoadas, eram vistos como ilhas de habitat, incrustadas em uma matriz inóspita de áreas inabitáveis pela fauna e flora locais (BROCKERHOFF et al. 2008). A tendência, atualmente é a de considerar de que alimentos e refúgio podem ser encontrados ao longo de gradientes da “matriz” (FISCHER; LINDNMAYER, 2007). Alguns modelos de matriz podem, inclusive, ser benéficos para a mitigação dos efeitos da fragmentação. Inúmeras pesquisas têm mostrado que florestas plantadas de eucalipto, por exemplo, são importantes em relação à conectividade entre fragmentos florestais. Isso é devido ao fato de que os povoamentos de eucalipto podem, de acordo com Cunha (2012), abrigar um grande número de aves, morcegos, invertebrados e répteis, servindo, também, como poleiros vivos para a avifauna. O autor se baseou em resultados publicados por outros autores como Calegario (1993), Silva Júnior et al. (1995), Wunderle (1997), Nappo et al. (2004) e Neri et al. (2005).

A matriz de paisagem pode complementar recursos, permitir ou até facilitar a dispersão entre fragmentos isolados e diminuir os efeitos dos regimes de alterações, permitindo a implementação de zonas tampão em torno dos fragmentos contra as consequências indesejáveis do efeito de borda (Figura 5.1). Analisando um caso brasileiro Nascimento et al. (2010), considerando os efeitos de borda, decorrentes do isolamento e das alterações microclimáticas subsequentes, como uma das mais importantes ameaças à conservação de fragmentos florestais, avaliaram a eficácia da manutenção de uma barreira formada por três linhas de eucaliptos ao longo da borda de um fragmento de floresta subtropical estacional semidecidual, circundado por eucaliptocultura. Concluíram que a barreira de eucalipto se mostrou eficaz ao amenizar o microclima, proporcionando redução global de 35% na luminosidade incidente sobre o solo na borda do fragmento e redução média de 1 °C na temperatura do ar, além de elevar em 3,4% a umidade relativa. Ademais, os autores observaram que a barreira foi eficaz também na prevenção dos impactos mecânicos sobre a vegetação nativa, evitando danos às árvores adultas e preservando o estrato regenerante junto à borda do fragmento florestal. Na ausência da barreira, o estrato regenerante foi reduzido a menos de 20% da densidade e 50% da riqueza das espécies. Para os autores, a barreira de eucaliptos é importante como um meio eficaz de minimizar os impactos mecânicos das operações silviculturais e, sobretudo, amenizar as condições microclimáticas ao longo da borda de fragmentos florestais, com destaque para a redução da luminosidade incidente no sub-bosque.

Também no caso brasileiro, pode-se afirmar que, geralmente, os novos plantios das grandes empresas florestais estão sendo organizados na forma de mosaicos, ou seja, com a floresta plantada entremeada por floresta natural e, ainda mais, respeitando-se as áreas de preservação, as matas nativas, mananciais hídricos e áreas impróprias. Isso, na média, tem levado a situações em que o eucalipto, por exemplo, representa menos da metade da área total do estabelecimento. Nos plantios do programa de Pousaça Florestal ou Fomento Floresta, a área com eucalipto chega a, no máximo, 20 % da área da propriedade.



Modelo de paisagem "corredor-fragmento-matriz" mostrando um exemplo de paisagem altamente fragmentada com perda de cerca de 85% da floresta natural e cerca de 20% da floresta plantada. Modificado de Brockerhoff; Jactel; Parrotta; Quine e Sayer (2008)

Fonte: Modificado de Brockerhoff et al. (2008)

Figura 5.1 – Modelo de paisagem “corredor-fragmento-matriz”.

Métricas de paisagem, estudadas há muito tempo para explicar as conexões entre diferentes usos/cobertura da terra, têm sido, mais recentemente, consideradas nas análises dos efeitos das florestas plantadas sobre a paisagem. Entre as métricas consideradas, está o conceito de conectividade, levando à lógica dos corredores de biodiversidade.

Vários autores, entre eles um dos precursores da Ecologia de Paisagem, Forman (1995), mas também Lindenmayer e Franklin (2002) e Brockerhoff et al. (2008), têm se debruçado sobre a análise que considera as plantações florestais como um importante elemento de grande importância para a dispersão da fauna, na lógica da conexão entre os diferentes componentes da paisagem. Entretanto, um dos fatores que mais tem chamado a atenção seria a implantação e manutenção de corredores de vegetação nativa ao longo de áreas ripárias, o que tem sido, frequentemente, obedecido pelo setor de florestas plantadas, permitindo que se afirme que tais paisagens são mais amigáveis que ambientes em que apenas a agricultura tradicional impera.

Há um acúmulo de evidências que suportam a associação entre cultivos florestais e a provisão de serviços e benefícios ambientais como parte de uma paisagem multifuncional. Esse papel multifuncional foi enfatizado tanto pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005) como pela Avaliação Internacional da Ciência e Tecnologia Agrícola para o Desenvolvimento (INTERNATIONAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL KNOWLEDGE, SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT, 2009). Se planejadas e manejadas adequadamente, apresentando diferentes finalidades, paisagens produtivas podem suportar não só a produção de alimentos e fibras, mas também grande variedade de serviços sem valor no mercado convencional, como conservação de biodiversidade, regulação da água e do clima (VERBURG et al., 2009, BARAL et al., 2013).

A literatura apresenta resultados de quantificação dos benefícios ambientais de florestas plantadas, no que se refere ao papel das florestas na conservação da biodiversidade em paisagens tropicais, ao aumento da fertilidade do solo, ao potencial de armazenamento de carbono no solo e na vegetação (KIRBY; POTVIN, 2007; WINK et al., 2013; BARAL et al. 2013).

O tipo, a intensidade e o arranjo espacial do uso e manejo da terra afeta diretamente o tipo e a quantidade de SAs produzidos em agroecossistemas (GOLDSTEIN et al., 2012; RAUDESEPP-HEARNE et al., 2010). A Figura 5.2 ilustra a relação entre mudanças no uso e manejo da terra e a provisão de SAs. A provisão de SAs pela vegetação natural é significativamente reduzida com a conversão para pastagens. Em contraste, conversão de pastagens para florestas manejadas aumenta a provisão da maioria dos SAs. No entanto, se comparadas com a condição inicial, há uma perda significativa deles. Obviamente, o fluxo de SAs varia de acordo com o regime de rotação e o nível de intensidade dos cultivos. Por isso, a avaliação e a análise de *trade-offs* (perdas e ganhos) entre os múltiplos SAs, submetidos a diferentes estratégias de manejo florestal, são importantes nos processos de planejamento e tomada de decisão.

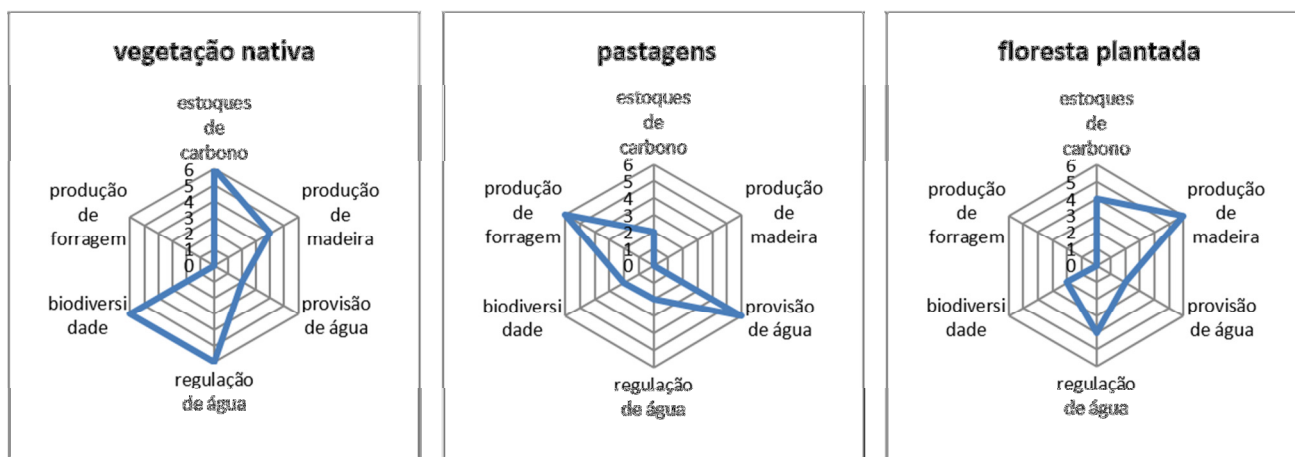


Figura 5.2. Impactos de mudanças nos padrões de uso e manejo da terra sobre a provisão de Serviços Ambientais (baseado em Baral et al. 2013 e Koschkea et al., 2013).

3. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E SUA INTERSEÇÃO, NA PAISAGEM, COM A AGRICULTURA, VISANDO A PRODUÇÃO DE MADEIRA E ALIMENTOS

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são uma forma conciliadora entre a produção florestal e a produção de alimentos. Alguns SAFs podem, inclusive, ser postos a favor de serviços de recuperação de áreas degradadas por mau uso agrícola. Muitos deles são utilizados como ferramenta para fornecimento de adubo verde para as espécies florestais ou, mesmo, para fornecimento de adubação verde.

Por terem uma grande estabilidade na oferta de produtos ao longo do ano, os SAFs vêm sendo amplamente adotados, inclusive, em propriedades de fomentos florestais existentes no Brasil. Em 2014, 17,8 mil famílias foram beneficiadas por programas de fomento em todo Brasil (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2015).

Ao associar atividades agrícolas e/ou pecuárias com espécies florestais arbóreas, os SAFs se mostram, além de um sistema de produção de elevado grau de sustentabilidade, um grande produtor de alimentos. Existem casos de sucesso em todo o país, sendo um dos mais antigos o caso dos japoneses de Tomé-Açu, na Amazônia brasileira.

Esses sistemas possibilitam fácil recuperação da fertilidade dos solos, fornecimento de adubos verdes, controle de pragas e de ervas daninhas, diversificação da produção. Por isso, promovem uma maior estabilidade na oferta de produtos ao longo do ano, obtenção de alimentos, extração de madeira (para energia e como lenha no cozimento de alimentos) e cultivo de plantas medicinais (CARVALHAES, 2013).

Os SAFs não se tratam de uma tecnologia recente. Nos anos 1950, descendentes de imigrantes japoneses procuravam uma solução para os monocultivos da pimenta-do-reino, dizimados pela fusariose, doença causada por fungo (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) detectado no solo nas plantações de pimenta do Pará. Os primeiros SAFs foram implantados na década seguinte em Tomé-Açu. Desde então, o município possui extensas coberturas agroflorestais que dominam a paisagem. Inspirados nos quintais produtivos dos ribeirinhos, no conhecimento tradicional e na biodiversidade da Floresta Amazônica, os agricultores plantaram espécies frutíferas e florestais, a começar pelo cacau, dentro dos pimentais decadentes.

Os sistemas agroflorestais, em alguns locais, são altamente diversificados tanto pelo uso de inúmeras espécies industriais, como pelo consórcio com culturas alimentares como melão, melancia, arroz, feijão, mandioca, milho, entre outros.

Em relação a um provável avanço das plantações florestais sobre as áreas próprias para a agricultura, levantando-se os dados do número de hectares destinados ao plantio dos principais produtos agrícolas brasileiros, percebe-se que a área destinada à produção dos mesmos cresceu de 55 milhões de hectares para 65 milhões de hectares entre os anos de 2006 e 2013, por exemplo (Figura 5.1). Isso mostra que o crescimento da silvicultura, no período, que foi de apenas 1,6 milhão de hectares, não teve reflexos negativos sobre a área destinada à agricultura. Mesmo que se tentasse imputar ao setor de plantação florestal a diminuição de área plantada em lavouras, isso não teria nexos, uma vez que essa diminuição de área foi da ordem de 1,5 milhão de hectares, enquanto que o crescimento em áreas de plantações florestais, nos estados do Maranhão, Piauí e Bahia, foi apenas de cerca de 228 mil hectares. A verdade é que o crescimento das plantações florestais tem ocorrido em razão da ocupação de áreas degradadas, principalmente, naquelas de pastagens.

TABELA 5.1 - Principais produtos alimentícios e florestais durante o período de 2006 a 2013.

Principais Culturas	Ano	Brasil	N	NE	SE	S	CO
		Área plantadas em hectare					
Arroz (ha)	2006	3.010.169	468.667	734.917	121.636	1.237.700	447.249
Arroz (ha)	2013	2.386.821	284.673	577.171	40.734	1.268.225	216.018
Milho (ha)	2006	12.997.372	549.711	2.868.118	2.430.792	4.685.004	2.463.747
Milho (ha)	2013	15.708.367	529.773	2.271.904	2.130.727	4.532.480	6.243.483
Feijão (ha)	2006	4.243.474	174.862	2.348.447	649.807	850.652	219.706
Feijão (ha)	2013	3.041.299	117.228	1.361.226	552.779	634.310	375.756
Mandioca (ha)	2006	1.974.419	496.044	954.050	136.572	292.779	94.974
Mandioca (ha)	2013	1.560.263	506.927	591.555	136.780	257.393	67.608
Trigo (ha)	2006	1.771.519	0	0	61.764	1.646.620	63.135
Trigo (ha)	2013	2.225.401	0	0	74.678	2.135.982	14.741
Cana de açúcar (ha)	2006	6.390.474	23.990	1.134.645	4.155.564	483.246	593.030
Cana de açúcar (ha)	2013	10.223.043	53.790	1.203.803	6.495.560	683.531	1.786.359
Soja (ha)	2006	22.082.666	517.943	1.488.313	1.665.966	8.131.849	10.278.595
Soja (ha)	2013	27.948.605	925.707	2.327.374	1.764.172	10.011.694	12.919.658
Café (ha)	2006	2.331.560	193.801	166.382	1.843.795	100.319	27.263
Café (ha)	2013	2.094.257	107.926	170.690	1.721.887	64.964	28.790
Total lavouras 2006	2006	54.801.653	2.425.018	9.694.872	11.065.896	17.428.169	14.187.699
Total lavouras 2013	2013	65.188.056	2.526.024	8.503.723	12.917.317	19.588.579	21.652.413
Plantações Florestais*	2006	3.862.546	188.180	633.457	2.305.070	376.494	331.854
Plantações Florestais*	2013	5.473.176	327.957	861.273	2.636.432	624.264	1.007.593

*Há uma diferença de valores entre o total e a soma das regiões em função da agregação dos dados dos estados de áreas pequenas com plantações florestais que não permite a diferenciação por regiões.
Tabela elaborada por Moacir José Sales Medrado a partir de dados do IBGE (2013b) e de Anuário Estatístico ABRAF (2013) - adaptado por Pöyri Consultoria.

4. AS ESPÉCIES DO GÊNERO *Pinus* sp. E SEU POTENCIAL INVASOR

A maior concentração de plantios de *Pinus* sp. encontra-se nos 3 estados do Sul do Brasil, sendo que no Paraná e Santa Catarina, sua área plantada supera a área com *Eucalyptus* sp e, no Rio Grande do Sul, há uma proporção aproximada de 65% (*Eucalyptus* sp.) e 35% (*Pinus* sp.). Nos demais estados brasileiros, como São Paulo e Minas Gerais), os plantios com *Eucalyptus* sp. ocupam uma área, substancialmente, maior que os plantios com o gênero *Pinus* sp. Tal fato demonstra a fragilidade da Região Sul brasileira com relação a possíveis restrições legais ao plantio com o gênero *Pinus* sp. A alta produtividade, a capacidade de adaptação e baixa exigência nutricional e hídrica, historicamente, levou os produtores de madeira a plantar espécies do gênero *Pinus* sp. e isso tem colocado essas espécies em uma posição de destaque nos programas de plantios, tanto entre as grandes empresas florestais como entre os pequenos proprietários rurais. O setor produtivo florestal no Sul do país possui destaque nacional e mundial, principalmente na produção de pinus, que supre um mercado interno e externo para produção de laminados, compensados, móveis, portas e janelas, painéis MDF e outros produtos. Adicionalmente, a resinagem do *Pinus elliottii* em plantios no litoral do estado do Rio Grande do Sul é uma importante atividade econômica. Além de agregar valor, dá cunho altamente social aos plantios, pela utilização direta de mão de obra. No Brasil, são produzidas cerca de 100 mil toneladas/ano de resina extraída em mais de 45 milhões de árvores, gerando emprego direto para 12 a 15 mil pessoas, reforçando o benefício social dos plantios. No Rio Grande do Sul, são produzidas cerca de 22 mil toneladas

de resina/ano, a partir da qual são obtidos o breu e a terebintina, que apresentam aplicação em larga escala na indústria química.

As espécies do gênero *Pinus* são tidas como espécies exóticas invasoras. Primeiramente, é interessante considerar o conceito de exótica: qualquer espécie, incluindo suas sementes, ovos, esporos ou outro material biológico capaz de propagar tal espécie. Outros termos são usados como sinônimos de espécie exótica, tais como “não nativa”, “não indígena”, “introduzida” e, em inglês, “alien – alienígena”, termo adotado nos EUA pela “Executive Order 13112 of February 3, 1999”. Cunhou-se também a sigla IAS – “Invasive alien species”. Ao longo do século XX, a palavra alienígena passou, cada vez mais, a designar qualquer ser vivo, inteligente ou não, proveniente de outro planeta, devido ao seu uso em obras de ficção do cinema e da literatura. Esse significado foi incorporado à cultura popular e à língua oficial.

Na sequência, atente-se para o conceito de organismo invasor: são espécies exóticas cuja introdução em um ecossistema, no qual é espécie “não nativa”, pode causar danos, ecológicos ou aos seres humanos. No caso do gênero *Pinus*, entende-se tal conceito pelo potencial das mesmas em modificar os sistemas naturais.

Manejo e controle da dispersão do pínus fora das fronteiras dos reflorestamentos

Dispersão sobre os diferentes usos/cobertura da terra: considera-se que alguns ambientes são aparentemente mais suscetíveis à invasão ou colonização por uma espécie do que outros. A contaminação biológica por *Pinus* pode ocorrer em ecossistemas abertos, como campos e, principalmente, em áreas degradadas pelo homem. Richardson e Bond (1991) analisaram 53 casos de invasão por *Pinus*, verificando que 53% ocorreram em comunidades herbáceas, 23% em áreas de solos expostos, 11% em campos de cultivo abandonados, 9% em comunidades herbáceo-arbustivas, 8% em comunidades arbustivas e 8% em áreas florestais. Segundo Richardson e Higgins (1998) os ambientes mais susceptíveis à invasão por *Pinus*, em ordem crescente, são solos expostos, dunas, campos naturais, vegetação arbustiva e florestas. Bognola et al. (no prelo) aplicaram 800 sementes (4 repetições) de *Pinus taeda*, pré-germinadas em laboratório da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em diversos ambientes onde havia diferenças significativas em relação à presença de luminosidade que incidia na superfície do solo. Esses ambientes, por conseguinte, proporcionaram condições diferenciadas de germinação e desenvolvimento das plântulas em suas superfícies, onde se constatou que em ambientes com pouca incidência de luminosidade, tais como: Capoeirão e Mata preservada, não houve sobrevivência de nenhuma semente pré-germinada e liberada na superfície desses locais.

Manejo da regeneração natural do *Pinus*: Existem vários trabalhos pontuando que a remoção das mudas ou árvores jovens de *Pinus* é fácil e econômica, não havendo rebrota, se o corte for feito até 10 cm do solo. No estado do Rio Grande do Sul, onde existe legislação específica sobre o assunto, desde 2012, está sendo divulgada a cartilha “Controle da Dispersão do *Pinus*”, por iniciativa do “Fórum Florestal do RS”. Na mesma, são descritas, passo a passo, as medidas comprovadas de controle da dispersão das espécies de *Pinus*. Outra iniciativa também para atingir o grande público é a cartilha “Manejo de plantios de *Pinus* – Gestão Ambiental”, de iniciativa da ONG-Amigos da Floresta, da Associação Riograndense de Reflorestadores - Ageflor e do Programa Competpinus. Assim, defende-se que a sustentabilidade da cadeia produtiva com base em *Pinus* deve atender aos princípios de viabilidade econômica, justiça social, e adequada gestão ambiental. A gestão ambiental dos plantios diz respeito à adoção de medidas preventivas e de redução de impacto das atividades sobre os recursos naturais diminuindo os riscos que comprometem a sustentabilidade do negócio.

Advoga-se a importância de adotar práticas relacionadas ao “bom manejo”, por meio de: a) respeito à Legislação; b) controle da dispersão; c) restauração ambiental; e d) monitoramento.

Oliveira et al. (2015) analisaram dados do Inventário Florestal Nacional do Brasil, com parcelas instaladas em parte dos três estados do Sul do país. O objetivo foi o de buscar evidências da presença de espécies de *Pinus* sp. e *Holvenia dulcis* (uva-do-japão), como integrantes das florestas nativas da região, no contexto da "contaminação biológica". Seguiu-se o conceito de espécies exóticas introduzidas, adaptadas com a vegetação nativa e capazes de provocar mudanças naturais nos ecossistemas. A amostragem do IFN-BR utilizada no estudo corrobora os resultados encontrados por outros autores, de que espécies de *Pinus* plantadas no Sul do Brasil não são caracterizadas como espécies invasoras de formações florestais nativas, com uma densidade menor do que 0,1 árvore por hectare, quando presente, principalmente, na borda dos fragmentos florestais nativos. É importante mencionar que, muitas vezes, os povoamentos de *Pinus* sp. são implantados perto de remanescentes florestais, estabelecendo-se uma zona de transição com árvores de ambos os uso / cobertura da terra.

5. A ACÁCIA-NEGRA (*ACACIA MEARNSII*) E SEU POTENCIAL INVASOR

A acácia-negra (*Acacia mearnsii*) foi estabelecida há mais de 80 anos no estado do Rio Grande do Sul. Na cadeia da Acacicultura, cerca de 80% da produção têm origem em pequenas propriedades e envolvem cerca de 40 mil famílias de pequenos e médios produtores rurais, que têm no cultivo dessa espécie uma alternativa de diversificação do uso da propriedade e de obtenção de renda. O plantio de acácia-negra é um exemplo do aspecto social da atividade florestal nas pequenas propriedades. A área plantada com acácia-negra no Rio Grande do Sul é de 140 mil ha, produzindo madeira para fabricação de cavacos, geração de energia e de casca para extração de tanino vegetal, este dando origem a diversos produtos na indústria química desenvolvidos a partir da casca da acácia negra, produzindo algumas dezenas de derivados, entre os quais, condicionadores de lama para perfuração de poços de petróleo, redutores de viscosidade de massas cerâmicas, cupinícidas, bactericidas, clarificador de açúcar, adesivos para madeira aglomerada, compensada, MDF e papelão, coagulantes e floculantes para tratamento de águas de abastecimento e de efluentes industriais, e extratos vegetais para curtimento de couro e peles. Dos aproximadamente 4.200.000 m³ estéreos (empilhados) de madeira de acácia-negra produzidos por ano no Rio Grande do Sul, parte é exportada para a produção de celulose, parte abastece as fábricas de chapas e celulose no estado e a maior parte dessa madeira é direcionada para a produção de carvão vegetal. Recentemente a TANAC instalou no município de Rio Grande a maior unidade industrial de *pellets* de madeira da América do Sul para início de exportação em 2016.

Recentemente surgiram questionamentos com relação ao potencial invasor da espécie. Alguns estudos já foram realizados, entre os quais o de Mochiutti et al. (2007), que analisaram a presença espontânea da espécie em diversos ambientes e concluíram que a invasão da acácia-negra esteve relacionada ao grau de perturbação do solo, ou seja, em ambientes pouco perturbados, como o banhado, campo nativo e APP sem uso recente, verificou-se menos de 11 plantas/0,1 ha.

CAPÍTULO VI – PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A MITIGAÇÃO NA MUDANÇA DO CLIMA

1. INTRODUÇÃO

Mitigação e adaptação são as principais respostas às mudanças climáticas. Enquanto a primeira trata da causa, a segunda trata dos impactos. No setor florestal, adaptação abrange práticas de manejo voltadas a diminuição da vulnerabilidade das florestas com relação às alterações climáticas e intervenções para diminuir riscos das populações às mudanças do clima.

Estratégias de mitigação do setor florestal podem ser agrupadas em quatro categorias principais: redução de emissões por desmatamento; redução de emissão por degradação florestal, aumento da capacidade de armazenamento de carbono e substituição de produtos.

2. A IMPORTÂNCIA DO USO DA MADEIRA EM SUBSTITUIÇÃO A OUTROS PRODUTOS

A substituição de outras formas de matéria prima ou insumo por produtos madeireiros refere-se ao uso de madeira em vez de combustível fóssil para geração de energia, uso da madeira no lugar de cimento, aço e alumínio cuja produção envolve a emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa.

Apesar das limitações dos dados, é evidente que o abastecimento de madeira (particularmente, madeira em tora) está mudando de florestas naturais para plantações florestais comerciais. Prevê-se, assim, que as plantações florestais comerciais irão contribuir cada vez mais para o mundo, com o fornecimento de madeira, fibra, combustível e produtos florestais não madeireiros usados na alimentação, e que essa mudança pode reduzir a pressão sobre as florestas naturais.

O impacto desta evolução nos mercados de madeira e conservação ambiental deve ser considerado pelos formuladores de políticas, planejadores e gestores florestais. Dentro do segmento de plantios florestais comerciais, medidas de mitigação voltadas ao aumento de capacidade de armazenamento do carbono são voltadas para o uso da madeira e práticas silviculturais, especialmente, as direcionadas ao balanço positivo de carbono no solo.

3. BOAS PRÁTICAS NA SILVICULTURA DE PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS

Com relação ao aumento da capacidade de armazenamento de carbono, dois dos grandes avanços, nos últimos 30 anos na silvicultura brasileira, foram: a eliminação da queima para limpeza da área para plantio e a adoção de técnicas para melhor conservação de solos, culminando na implementação de sistemas de preparo com perturbação mínima do solo (FAO, 2013a).

O preparo reduzido ou cultivo mínimo permite que, ao longo do tempo, acúmulo de carbono possa ser verificado em áreas florestais, devido as menores taxas de mineralização da matéria orgânica. O solo representa o maior e mais recalcitrante reservatório de carbono dos ecossistemas terrestres, estocando mais carbono, se comparado com a biomassa e a atmosfera combinados (PALMROTH et al, 2006).

O carbono é encontrado no solo como componente prevalecte da matéria orgânica (50-58%) e está relacionado ao ciclo de nutrientes, emissão de gases de efeito estufa (incluindo dióxido de carbono) e é, portanto, relacionado à vida do solo, fertilidade e funcionamento dos ecossistemas (FAO, 2013b; FRANZLUEBBERS, 2010).

Hartemink et al. (2014) comentam que o papel do carbono orgânico do solo (SOC) na manutenção das condições do solo e seus serviços resultantes são bem estabelecidos. O número de artigos técnico-científicos publicados sobre o assunto vem aumentando consideravelmente, diferentemente, do que foi observado até a década de 1980, quando a relação entre solos e alterações climáticas foi notada. Percebeu-se que os solos desempenham um papel fundamental como dreno e fonte de gases com efeito de estufa.

Outra estratégia de mitigação, a redução do desmatamento, ganhou grande atenção do país pelo impacto direto sobre a emissão de gases de efeito estufa (GEE). No passado, a maioria das áreas desmatadas foi usada para cultivo agrícola e, em seguida, como pastagem, em muitos casos, mal manejadas e, conseqüentemente, abandonadas. Esse processo resultou em grandes perdas de carbono, na forma de dióxido de carbono, para atmosfera. Alternativamente, pastagens bem manejadas e adequadamente fertilizadas podem ser largamente produtivas e resultar em acúmulo de C, com remoção de CO₂ da atmosfera.

4. ESTOQUE DE CARBONO EM FLORESTAS

A substituição da vegetação nativa por pastagens ou outros usos, incluindo plantios florestais comerciais, vem aumentando em todo o mundo. Além das alterações no estoque de carbono na vegetação, também se percebe alterações nos estoques de carbono do solo, principalmente, devido às mudanças na qualidade e quantidade de biomassa vegetal aportada ao solo. No caso de plantações florestais comerciais, embora o potencial de mitigação de carbono seja evidente, quando comparado a sistemas agrícolas, o tema é complexo e depende de um grande número de variáveis, nem sempre de fácil análise.

Solos degradados tem estoque de carbono orgânico abaixo do seu potencial de armazenamento e, portanto, práticas de manejo podem aumentar esse estoque através do sequestro de carbono (LAL, 2004, 2005). Spiotta e Sharma (2013) revisando trabalhos na área concluíram que o clima explica a maior variabilidade de carbono em solos de plantações florestais em regiões tropicais, o que possivelmente está relacionado ao potencial de aporte de biomassa. As variáveis ambientais foram mais importantes que o uso prévio da terra e o teor de C diferiram em profundidade em função da cobertura florestal. Outro trabalho de revisão feito por Liao et al. (2010), analisando 86 experimentos de comparação entre C no solo de plantações florestais e suas áreas adjacentes de florestas naturais, apontou a mesma tendência em todos os resultados, sendo o fator clima a causa da maioria das diferenças encontradas. O teor de C observado no solo foi menor em todas as plantações, independente da região e em todos os diferentes grupos de idade, espécies, tratos silviculturais. Diferenças entre grupos de idade semelhante, coníferas e folhosas, introduzidas e nativas, histórico de uso da terra e práticas silviculturais não foram consideradas relevantes. Os autores argumentam sobre o cuidado da substituição das florestas naturais por plantações como uma medida de mitigação das mudanças climáticas.

Eclesia et al. (2012), analisando uma série de experimentos de campo e uma síntese da literatura sobre como o conteúdo de carbono orgânico no solo é afetado pelos diferentes usos do solo em transição, verificaram que as mudanças são independentes da vegetação nativa inicial (floresta, pastagem, ou savanas), mas fortemente dependentes das características da nova vegetação (plantações de árvores ou pastagens), idade, e precipitação. As plantações florestais aumentaram os estoques de carbono orgânico, principalmente, em locais áridos, mas diminuíram nos úmidos. No entanto, as perdas nos locais úmidos foram contrabalançadas pelo efeito da idade das plantações, ou seja, plantações mais velhas aumentaram seus estoques de carbono orgânico.

5. DIFERENTES ESPÉCIES FLORESTAIS, DIFERENTES USOS DA TERRA E O BALANÇO DE CARBONO

A espécie usada no reflorestamento também pode influenciar no balanço de carbono orgânico no solo. Sang et al. (2013), comparando plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus urophylla*, florestas secundárias e pastagens em gradientes de solo e clima no Vietnã, concluíram que o reflorestamento adequado melhora a fertilidade do solo e promove o sequestro de carbono em terras tropicais degradadas, e que florestas secundárias não manejadas são eficazes na melhoria da fertilidade do solo e no sequestro de carbono a baixo custo.

Cook et al. (2014), analisando conversão de pastagens para plantações florestais no Sudeste do Brasil encontraram carbono do solo orgânico semelhante sob pastagem e plantações de pinus, e sem correlação significativa entre a biomassa acima do solo ou da produtividade e carbono do solo.

Zinn et al. (2002), analisando os efeitos do reflorestamento no Cerrado no carbono orgânico do solo e serapilheira, observaram variações em relação ao tipo de solo e espécie com perdas de carbono mais acentuadas na profundidade 0-5 cm nos primeiros anos após implantação atribuído ao preparo de solo.

Todos estes resultados devem ser considerados na elaboração de estratégias para aumentar o armazenamento de carbono no solo.

Segundo Le Mer e Roger (2001) a emissão de metano pelos solos é resultado da atividade microbiana. O metano é produzido nas zonas anaeróbias de solos alagados por microrganismos metanogênicos e é oxidado em CO₂ por metanotróficos nas zonas aeróbias de solos. De acordo com Thompson et al (1992), o aumento da temperatura global poderia ser reduzido em 25%, se as emissões de CH₄ fossem estabilizadas. Neste sentido, solos florestais têm expressiva contribuição na redução das emissões de metano. Estudo de trocas gasosas de CO₂, N₂O e CH₄ em áreas adjacentes de pastagens, floresta nativa e reflorestamento com *Pinus radiata* e *Eucalyptus globulus* na Austrália evidenciaram que a absorção de CH₄ na pastagem foi de 17% daquela medida na floresta nativa, enquanto que o reflorestamento com pinus ou eucaliptos aumentou a absorção de CH₄ em 32% e 43% respectivamente quando comparada a floresta nativa (LI VESLEY et al., 2009).

No sul do Brasil, Veloso (2014) observou absorção de metano em solos sob plantios de *Pinus taeda*, mesmo sendo de menor grandeza quando comparado à floresta nativa adjacente (estágio intermediário de sucessão) é bastante expressivo, com taxas de 3 kg de C-CH₄ ha⁻¹ ano⁻¹. Nesses plantios, os estoques de carbono aumentaram com o uso florestal.

O potencial de solos florestais de estocar carbono e atuar como dreno de metano reside, principalmente, na capacidade de mudar as práticas de uso da terra. Técnicas adequadas de fertilizantes, práticas conservacionistas e conversão de áreas degradadas podem ser grandes aliadas no combate à mudança do clima. Os dados mencionados anteriormente são claros na demonstração do potencial do setor de plantios florestais comerciais para essa finalidade. Além dos aspectos abordados anteriormente, a substituição de aço ou concreto por madeira na construção pode salvar até 0,5 toneladas de CO₂ por metro quadrado de construção durante a vida útil do edifício. Casas e móveis de madeira podem manter o carbono fora da atmosfera por períodos de até um século ou mais, uma vez que cada metro cúbico de madeira armazenada sob a forma de produtos de madeira contém aproximadamente 0,9 toneladas de CO₂, e resíduos para substituir combustíveis fósseis podem economizar 1,1 toneladas de CO₂ por tonelada de madeira utilizada (BONAN, 2008). Embora esses usos da madeira, como estoque de carbono, sejam temporários e apresentem menor potencial de mitigação quando comparados ao potencial de conservação de florestas, ao mesmo tempo, desempenham papel de grande relevância quando a origem é plantios florestais comerciais, uma vez que diminuem a pressão sobre os remanescentes nativos.

Metas brasileiras para a redução dos gases de efeito estufa

A serem apresentadas nas Conferências das Partes sobre Mudanças Climáticas (COP-21), a presidente Dilma Rousseff anunciou à ONU que a meta do Brasil é reduzir em 37%, até 2025, e 43%, até 2030, a emissão de gases do efeito estufa. A proposição foi feita a INDC (Intended Nationally Determined Contributions) no contexto das chamadas “Contribuições Nacionalmente Determinadas Pretendidas”. Os objetivos serão alcançados: a) com o desmatamento ilegal zero até 2030; b) reflorestamento ou restauração de 12 milhões de hectares; c) recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas; e d) implantação de 5

milhões de hectares de integração lavoura-pecuária-floresta. Na área de energia, o governo mantém o compromisso de ter 45% de fontes totais renováveis. Pretende-se também manter 66% de fonte hidrelétrica e 23% de renováveis como solar, eólica e biomassa. A participação do etanol será de 16%.

A Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura reconhece avanços no conjunto de contribuições anunciadas pelo governo brasileiro via INDC, mas salienta uma necessária interação entre sociedade e governo para acompanhamento de métricas e de mecanismos de implementação.

CAPÍTULO VII – PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS, A CERTIFICAÇÃO E OS DIÁLOGOS SETORIAIS

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo aborda a relação do setor de plantações florestais comerciais com organizações nacionais e internacionais, seja pelo lado da sua interação com o ambiente e a sociedade, por meio dos processos que levam à certificação, ou, também, por outra forma de contato com a sociedade, por meio de mecanismos na lógica do diálogo entre protagonistas que, aparentemente, possuem agendas tão diferentes que parecem inconciliáveis. Também menciona os diferentes fóruns de discussões setoriais, mecanismos de grande importância para oportunizar aos líderes nacionais e/ou internacionais do setor florestal uma plataforma e processo multilateral de diálogo contínuo.

2. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E A CERTIFICAÇÃO

Os fatores econômicos são os de maior visibilidade em uma organização, no entanto, a competitividade dela não depende apenas desse componente, mas também de uma conduta socialmente valorizada, o que permitirá o aumento de sua robustez e legitimidade, garantindo sua sobrevivência também sob a ótica socioambiental. As pressões da sociedade sobre as plantações florestais têm sido maiores que as exercidas sobre as atividades agropecuárias, protagonizando uma relação em algumas situações conflituosas, entre o setor e parte da sociedade civil organizada. O bom senso vem gerando um sentimento de que o desenvolvimento socioeconômico não poderá prescindir dos produtos das florestas plantadas, devendo acontecer dentro do limite da “sustentabilidade negociada” a partir de diálogo proativo com a sociedade.

Uma das primeiras respostas do setor de plantações florestais às demandas da sociedade foi a certificação. Essa ação acompanhou o movimento do setor de agroalimentares, onde a diversidade de produtos e os problemas contemporâneos de segurança alimentar levaram à necessidade de certificação. Por certificação florestal deve-se entender tanto a certificação do manejo florestal como a certificação da origem do produto florestal, também chamada cadeia de custódia (ou rastreabilidade), significando que todas as etapas do processo de manufatura do produto final foram monitoradas. A certificação do manejo florestal pode ter como objeto tanto florestas naturais como florestas plantadas.

O início desses processos ocorreu devido, principalmente, a pressões de mercados e também de diferentes segmentos da sociedade, que reivindicavam iniciativas relacionadas à conservação dos ecossistemas. Tal demanda levou empresas do setor florestal a considerar como imprescindível a necessidade de certificação. Assim, em 1996, algumas associações do setor, instituições de ensino e pesquisa, organizações não governamentais e alguns órgãos do governo passaram a desenvolver esforços no sentido de criar um programa voluntário denominado Cerflor - Programa Brasileiro de Certificação Florestal, reconhecido internacionalmente pelo PEFC – Program Endorsement of Forest Certification.

O Cerflor atua hoje em vários estados brasileiros com destaque para o Mato Grosso do Sul, considerado uma área de expansão recente, evidenciando que a expansão das plantações florestais brasileiras está sendo realizada buscando os limites de sustentabilidade estabelecidos pela sociedade brasileira em relação à produção florestal. O setor também tem empresas certificadas Forest Stewardship Council (FSC) que é uma organização não governamental, internacional e independente, formada por ambientalistas, pesquisadores, representantes de movimentos sociais, produtores rurais, empresários e representantes de populações tradicionais. O FSC é uma acreditadora de certificadoras, garantindo assim, que os certificados emitidos pelas mesmas obedçam a padrões de qualidade. Estas desenvolvem um método para certificação baseado nos Princípios e Critérios do FSC, adaptando-o para a realidade de cada região ou sistema de produção. É dos selos ofertados no Brasil o de maior reconhecimento internacional.

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (2015), do total de 7,74 milhões de hectares de árvores plantadas no Brasil, 4,88 milhões de hectares (63%) são certificados pelo FSC e o PeFC.

Já, de acordo com o Serviço Florestal Brasileiro, em atualização de setembro de 2015, entre florestas nativas e plantadas, o país ocupa o 6º lugar no ranking total do sistema FSC. Para a instituição, até aquela data, havia, no Brasil, 68 certificações de cadeia de custódia para produtos de origem florestal e 24 certificações de manejo florestal pelo Cerflor, que totalizam 2.468.112,32 hectares de florestas plantadas.

Segundo os números da Indústria Brasileira de Árvores (2015), da área certificada, 1,70 milhão de hectares (35%) são certificados, conjuntamente, pelos programas FSC e Cerflor/PeFC, 2,60 milhões de hectares (53%) são certificados, exclusivamente, pelo FSC e outros 0,58 milhão de hectares (12%), exclusivamente, pelo Cerflor/PeFC.

Em 2012, o FSC iniciou um processo de criação de um Fundo para o Pequeno Produtor. Os pequenos produtores que optam pela certificação têm maior acesso ao mercado, mais apoio técnico e financeiro e, também, podem conseguir melhor preço pela sua madeira. A interação entre grandes empresas e pequenos produtores, fomentados ou não, pode melhorar, em muito, por processos como esse, já que a certificação pode também facilitar o acesso do pequeno produtor a cadeias de suprimento internacionais.

3. PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS E OS DIÁLOGOS SETORIAIS

Da mesma forma que com a certificação, a constatação das pressões ambientalistas sobre as plantações florestais, em maiores proporções que aquelas exercidas sobre as atividades agropecuárias, fez com que o setor de florestas plantadas buscasse mecanismos de aproximação com a sociedade, visando o esclarecimento de conceitos e preconceitos, além de discutir novas propostas para avanço do setor e da sociedade como um todo.

No bioma Mata Atlântica, grandes empresas florestais e a sociedade, com participação significativa de organizações não governamentais (ONGs), têm exercitado um diálogo interessante que poderá servir de aprendizado e de embrião para o desenvolvimento de experiência igual em outros biomas e regiões. De acordo com Mesquita (2008), o Diálogo na Mata Atlântica, com a participação efetiva do Fórum Florestal do Sul e Extremo Sul da Bahia, gerou a oportunidade de acordo em 13 princípios de grande importância para o desenvolvimento das florestas plantadas em sua região de abrangência.

O crescimento do Diálogo da Mata Atlântica deu origem ao Diálogo Florestal no Brasil que, atualmente, além do Fórum Florestal do Sul e Extremo Sul da Bahia, iniciados praticamente junto com ele em 2005, conta com mais sete Fóruns Regionais nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina. Cada um deles com suas peculiaridades.

Atualmente, o Diálogo Florestal estabeleceu diretrizes de médio e longo prazo abrangendo temas prioritários, como a conservação, a silvicultura, o fomento florestal, as mudanças climáticas e as florestas, e as florestas como vetores de desenvolvimento no país.

Ao contrário do que se tem afirmado quanto ao setor de plantações florestais estar avançando sobre o setor de produção de alimentos do país, há claras evidências de aproximação de tais setores. Com esse intuito, em março de 2015, o Diálogo Florestal participou de uma reunião, em São Paulo, para compartilhar experiências de melhores práticas e conhecer as propostas do Pacto Global, uma iniciativa da Organização das Nações Unidas – ONU para estimular a incorporação, pelas empresas produtoras de alimentos, de um conjunto de 10 princípios relacionados a direitos humanos, direitos trabalhistas, meio ambiente e combate à corrupção. Adicionalmente, novo esforço de modernização do setor florestal foi responsável pela criação do Fórum de Competitividade da Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis com o objetivo de estabelecer ações necessárias

para o desenvolvimento e implementação de projetos, entre os quais, o de Certificação Florestal, visando um futuro Contrato de Competitividade.

Outra iniciativa de porte foi a Coalizão Brasil, Clima Florestas e Agricultura: criada em 2014, reúne diferentes atores da sociedade interessados em contribuir para o avanço e a sinergia das agendas de proteção, conservação e uso sustentável das florestas, agricultura sustentável e mitigação e adaptação às mudanças climáticas, no Brasil e no mundo. Ao longo do primeiro semestre de 2015, mais de 200 de seus participantes elaboraram um documento que foi entregue na solenidade de lançamento da Coalizão. Em dezembro de 2015, um importante acordo será negociado, na COP21, que ocorrerá em Paris. Visando contribuir com as negociações multilaterais e agenda econômica no país, a Coalizão quer estabelecer um diálogo entre os diferentes atores, o Governo Federal e as principais organizações internacionais envolvidas com o tema. A Ibá e a maioria dos grandes grupos do setor florestal fazem parte das entidades brasileiras que aderiram à Coalizão.

Outros fóruns de relevância para o segmento de plantações florestais comerciais:

Já no plano internacional, pode-se citar o Advisory Committee on Sustainable Forest-based Industries (ACFSI): órgão integrante da FAO composto por executivos seniores do setor privado industrial, entre os quais se encontram dirigentes da indústria florestal, associações de produtores florestais e executivos de empresas de 20 países, incluindo duas entidades brasileiras. O ACFSI se reúne anualmente com o principal objetivo de fornecer orientação sobre as atividades e o programa de trabalho do Departamento Florestal da FAO a respeito de temas relevantes para a indústria de papel e produtos florestais, dando, assim, suporte aos esforços dos países membros na direção do desenvolvimento sustentável.

The International Council of Forest and Paper Associations (ICFPA): organização de associações nacionais e regionais florestais e da indústria de papel cujos objetivos são servir como um fórum de diálogo global, de coordenação e cooperação entre associações florestais e papelarias; representar a indústria mundial florestal e papelaria nas organizações internacionais; desenvolver posições comuns sobre temas de interesse mútuo; e coordenar ação por intermédio das associações-membros. A Ibá e a Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS) são as entidades brasileiras que participam da ICFPA.

The Forest Dialogue (TFD): criado em 1998 para oportunizar aos líderes internacionais do setor florestal uma plataforma e processo multilateral de diálogo contínuo focados no desenvolvimento de confiança mútua, entendimento compartilhado e soluções baseadas em colaboração para enfrentar os desafios da busca para o manejo florestal sustentável e para a conservação florestal no mundo. O objetivo do TFD é reduzir o conflito entre as partes interessadas sobre a utilização e proteção dos recursos florestais vitais. Ao longo dos últimos doze anos, o TFD reuniu mais de 2.500 diferentes líderes para trabalhar questões florestais. O TFD é coordenado por um comitê diretivo composto por representantes de instituições de todo o mundo, incluindo o Brasil, com participação da Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida e Klabin.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD): organização liderada por diretores executivos de empresas com visão de futuro que trabalha para que a comunidade empresarial mundial crie um futuro sustentável para as empresas, a sociedade e o meio ambiente. Os membros trabalham em conjunto em todos os setores, regiões geográficas e cadeias de valor para explorar, desenvolver e intensificar as soluções de negócios para enfrentar os desafios de sustentabilidade mais urgentes do mundo. Também integram o WBCSD, as empresas brasileiras Fibria, Suzano, Vale e Votorantin.

New Generation Plantations (NGP): fundada, em 2007, pelo World Wildlife Fund (WWF) e sua plataforma tem como objetivo influenciar outras empresas e governos a tomarem decisões responsáveis do ponto de vista ambiental e social no manejo de plantações. A NGP reúne empresas florestais líderes e alguns órgãos governamentais internacionais, entre os quais, encontram-se as entidades e empresas brasileiras ou

presentes no Brasil Arauco, CMPC, Estora Enso, Fibria, Arauco, Masisa, Suzano e o Governo do Estado do Acre.

CAPÍTULO VIII – RESULTADOS: INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NO SETOR FLORESTAL

1. INDICADORES DE IMPACTO SOCIOECONÔMICO

Área plantada: no Brasil, estão plantados 7,74 milhões de hectares, o que representa apenas 3% da área total de florestas plantadas no mundo. A expansão da área com florestas plantadas no Brasil tem ocorrido com taxa geométrica média anual – (T.G.M. anual) inferior à taxa mundial. Mesmo com a expectativa de expansão de 45%, apenas no segmento nacional de papel e celulose, o desafio e as oportunidades surgem agora. A INDC (Intended Nationally Determined Contributions) brasileira tem os seguintes objetivos, no contexto das plantações florestais:

- reflorestamento ou restauração de 12 milhões de hectares;
- 5 milhões de hectares de integração lavoura-pecuária-floresta.

Incremento em área plantada: o setor ocupa a nona posição no ranking mundial, mas países como China e Canadá têm apresentado ampliações muito mais expressivas. Entre as atividades do contexto agropecuário, seu incremento em área (período de 1970 a 2006) é o menos expressivo, dentre as culturas mais relevantes, envolvendo lavoura e pastagens plantadas. O setor visualiza um aumento de produção diante das expectativas de exportação, mas a regulamentação do acesso do capital estrangeiro para a aquisição de terras, fator crucial para o desenvolvimento do setor, vem afetando os investimentos no mesmo. Os projetos de investimento das empresas, em andamento ou previstos, que visam ao aumento dos plantios, ampliação de fábricas e novas unidades, são da ordem de R\$ 53 bilhões de 2014 a 2020.

Renda e emprego: o setor gera renda e emprego ao longo de suas cadeias produtivas, principalmente, na indústria de transformação da madeira (660 mil posições). Considerando efeitos indiretos e os resultantes do efeito renda, o segmento de florestas plantadas é responsável por cerca de 4,2 milhões de empregos.

Geração de divisas: o segmento de plantações florestais incrementa a obtenção líquida de divisas para o País. Em 2014, 10,2% das exportações do agronegócio foram produtos florestais, representando 4,42% das exportações nacionais. O segmento importa menos do que exporta, sendo responsável por 9,3% do saldo da balança comercial do agronegócio. Já em 2015, em função da conjuntura político-econômica nacional e internacional, o volume de exportações de celulose teve um crescimento de 7,1% em relação ao mesmo período de 2014, enquanto o segmento de painéis de madeira viu as vendas externas crescerem 48,2% na mesma base de comparação. O saldo positivo da balança comercial do segmento de florestas plantadas cresceu 6% no período.

Geração de tributos: As florestas plantadas proporcionam a geração de R\$ 10,2 bilhões em tributos federais, estaduais e municipais em 2014, o que corresponde a 0,8% da arrecadação nacional.

Bioeconomia e inovação: Internacionalmente, a construção em madeira está passando por um renascimento, no momento atual. Sustentabilidade e questões climáticas formam o denominador comum para todos os produtos em madeira da nova era. Biocombustíveis a partir de madeira, microfibrilas, nanocelulose, madeira compensável maleável e papelão termoformatável biocomposto estão sendo produzidos em países, como a Finlândia, e são indicadores importantes de inovação. Algumas dessas iniciativas ocorrem também no Brasil.

2. INDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Substituição do uso da terra: caso a cobertura vegetal original não mais exista, as plantações florestais contribuem para a diminuição do escoamento da água, desfavorecendo a erosão hídrica, indicando que esses plantios oferecem eficiente cobertura ao solo.

Boas práticas - manejo florestal: quando manejada de forma adequada, a plantação florestal comercial apresenta perdas de solo abaixo da tolerância admissível por erosão hídrica estabelecida. Destacam-se como boas práticas, o cultivo mínimo – adotado em quase todas as plantações florestais comerciais, no Brasil; manejo de resíduos – que envolve a retirada da madeira, deixando, no local, o restante da biomassa. Essa prática preserva o estoque de nutrientes do solo e o teor de matéria orgânica. Outra boa prática é o uso de resíduos da colheita para energia, que gera melhorias no balanço energético da empresa, associada à deposição contínua de resíduos florestais (galhos, folhas e casca), que, ao longo dos ciclos de colheita, proporciona benefícios ambientais.

Boas práticas - balanço de carbono: pela queima para limpeza da área de plantio e adoção do preparo reduzido de área ou cultivo mínimo; pela utilização de áreas de pastagens degradadas por plantios florestais comerciais.

Armazenamento de carbono: o potencial de sequestro de carbono do solo aumenta com a densidade do plantio. Florestas plantadas têm o potencial de reter maior quantidade de carbono acima e abaixo do solo, em comparação com os sistemas agrícolas tradicionais. Os 7,74 milhões de hectares de árvores plantadas absorvem 1,69 bilhão de toneladas de CO₂ da atmosfera. Os 5,4 milhões de hectares de áreas naturais, na forma de Áreas de Preservação Permanente (APPs), de Reserva Legal (RL) e de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPNs), representam um estoque médio de 2,40 bilhões de toneladas de CO₂.

Redução das emissões de metano: a absorção de metano (GEE relevante) em solos sob plantios de *Pinus taeda*, de menor grandeza (comparado à floresta nativa adjacente em estágio intermediário de sucessão) é expressivo, com taxas da ordem de 3 kg de C-CH₄ ha⁻¹ ano⁻¹.

Substituição de aço ou concreto por madeira: pode-se armazenar até 0,5 toneladas de CO₂ por metro quadrado de construção. Casas e móveis de madeira podem manter o carbono fora da atmosfera por períodos de até um século ou mais. O uso de resíduos para substituir combustíveis fósseis pode economizar 1,1 toneladas de CO₂ por tonelada de madeira utilizada.

Modernização no campo: Modernos equipamentos e técnicas de colheita florestal têm promovido avanços que chegam a reduzir em torno de 40% a compactação do solo.

Extração de nutrientes pelas árvores: em comparação com café, algodão, soja, milho, laranja e pastagem, o eucalipto (em ciclo de sete anos) é a cultura que menos extrai N, P (perde apenas para o café) e K (perde apenas para o milho).

Qualidade dos solos em rotação com outras culturas: a agricultura pode ser bem-sucedida em áreas antes ocupadas por plantios florestais com objetivo comercial.

Consumo de água: as espécies florestais facilitam a infiltração da água de chuva no solo, reduzem enxurradas e o transporte de sedimentos para os cursos d'água. Mesmo o eucalipto, considerado como um grande captador de água, não utiliza quantidade de água significativamente maior que outras culturas agrícolas.

Comparação da relação florestas naturais e plantadas nas propriedades: o Brasil se destaca nesse quesito. Para cada hectare plantado com árvores para fins industriais, 0,65 hectare é destinado à preservação, enquanto na agropecuária, a relação entre área protegida e área produtiva é de apenas 0,07 hectare preservado por hectare utilizado. Além disso, a área preservada pelo setor de plantações florestais representa 13,3% dos 50,10 milhões de hectares de habitats naturais preservados no Brasil fora de unidades de conservação. O Chile, em cada hectare ocupado por plantios de árvores, 0,25 hectare é preservado. Na Austrália, a relação entre área protegida e produtiva é inferior a 0,05 hectare.

Redução na pressão sobre florestas naturais: o abastecimento de madeira (particularmente madeira em tora) está mudando de florestas naturais para plantações florestais comerciais, o que contribui para a conservação das primeiras.

Refúgio e corredor de passagem para a fauna: mesmo sem ser o objetivo das plantações, os mosaicos ou matrizes adotadas pelas empresas florestais podem abrigar ou atuar como corredor de passagem para a fauna, muitas vezes, importantes agentes de controle biológico de pragas.

Vizinhança com outros usos da terra: considerada positiva, quando comparada à vizinhança com usos agrícolas. O plantio florestal oferece proteção ao fragmento, diminuindo o efeito de borda e permitindo uma zona tampão.

Restauração de ecossistemas: as florestas plantadas podem ser usadas com sucesso como alternativa para a reabilitação de áreas degradadas e para facilitar a restauração ecológica de florestas nativas.

Uso de agrotóxicos: baixa demanda por agrotóxicos devido à estabilidade do ambiente florestal quando comparados com culturas anuais, favorecendo o controle biológico. Parte dos agroquímicos, como no caso de fungicidas e inseticidas, é utilizada apenas em viveiros de produção de mudas. O uso de herbicidas é mais utilizado nos primeiros anos, não ocorrendo durante toda a rotação da cultura. Já na agricultura, em 2014, foram comercializadas 504.016 t. para soja, 104.836 t. para o milho (safra e safrinha), 68.151 t. para cana-de-açúcar, 60.039 t. para o algodão, 26.419 t. para pastagens e 20.347 t. para citros.

3. INDICADORES DA RELAÇÃO SILVICULTURA E SOCIEDADE

Certificação florestal: Da área certificada, 1,70 milhão de hectares (35%) são certificados conjuntamente pelos programas FSC e Cerflor/PeFC, 2,60 milhões de hectares (53%) são certificados, exclusivamente, pelo FSC e outros 0,58 milhão de hectares (12%), exclusivamente, pelo Cerflor/PeFC, possibilitando o rastreamento da matéria-prima florestal, desde a colheita até a comercialização do produto junto ao consumidor final. Isso demonstra a atenção e a preocupação do segmento de florestas plantadas com aspectos socioeconômicos e ambientais da produção florestal.

Diálogos com a sociedade e participação de fóruns com pares: Da mesma forma que ocorre com a certificação, a constatação das pressões ambientalistas sobre as plantações florestais, em maiores proporções que aquelas exercidas sobre as atividades agropecuárias, fez com que o setor de florestas plantadas buscasse mecanismos de aproximação com a sociedade, visando o esclarecimento de conceitos e preconceitos, além de discutir novas propostas para o avanço do setor e da sociedade como um todo. O Diálogo Florestal no Brasil e a Coalizão Brasil, Clima Florestas e Agricultura são exemplos bem sucedidos dessa iniciativa. Internacionalmente, o Advisory Committee on Sustainable Forest-based Industries” (ACSFII), órgão integrante da FAO, The International Council of Forest and Paper Associations (ICFPA), World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), “The Forest Dialogue (TFD)”, World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) e o New Generation Plantations (NGP), entre outros, são fóruns com a presença do segmento de plantações florestais com grande protagonismo.

Funções, serviços ecossistêmicos e ambientais: Uma função gera um serviço ecossistêmico, e é a paisagem quem possibilita o fornecimento de serviços ambientais. O planejamento tem papel importante no sentido de garantir o manejo sustentável, que envolve também a conservação de áreas consideradas, por lei ou não de preservação. O manejo adaptativo, com monitoramento de ações e ajustes de conduta, tem papel importante no processo.

Plantações florestais e a produção de alimentos: O cultivo de árvores associado a culturas agrícolas e a atividades pastoris tem sido uma forma de apropriação dos benefícios que o componente arbóreo proporciona à agropecuária. Em sistemas pecuários, pode-se elevar a produção de carne e leite em cerca de 20%, por exemplo. Além disso, a integração torna mais complexo, do ponto de vista biológico, o ambiente pecuário e promove bem-estar animal aumentando a competitividade da pecuária nacional. Há, ainda, exemplos de árvores servindo de adubação verde para culturas alimentares cultivadas em suas em aleias. Ao associar atividades agrícolas e/ou pecuária com espécies florestais arbóreas, estabelecem-se sistemas de produção com elevado grau de sustentabilidade. Esses sistemas possibilitam recuperação da fertilidade do solo, fornecimento de adubo verde, controle de praga e de plantas daninhas e diversificação da produção. Além disso, promovem uma maior estabilidade na oferta de produtos ao longo do ano, obtenção de alimentos, extração de madeira e cultivo de plantas medicinais.

CAPÍTULO IX – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão de literatura e a experiência dos pesquisadores, autores dos diferentes capítulos do presente documento, permitiram a expressão das seguintes considerações finais:

O segmento de plantações florestais destaca-se no Brasil pelo seu elevado impacto social e econômico. A atividade apresenta alto potencial de expansão, desde que barreiras competitivas sejam atenuadas, como a desoneração e simplificação do licenciamento ambiental para áreas antropizadas.

O setor florestal gera renda e emprego ao longo de suas cadeias produtivas, principalmente, na indústria de transformação da madeira, incrementando a obtenção líquida de divisas para o País. O segmento também possui uma área de plantio com um grande potencial de crescimento, considerando-se sua capacidade produtiva e a disponibilidade de terras apropriadas para cultivos florestais, principalmente, as áreas de pastagens degradadas.

As características das plantações florestais estão alinhadas com muitos objetivos da legislação ambiental e de normas de boas práticas agropecuárias e florestais, bem como corroboram para a mudança do uso da terra. Particularmente, podem contribuir com os objetivos da Política Nacional de iLPF - Lei Federal nº 12.805/2013 - (BRASIL, 2013) e para o plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura – Plano ABC, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, além da recém lançada INDC (Intended Nationally Determined Contributions) brasileira. A INDC tem os seguintes objetivos relacionados ao segmento florestal: reflorestamento ou restauração de 12 milhões de hectares e 5 milhões de hectares de integração lavoura-pecuária-floresta. Os incentivos para estabelecimento de plantios comerciais, tendo como substrato produtivo áreas degradadas por mau uso agrícola ou áreas plantadas antropizadas e inaptas para a agricultura, podem ser considerados uma medida de mitigação das mudanças climáticas.

As plantações florestais comerciais não causam grandes processos erosivos em função de terem um ciclo no campo que lhes permite proteger o solo por um longo período. Por outro lado, os cultivos de ciclo curto, utilizados para produção de grãos, utilizam o solo em períodos cíclicos de um ano ou menos. Isso tem se intensificado com a inovação da safrinha ou segundo cultivo, tornando os solos mais susceptíveis à erosão, quando comparados com outros de usos mais longos (frutíferas, plantações florestais comerciais, ervais, etc.).

As espécies florestais facilitam a infiltração da água de chuva no solo, reduzem enxurradas e o transporte de sedimentos para os cursos d'água. Portanto, seus plantios podem garantir um abastecimento regular dos lençóis subterrâneos, fenômeno importante para a regularização da vazão e da qualidade da água dos rios. Mesmo o eucalipto, considerado como um grande captador de água, não utiliza quantidade de água significativamente maior que outras culturas agrícolas.

O impacto mais significativo ocorre em operações de colheita, baldeio e subsequente preparo do solo para rebrota ou plantio do ciclo seguinte. Entretanto, o efeito da colheita das árvores, em uma plantação florestal comercial, na compactação do solo tem diminuído em função da modernização dos equipamentos de colheita e de algumas práticas de manejo. Há casos, inclusive, em que não se observou efeito significativo.

O eucalipto é a cultura que menos extrai N, P e K, perdendo apenas para o café, em termos de extração de P, e para o milho, em relação à exportação de K. Em relação ao cálcio, sua extração é maior que todas as

culturas, à exceção das pastagens. Quanto ao magnésio, o comportamento é muito semelhante ao do cálcio, sendo superado apenas pela pastagem, pelo algodão e pelo conjunto soja+ algodão.

É fundamental ressaltar a importância das plantações florestais comerciais na ciclagem de nutrientes. Assim, de acordo com Vital (2007), para produzir uma tonelada de madeira, o eucalipto, por exemplo, deixa no solo, mais ou menos, entre 0,3 a 0,35 toneladas de serapilheira.

Os nutrientes contidos nas folhas, galhos e serapilheira, principais resíduos da colheita florestal, representam uma porcentagem altamente significativa no estoque de nutrientes de uma plantação florestal comercial. Assim, como em qualquer outra cultura, será o manejo adotado pelo silvicultor que ditará a maior ou menor sustentabilidade do sítio explorado. Um manejo inadequado desses resíduos pode influenciar negativamente a produtividade florestal das novas rotações, tanto por perdas de nutrientes contidos nestes resíduos como pela falta de proteção do solo.

Remanescentes florestais nativos, sob a forma de fragmentos de diferentes formas e tamanhos e, principalmente, em regiões densamente povoadas, eram vistos como ilhas de habitat incrustadas em uma matriz inhóspita de áreas inabitáveis pela fauna e flora locais. A tendência é considerar que alimentos e refúgio podem ser encontrados ao longo de gradientes da lógica denominada “Modelo de paisagem corredor-fragmento-matriz”.

A questão da água é muito mais complexa do que o seu consumo por espécies florestais, como o eucalipto, e deve ser discutida de uma forma mais ampla. Assim, a bacia hidrográfica deve ser considerada como o ponto focal para o qual as discussões sobre água deveriam ser conduzidas. Na bacia, sempre deverá haver uma convivência planejada e harmônica entre as atividades econômicas e as florestas naturais, seja na forma de matas ciliares como de reserva legal ou, mesmo, de áreas de conservação de uso direto ou indireto.

O termo “florestas plantadas”, ora denominada “plantações ou plantios florestais” ou plantios de árvores”, embute parte da discussão em torno dessa questão. Segundo o modelo conceitual idealizado para classificar o valor relativo da cobertura florestal plantada com relação aos seus objetivos, muitos dos plantios (com espécies nativas ou introduzidas) têm objetivo e função puramente de produção (em diferentes gradientes), outros podem ter multifunção (produção e proteção) e um terceiro grupo engloba os plantios de proteção. A relação das plantações florestais com a biodiversidade vegetal e com a fauna, e sua capacidade de inibição ou convivência com a regeneração natural em seu sub-bosque, a fertilidade do solo e qualidade do ar e da água, depende, intrinsecamente, da finalidade do empreendimento, sua relação espaço-temporal com a vizinhança e o regime de manejo sustentável.

Ao contrário do que se propala, as plantações florestais comerciais manejadas com finalidade multifuncional permitem a regeneração natural e o crescimento de espécies florestais nativas formando sub-bosque, possibilitando vários serviços ambientais, como conservação e restauração da diversidade biológica e captura de Gases de Efeito Estufa - GEE. Se comparada a áreas com plantações florestais nos cultivos agrícolas, a biodiversidade é extremamente restrita. No cultivo agrícola, a sobrevivência de outras espécies vegetais é inibida por fatores, como uso de herbicidas, preparos anuais do solo (aração e gradagem) e pela própria competição promovida pela planta cultivada.

As plantações florestais comerciais não têm o objetivo de servir de refúgio ou corredor para a fauna. Entretanto, é prática comum nas empresas florestais certificadas ou que adotam o manejo florestal sustentável a interligação de fragmentos florestais, a conservação de faixas de vegetação nativa entremeadas à floresta de produção, o plantio de enriquecimento das matas nativas, os programas de

educação ambiental para públicos internos e externos, o apoio à fiscalização por parte dos órgãos competentes e o controle integrado de pragas e doenças.

Os sistemas agroflorestais são uma forma conciliadora entre a produção florestal e a produção de alimentos. Alguns SAFs podem, inclusive, ser postos a favor de serviços de recuperação de áreas degradadas por mau uso agrícola. Muitos deles são utilizados como ferramenta para fornecimento de adubo verde para as espécies florestais ou, mesmo, para fornecimento de adubação verde.

Espécies de *Pinus* sp., com uma densidade menor do que 0,1 árvores por hectare, plantadas no Sul do Brasil, não são caracterizadas como espécies invasoras de formações florestais nativas, quando presentes, principalmente, na borda dos fragmentos florestais nativos. É importante mencionar que, muitas vezes, os povoamentos de *Pinus* sp. são plantados perto de remanescentes florestais, estabelecendo-se uma zona de transição (uso/cobertura da terra).

O potencial de solos florestais de estocar carbono e atuar como dreno de metano reside, principalmente, na capacidade de mudar as práticas de uso da terra. Técnicas adequadas de fertilizantes, práticas conservacionistas e conversão de áreas degradadas podem ser grandes aliados no combate à mudança do clima. Os dados são claros na demonstração do potencial do setor de plantios florestais comerciais para essa finalidade.

A substituição de aço ou concreto por madeira na construção civil pode salvar até 0,5 toneladas de CO₂ por metro quadrado de construção durante a vida útil do edifício. Casas e móveis de madeira podem manter o carbono fora da atmosfera por períodos de até um século ou mais, uma vez que cada metro cúbico de madeira armazenada sob a forma de produtos de madeira contém aproximadamente 0,9 toneladas de CO₂, assim como o uso de resíduos para substituir combustíveis fósseis permite a economia de 1,1 toneladas de CO₂ por tonelada de madeira utilizada.

O controle biológico é altamente eficaz, e extensas áreas de plantios florestais têm sido beneficiadas com esse tipo de controle, não havendo a necessidade de utilização de agrotóxicos.

O documento “Plantações florestais: gerando benefícios com baixo impacto ambiental” procurou explicitar os impactos sociais, ambientais e econômicos da silvicultura. Espera-se que a visão de silvicultura como potencialmente poluidora evolua para a visão de silvicultura aliada ao meio ambiente, fundamentada no respeito às leis ambientais do País e tendo reconhecidos os benefícios que as plantações comerciais podem proporcionar ao solo, água, clima e à agricultura e a pecuária nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO ABRAF 2013: ano base 2012. Brasília, DF, 2013. 148 p. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3910>>. Acesso em: 30 jun. 2015.
- AGROSTAT: estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>. Acesso em: 4 maio 2015.
- ALICEWEB2: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior. Brasília, DF: Secretaria de Comércio Exterior, 2015. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 4 maio 2015.
- ANDRADE, M. L. de C. **Efeito do maquinário de colheita florestal na compactação do solo**. 2014. 84 p Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. Orientador – Moacir de Souza Dias Júnior. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3930/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeito%20do%20maquin%C3%A1rio%20de%20colheita%20florestal%20na%20compacta%C3%A7%C3%A3o%20do%20solo.pdf> Acesso em: 19 jul. 2015.
- AVILA, A. L. de; ARAUJO, M. M.; ALMEIDA, C. M. de; LIPERT, D. B.; LONGHI, R. Regeneração natural em um sub-bosque de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 696-698, jul. 2007. Nota científica. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/598/503>>. Acesso em: 28 jun. 2015.
- BARAL, H.; KEENAN, R. J.; FOX, J. C.; STORK, N. E.; KASEL, S. Spatial assessment of ecosystem goods and services in complex production landscapes: A case study from south-eastern Australia. **Ecological Complexity**, v. 13, p. 35-45, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1476945X1200092X>>. Acesso em: 30 jun. 2015.
- BARBOSA, C. E. A.; BENATO, T.; CAVALHEIRO, A. L.; TOREZAN, J. M. D. Diversity of regenerating plants in reforestations with *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze of 12, 22, 35, and 43 years of age in Paraná State, Brazil. **Restoration Ecology**, Malden, v. 17, n. 1, p. 60-67, Jan. 2009. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1526-100X.2007.00335.x/pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2015.
- BARLOW, J.; GARDNER, T. A.; ARAUJO, I. S.; ÁVILA-PIRES, T. C.; BONALDO, A. B.; COSTA, J. E.; ESPOSITO, M. C.; FERREIRA, L. V.; HAWES, J.; HERNANDEZ, M. I. M.; HOOGMOED, M. S.; LEITE, R. N.; LO-MAN-HUNG, N. F.; MALCOLM, J. R.; MARTINS, M. B.; MESTRE, L. A. M.; MIRANDA-SANTOS, R.; NUNES-GUTJAHR, A. L.; OVERAL, W. L.; PARRY, L.; PETERS, S. L.; RIBEIRO-JÚNIOR, M. A.; SILVA, M. N. F. da; MOTTA, C. da S.; PERES, C.A. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 104, n. 47, p. 18555–18560, nov. 2007. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/104/47/18555.full.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2015.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6. ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355 p.
- BONAN, G. B. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. **Science**, v. 320, n. 5882, p. 1444-1449, June 2008. doi: 10.1126/science.1155121.
- BRASIL. **Decreto nº 8.375, de 11 de dezembro de 2014**. Define a Política Agrícola para Florestas Plantadas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8375.htm>. Acesso em: 25 jun. 2015. Publicado no Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil em 12 dez. 2014.
- BRASIL. **Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013**. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12805.htm>. Acesso em: 24 maio 2015. Publicado no Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil em 30 abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins. **AGROFIT**: Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 29 abr. 2015.

BRITO, L. de F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LEITE, F. P.; FERREIRA, M. M.; PÍRES, L. S. Erosão hídrica de Latossolo Vermelho muito argiloso relevo ondulado em área de pós-plantio de eucalipto no Vale do Rio Doce, região Centro Leste do Estado de Minas Gerais. **Scientia Forestalis**, n. 67, p. 27-36, abr. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000400021>. Acesso em: 19 jul. 2015.

BROCKERHOFF, E. G.; JACTEL, H.; PARROTTA, J. A.; QUINE, C.; SAYER, J. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 5, p. 925–951, 2008. doi: 10.1007/s10531-008-9380-x

CALEGARIO, N. **Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de *Eucalyptus***. 1993, 114 f. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CALEGARIO, N.; SOUZA, A. L. de; MARANGON, L. C.; SILVA, A. F. da. Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no subosque de povoamentos de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 17, n. 1, p. 16-29, 1993.

CARDOSO, E. G.; ZOTARELLI, L.; PICCININ, J. L.; TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; GUIMARÃES, M. de F. Sistema radicular da soja em função da compactação do solo no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 493-501, mar. 2006. Disponível em: <pdf>. Acesso em: 28 maio 2015.

CARNEIRO, P. H. M. **Caracterização florística, estrutural e da dinâmica da regeneração de espécies nativas em um povoamento comercial de *Eucalyptus grandis* em Itatinga, SP**. 2002. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-22082002-152108/pt-br.php>> Acesso em: 28 jun. 2015.

CARVALHAES, E. de. Floresta plantada e alimentos. **Revista O Papel**, São Paulo, ano 73, n. 6, p. 29, jun. 2013. Coluna Bracelpa. Disponível em: <>. Acesso em: 16 jun. 2015.

CARVALHO, J. Pesquisadores defendem cultivo de eucaliptos. **Paraná Online**, Curitiba, 19 jan. 2013. Notícias, Cidades. Disponível em: <<http://www.parana-online.com.br/editoria/policia/news/178588/>>. Acesso em: 4 jun. 2015.

CEDAGRO, Centro de Desenvolvimento do Agronegócio. **Eucalipto Area Motom**: Baixa Média Tec, coeficientes técnicos e custos de produção na agricultura do estado do Espírito Santo, 2015a. Disponível em: <<http://www.cedagro.org.br/coeficientes/Eucalipto%20Area%20Motom.%20Baixa%20Media%20Tec..xls>>. Acesso em: 11 mai 2015.

CEDAGRO, Centro de Desenvolvimento do Agronegócio. **Eucalipto Area Motom**: E Alta Tec, coeficientes técnicos e custos de produção na agricultura do estado do Espírito Santo, 2015b. Disponível em: <<http://www.cedagro.org.br/coeficientes/Eucalipto%20Area%20Motomec.%20E%20Alta%20Tec..xls>>. Acesso em: 11 mai 2015.

CENSO AGROPECUÁRIO 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 777 p. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagr o2006.pdf. Acesso em: 4 maio 2015.

CHAPMAN, C. A.; CHAPMAN, L. J. Exotic tree plantations and the regeneration of natural forests in Kibale National Park, Uganda. **Biological Conservation**, Essex, v. 76, n. 3, p. 253-257, 1996.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO **Custos de produção**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1546&t=2>>. Acesso em: 30 abr 2015a.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas de área plantada no Brasil**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&>. Acesso em: 5 maio 2015b.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Altera a Resolução nº1/86 (Revoga os art. 3º e 7º). Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. In: _____. **Resoluções do CONAMA**: resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2012. p. 930-938. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2015.

COOK, R. L.; BINKLEY, D.; MENDES, J. C. T.; STAPE, J. L. Soil carbon stocks and forest biomass following conversion of pasture to broadleaf and conifer plantations in southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 324, p. 37–45, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037811271400173X>>. Acesso em: 30 jun. 2015.

CUNHA, C.R. da. **Avaliação de impactos imediatos da retirada de eucalipto em subosques avançado, na APTA – Pólo Regional Alta Mogiana, município de Colina/SP**. 2012. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”; Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: Acesso em: 15 maio 2015.

CUNHA, N.R. da; LIMA, J.E. de; GOMES, M.F. de; BRAGA, M.J. A Intensidade da Exploração Agropecuária como Indicador da Degradação Ambiental na Região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 46, n. 2, p. 291-323, abr./jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032008000200002> Acesso em: 04 jun. 2015.

DAVIDSON, J. Ecological aspects of eucalyptus plantations. In: PROCEEDINGS regional expert consultation on eucalyptus, 1993. Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific Bangkok, 1995. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/ac777e/ac777e00.HTM>>. Acesso em: 28 jun. 2015.

DAVIDSON, J. **Setting aside the idea that eucalyptus are always bad**. UNDP/ FAO project Bangladesh BGD/79/017, 1985 (Working paper, 10).

DEDECEK, R. A.; GAVA, J. L. Influência da compactação do solo na produtividade da rebrota de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 383-390, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n3/a05v29n3>>. Acesso em: 24 maio 2015.

DIETZ, M.; COUTO, E. A.; ALFENAS, A. C.; FACCINI, A.; SILVA, G. F. Efeito de duas pequenas plantações de florestas homogêneas sobre populações de mamíferos pequenos. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, v. 6, n. 23, p. 54-57, 1975.

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; PASTORE, J. A.; AGUIAR, O. T. de. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 71-85, 1997. Disponível em <<http://iflorestal.sp.gov.br/files/2004/01/IF-c20.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2015.

DU TOIT, B.; DOVEY, S. B.; SMITH, C. W. Effects of slash and site management treatments on soil properties, nutrition and growth of a *Eucalyptus grandis* plantation in South Africa. In: NAMBIAR, E. K. S. (Ed.). **Site management and productivity in tropical plantation forests**: proceedings of workshops, in Piracicaba (Brazil) 22-26 November 2004 and Bogor (Indonesia) 6-9 November 2006. Bogor: CIFOR, 2008, p. 63-78. Disponível em: <http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BKallio0801.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2015.

ECLESIA, R. P.; JOBBAGY, E. G.; JACKSON, R. B.; BIGANZOLI, F.; PINEIRO, G. Shifts in soil organic carbon for plantation and pasture establishment in native forests and grasslands of South America. **Global Change Biology**, v. 18, n. 10, p. 3237–3251, Oct. 2012. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2486.2012.02761.x/epdf>> Acesso em: 30 jun. 2015.

EVARISTO, V. T.; BRAGA, M. A.; NASCIMENTO, M. T. Atlantic Forest regeneration in abandoned plantations of eucalypt (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill and L.A.S.Johnson) in Rio de Janeiro, Brazil. **Interciência**, v. 36, n. 6, p. 431-436, 2011.

FAO. **Climate change guidelines for forest managers**. Rome, 2013a. 104 p. (FAO. Forestry paper, n. 172). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3383e/i3383e.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2015.

FAO. **Global forest resources assessment FRA 2015**: how are the world's forests changing? Rome, 2015. 46 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2015.

FAO. **Global forest resource assessment FRA 2015**: terms and definitions. Rome, 2012. 31 p. (Forest resources assessment working paper, 180). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/017/ap862e/ap862e00.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2015.

FAO. **SAFA (Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems) indicators**. Rome, 2013b. 271 p. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/SAFA_Indicators_final_19122013.pdf> Acesso em: 30 jun. 2015.

FARINACI, J. S. Contribuição da modernização ecológica para discussões acerca da transição florestal: o caso das monoculturas florestais. In: ENCONTRO ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 6., 2012, Belém, PA. **Anais**. [S.l.]: ANPPAS, 2004. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro6/anais/gt10.html>>. Acesso em: 15 maio 2015.

FERNANDEZ, C.; VEJA, J.A; BARÁ, S.; BELOSO, C.; ALONSO, M.; FONTURBEL, T. Nitrogen mineralization after clearcutting and residue management in a second rotation *Eucalyptus globules* Labill, stand in Galicia (NW) Span. **Annals of Forest Science**, Les Ulis, v. 66, n. 8, p. 807p1-p9, 2009. doi: 10.1051/forest/2009076.

FERREIRA, W. C.; FERREIRA, M. J.; MARTINS, J. C. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas no subosque de *Eucalyptus grandis* em mata ciliar, no Município de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 579-581, jul. 2007. Nota científica. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/593/499>> Acesso em: 19 jul. 2015.

FISCHER J., LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, p. 265–280, 2007. doi: 10.1111/j.1466-8238.2006.00287.x.

FLOWERS, M. D.; LAL, R. Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a Mollic Ochraqualf in northwest Ohio. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 48, n. ½, p. 21-35, Sept. 1998. doi: 10.1016/S0167-1987(98)00095-6.

FOELKEL, C. Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. In: **EUCALYPTUS online book &**

newsletter. [s.n.t.]. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/dcfl/seriestecnicas/capitulo_minerais.pdf> Acesso em: 28 maio 2015.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1995.

FRANZLUEBBERS, A. J. Will we allow soil carbon to feed our needs? **Carbon Management**, v. 1, n. 2, p. 237-251, 2010. Disponível em: <<http://nalcd.nal.usda.gov/download/57553/PDF>> Acesso em: 30 jun. 2015.

GOLDSTEIN, J. H.; CALDARONE, G.; DUARTE, T. K.; ENNAANAY, D.; HANNAHS, N.; MENDOZA, G.; POLASKY, S.; WOLNY, S.; DAILY, G. C. Integrating ecosystem-service tradeoffs into land-use decisions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 109, n. 19, p. 7565–7570, May 2012. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/109/19/7565.full.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2015.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F.; STAPE, J. L.; SERRANO, M. I. P.; MELLO, S. L. M.; MENDES, K. C. F. S.; JORGE, L. A. C. **Efeito de práticas de cultivo mínimo e intensivo do solo sobre a ciclagem de nutrientes, fertilidade do solo, configuração do sistema radicular e nutrição mineral de povoamentos de *Eucalyptus grandis***. Piracicaba: FAPESP, 1997. 94 p. Relatório final de pesquisa, FAPESP, processo nº 1994/4248-4.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In.: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 1-57.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; WICHERT, M. C. P.; GAVA, J. L. Manejo de resíduos vegetais e preparo de solo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. p. 131-204.

GONÇALVES, J. L. M.; WICHERT, M. C. P.; GAVA, J. L.; SERRANO, M. I. P. Soil fertility and growth of *Eucalyptus grandis* in Brazil under deferent residue management practices. In: NAMBIAR, E. K. S. (Ed.). **Site management and productivity in tropical plantation forests: proceedings of workshops**, in Piracicaba (Brazil) 22-26 November 2004 and Bogor (Indonesia) 6-9 November 2006. Bogor: CIFOR, 2008, p. 51-62. Disponível em: <http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BKallio0801.pdf> Acesso em 30 jun. 2015.

HALMENSCHLAGER, G.; RODRIGUES, K. C. S.; SCHWAMBACH, J.; FETT NETO, A. G. Efeito alelopático de extratos de acículas de *Pinus elliottii* na germinação e crescimento e plântulas de alface. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 22., 2010, Porto Alegre. **Livro de resumos**. Porto Alegre: UFRGS, 2010. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/46419/Resumo_6155.pdf?sequence=1&locale=en>. Acesso em: 15 nov. 2015.

HARTEMINK, A. E.; LAL, R.; GERZABEK, M. H.; JAMA, B.; MCBRATNEY, A. B.; SIX, J.; C. GUSTAVO TORNQUIST, G. C. Soil carbon research and global environmental challenges. **PeerJ**, PrePrints 2:e366v1, 2014. doi: 10.7287/peerj.preprints.366v1.

HARTLEY, M. J. **Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests**. Amsterdam, v. 155, n. 1/3, p. 81–95, Jan. 2002. doi: 10.1016/S0378-1127(01)00549-7.

IBGE. **Censo agropecuário 1920/2006**: até 1996, dados extraídos de: estatística do século XX: produção vegetal: rendimento médio. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 4 maio 2015.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**: tabela 15: área plantada ou área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção dos principais produtos das lavouras temporárias e permanentes em ordem decrescente de área colhida: 2013a. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2013/default_temp_perm_ods.shtm>. Acesso em: 10 maio 2015.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS)**: tabelas completas, Brasil, 2013b. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <[ftp://ftp.IBGE.gov.br/Producao_Agricola/Producao_da_Extracao_Vegetal_e_da_Silvicultura_\[anual\]/2013/xls/brasil_xls.zip](ftp://ftp.IBGE.gov.br/Producao_Agricola/Producao_da_Extracao_Vegetal_e_da_Silvicultura_[anual]/2013/xls/brasil_xls.zip)>. Acesso em: 15 maio 2015.

IBGE. **Séries históricas e estatísticas**: utilização das terras. Rio de Janeiro, [2015a]. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=AGRO03&t=utilizacao-terras-ha>>. Acesso em: 9 maio 2015.

IBGE. **SIDRA**: produção da extração vegetal e da silvicultura. Rio de Janeiro, [2015b]. Busca por tipo de produto da silvicultura em 1995. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=291&z=t&o=3>>. Acesso em: 19 jun. 2015.

INDICADORES DA AGROPECUÁRIA, Brasília, DF, ano 22, n. 1, jan. 2015. 92 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_02_18_17_40_51_revista_janeiro_2015.pdf>. Acesso em: 5 maio 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Ibá 2014**. São Paulo, 2014. Relativo a 2013. Disponível em: <<http://www.iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em: 15 maio 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Ibá 2015**. São Paulo, 2015. 61 p. Relativo a 2014. Bilíngue port./ing. Disponível em: <<http://www.iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em: 19 jul. 2015.

INTERNATIONAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL KNOWLEDGE, SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT. **Agriculture at a crossroads**: the synthesis report. Washington, DC, 2009. 95 p. Disponível em: <www.agassessment.org> Acesso em: 20 abr. 2015.

KIRBY, K. R.; POTVIN, C. Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project. **Forest Ecology and Management**, v. 246, n. 2/3, p. 208-221, June 2007. doi:10.1016/j.foreco.2007.03.072.

KOSCHKEA, L.; FÜRST, C.; LORENZA, M.; WITTA, A.; FRANKA, S.; MAKESCHIN, F. The integration of crop rotation and tillage practices in the assessment of ecosystem services provision at the regional scale. **Ecological Indicators**, v.32, p. 157-171, Sept. 2013. doi:10.1016/j.ecolind.2013.03.008.

LAL, R. Forest soils and carbon sequestration. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 220, n. 1/3, p. 242–258, Dec. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112709004009>> Acesso em 30 jun. 2015.

LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**, Amsterdam, n. 123, p. 1-22. 2004.

LARANJEIRO, A. J. **Estabilidade da entomofauna num mosaico de plantação de eucalipto e áreas naturais de conservação**. 2003. 142 f. Tese (Doutorado e Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” – Universidade de São, Piracicaba. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-14072003-083640/pt-br.php>> Acesso em: 15 maio 2015.

LEITE, F. P.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Alterations of soil chemical properties by eucalyptus cultivation in five regions in the Rio Doce Valley. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, p. 821-831, May/June 2010. doi: 10.1590/S0100-06832010000300024.

LE MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: A review. **European Journal of Soil Biogpy**, v. 37, n. 1, p. 25–50, jan./mar. 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1164556301010676>> Acesso em: 30 jun. 2015.

LI VESLEY, S. J.; KIESEW, R.; MIEHLE, P.; WESTONZ, C. J.; BUTTERBACH-BAHL, K.; ARNDT, S. K. Soil–atmosphere exchange of greenhouse gases in a *Eucalyptus marginata* woodland, a clover-grass pasture, and *Pinus radiata* and *Eucalyptus globulus* plantations. **Global Change Biology**, v. 15, n. 2., p. 425–440, Feb. 2009. doi: 10.1111/j.1365-2486.2008.01759.x.

LI, Y; MATHEWS, B. W. Effect of conversion of sugarcane plantation to forest and pasture on soil carbon in Hawaii. **Plant and Soil**, v. 335, n. ½, p.245–253, Oct. 2010. doi: 10.1007/s11104-010-0412-4.

LIAO, C.; LUO, Y.; FANG, C.; LI, B. Ecosystem carbon stock influenced by plantation practice: implications for planting forests as a measure of climate change mitigation. **PLoS ONE**, v. 5, n. 5, e10867, May 2010. 6 p. doi: 10.1371/journal.pone.0010867.

LIMA, E. A. de; SILVA, H. D. da; TUSSOLINI, E. L. **Potencial do *Eucalyptus benthamii* para produção de carvão em fornos convencionais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2012. 4 p. (Embrapa Florestas, Comunicado técnico, 305). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65178/1/CT-305.pdf>> Acesso em: 19 jul. 2015.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996. 301 p.

LINDENMAYER, D. B., FRANKLIN, J. F. **Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach**. Washington, DC: Island Press, 2002.

LOCKABY, B. G.; VIDRINE, C. G. Effect of logging equipment traffic on soil density and growth and survival of young loblolly pine. **Southern Journal of Applied Forestry**, v. 8, n. 2, p. 109-112, May 1984.

LOMBARDI, J. A.; MOTTA JUNIOR, J. C. Levantamento do sub-bosque de um reflorestamento mono específico de *Pinus elliotti* em relação às síndromes de dispersão. **Turrialba**, San Jose, v. 42, n. 4, p. 438-442, 1992.

LOPES, E. da S.; SAMPIETRO, J.A.; PEREIRA, A.L.N.; OLIVEIRA, D. Compactação de um Latossolo submetido ao tráfego de Skider com diferentes rodados. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 471-480, jul./set. 2011. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/view/24038/16073>> Acesso em: 28 jun. 2015.

MAKKONEN, I. **Chosing a wheeled shortwood forwarder**. Pointe Claire: Forest Engineering Research Institute of Canada, 1989. 12 p. (FERIC. Technical note, n. 136).

MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; SCHLINDWEIN, M. N.; RAMOS, L. de S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 187-195, Apr./June 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2002000200004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 mai. 2015.

MARTINS, S. G. **Erosão hídrica em povoamento de eucalipto sobre solos coesos nos tabuleiros costeiros, ES**. 2005. 106 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras. Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/martins,sg.pdf>> Acesso em: 28 maio 2015.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J. C.; CURTI, N.; FONSECA, S. Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do Estado do Espírito Santo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 517-526, set. 2010. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr87/cap19.pdf>> Acesso em: 28 mai. 2015.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M.; FONSECA, S.; MARQUES, J. J. G. S. M. Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na Região de Aracruz (ES). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 395-403, May/June 2003. doi: 10.1590/S0100-06832003000300001.

MATTHEWS, S. The water vapour conductance of *Eucalyptus* litter layers. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 135, n. ¼, p. 73-81, Dec. 2005. doi: 10.1016/j.agrformet.2005.10.004.

MEDEIROS, G. D.; SILVA, E.; MARTINS, S. V.; FEIO, R. N. Diagnóstico da fauna silvestre em empresas florestais brasileiras. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 93-100, Jan./Feb. 2009. Disponível em: Acesso em: 19 jul. 2015. 10.1590/S0100-67622009000100010

MENDHAM, D. S.; SANKARAN, K. V.; O'CONNELL, A. M.; GROVE, T. S. *Eucalyptus globules* harvest residue management effects on soil carbon and microbial biomass at 1 and 5 years after plantations establishment. **Soil Biology and Chemistry**, Amsterdam, v. 34, n. 2., p. 1903-1912, Dec. 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071702002055>> Acesso em: 29 jun. 2015. 10.1016/S0038-0717(02)00205-5.

MESQUITA, C. A. B. Diálogo florestal: Ema ferramenta a serviço da conservação em terras privadas. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE CONSERVAÇÃO EM TERRAS PRIVADAS, 8., 2008, Rio de Janeiro. **Memórias**. Rio de Janeiro: Instituto BioAtlântica, 2008. p. 101-110. Organizadores: Carlos Alberto Bernardo Mesquita e Maria Cristina Weyland Vieira. Disponível em: <www.dialogoflorestal.org.br/download.php?codigoArquivo=60>. Acesso em: 29 jun. 2015.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: global assessment reports**. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>> Acesso em: 19 jul. 2015.

MISRA, R. K.; GIBBONS, A. K. Growth and morphology of eucalypt seedling-roots, in relation to soil strength arising from compaction. **Plant and Soil**, v. 182, n. 1, p. 1-11, May 1996. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00010990>> Acesso em: 19 jul. 2015.

MOCHIUTTI, S.; HIGA, A. R.; SIMON, A. A. Susceptibilidade de ambientes campestres à invasão de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.) no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 239-253, maio/ago. 2007.

MOCHIUTTI, S.; HIGA, A. R.; SIMON, A. A. Fitossociologia dos estratos arbóreo e de regeneração natural em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) na região da floresta estacional semidecidual do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 207-222, abr./jun. 2008.

MODNA, D.; DURIGAN, G.; VITAL, M. V. C. *Pinus elliottii* Engelm como facilitadora da regeneração natural em mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 73-83, 2010.

MOSCA, A. A. de O. **Avaliação dos impactos ambientais de plantações de eucalipto no Cerrado com base na análise comparativa do ciclo hidrológico e da sustentabilidade da paisagem em duas bacias de segunda ordem**. 2008. 254 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-19122008-095822/pt-br.php>> Acesso em: 29 maio 2015.

- NAJBERG, S.; PEREIRA, R. de O. Novas estimativas do modelo de geração de empregos do BNDES. **Sinopse Econômica**, n. 133, p. 25-32, mar 2004. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/5062/1/SINOPSE%20ECONOMICA%2c%20n.%20133%2c%20mar.%202004.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2015.
- NAPPO, M. E.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V.; DE MARCO JÚNIOR, P.; SOUZA, A. L. de; OLIVEIRA FILHO, A. T. de. Dinâmica da estrutura diamétrica da regeneração natural de espécies arbóreas e arbustivas no subosque de povoamento puro de *Mimosa scabrella* Bentham, em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 35-46, Jan./Feb. 2005. doi: 10.1590/S0100-67622005000100005.
- NAPPO, M. E.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V.; DE MARCO JÚNIOR, P.; SOUZA, A. L. de; OLIVEIRA FILHO, A. T. de. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em sub-bosque de *Mimosa scabrella* Bentham em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 811-829, Nov./Dec. 2004. doi: 10.1590/S0100-67622004000600006.
- NASCIMENTO, M. I. do; POGGIANI, F.; DURIGAN, F.; IEMMA, A. F.; SILVA FILHO, D. F. da. Eficácia de barreira de eucaliptos na contenção do efeito de borda em fragmento de floresta subtropical no Estado de São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 191-203, jun. 2010 Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr86/cap07.pdf>> Acesso em: 14 jun. 2015.
- NERI, A. V.; CAMPOS, E. P. de; DUARTE, T. G.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. da; VALENTE, G. E. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 369-376, Apr./June 2005. doi: 10.1590/S0102-33062005000200020.
- NÓBREGA, A. M. F. da; VALERI, S. V.; PAULA, R. C. de; SILVA, S. A. da. Regeneração natural em remanescentes florestais e áreas reflorestadas da várzea do rio Mogi-Guaçu, Luiz Antônio - SP. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 909-920, Sept./Oct. 2008. doi: 10.1590/S0100-67622008000500016.
- NZILA, J. D.; BOILLET, J. P.; LACLAU, J. C.; RANGER, J. The effect of slash management on nutrient cycling and tree growth in *Eucalyptus* plantation in the Congo. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 171, n. ½, p. 209-221, Nov. 2002. doi: 10.1016/S0378-1127(02)00474-7.
- O'CONNELL, A. M.; GROVE, T. S.; MENDHAM, D. S.; RANCE, S. J. Impact of harvest residue management on soil nitrogen dynamics in *Eucalyptus globules* plantations in would western Australia. **Soil, Biology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 36, p. 39-48, Jan. 2004. doi: 10.1016/j.soilbio.2003.08.017.
- OLIVEIRA, D. de; LOPES, E. da S. Determinação da compactação do solo causada pela colheita de madeira com harvester e forwarder. In: ENCONTRO ANUAL DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2010, Guarapuava. **Anais**. Guarapuava: UNICENTRO, 2010. Disponível em: <<http://anais.unicentro.br/xixeaic/pdf/1837.pdf>> Acesso em: 28 maio 2015.
- OLIVEIRA, E. B. de; SOUSA, L. P. de; 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.
- OLIVEIRA, Y. M. M. de; GARRASTAZÚ, M. C.; ROSOT, M. A. D.; LUZ, N. B.; ABRANTES, M. A.; BOGNOLA, I.; FREITAS, J. V.; MATTOS, P. P.; VIBRANS, A. V.; FRANCISCON, L.; GOMIDE, G. L. **Detection of *Pinus* sp. and *Hovenia dulcis* as invasive species in native forests of South Brazil using National Forest Inventory data.** Disponível em: <<http://foris.fao.org/wfc2015/api/file/55b5da760f541f9035232e71/contents/f0cf4451-e5f0-4239-9fef-633666c3366e.pdf>> Acesso em: 02 dez. 2015
- ONOFRE, F. F. **Restauração da Mata Atlântica em antigas unidades de produção florestal com *Eucalyptus saligna* Smith. no Parque das Neblinas, Bertioga, SP.** 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Recursos

Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"; Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-18052009-161340/pt-br.php>> Acesso em: 28 jun. 2015.

ONOFRE, F. F.; ENGEL, V. L.; CASSOLA, H. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertiooga, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 39-52, mar. 2010. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr85/cap04.pdf>> Acesso em: 14 jun. 2015.

PAIS, P. S. M.; PAIS, A. M.; DIAS JÚNIOR, M. de S.; SANTOS, G. A. dos; DIAS, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALCÂNTARA, E. N. de. Compactação causada pelo manejo de plantas invasoras em Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cafeeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 1949-1957, Nov./Dec. 2011. doi: 10.1590/S0100-06832011000600011.

PALMBERG, C. **Forest plantations working papers**: annotated bibliography on environmental, social and economic impacts of eucalypts. Rome: FAO, 2002. Compilation from English, French and Spanish publications between 1995-1999. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/6172-01295154eb5459bc018e828076ff8a292.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

PALMROTH, S.; OREN, R.; MCCARTHY, H. R.; JOHNSEN, K. H.; FINZI, A. C.; BUTNOR, J. R.; RYAN, M. G.; SCHLESINGER, W. H. Aboveground sink strength in forests controls the allocation of carbon below ground and its [CO₂]-induced enhancement. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 103, n. 51, p. 19362-19367, Dec. 2006. doi: 10.1073/pnas.0609492103.

PARROTA, J. A. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. Amsterdam, v. 41, n. 2, p. 115-132, July 1992. doi: 10.1016/0167-8809(92)90105-K.

PARROTA, J. A.; TURNBULL, J. W.; JONES, N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, p. 1-7, Dec. 1997. doi: 10.1016/S0378-1127(97)00190-4.

PIRES, L.S.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; LEITE, F.P.; BRITO, L. de F. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na região centro-leste de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.41, n.4, p. 687-695, abr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0100-204X2006000400021&pid=S0100-204X2006000400021&pdf_path=pab/v41n4/29818.pdf> Acesso em: 28 mai. 2015.

POORE, M. E. D.; FRIES, C. **The ecological effects of *Eucalyptus***. Rome: FAO, 1988. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-an793e.pdf>> Acesso em: 19 jul. 2015.

RAUDSEPP-HEARNE, C.; PETERSON, G. D.; BENNETT, E. M. Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 107, n. 11, p. 5242-5247, 2010. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/107/11/5242.full.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2015.

REZENDE, M. L. de; VALE, A. B. do; SOUZA, A. L. de; REIS, M. das G. F.; SILVA, A. F. da; NEVES, J. C. L. Regeneração natural de espécies florestais nativas em subosque de *Eucalyptus* e em mata secundária no município de viçosa, zona da mata - Minas Gerais, Brasil. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL, 2., 1994, Foz do Iguaçu. **Recuperação de áreas degradadas**: anais. Curitiba: FUPEF, 1994. p. 409-418.

RICHARDSON, D. M.; BOND, W. J. Determinants of plant distribution: evidence from pine invasions. **The American Naturalist**, Chicago, v. 137, n. 5, p. 639-668, 1991.

RICHARDSON, D. M.; HIGGINS, S. I. Pines as invaders in the southern hemisphere. In: RICHARDSON, D. M. (Ed.). **Ecology and biogeography of Pinus**. Cambridge: Cambridge University, 1998. p. 450-473.

RODRIGUES, C. K. **Compactação do solo causada por dois sistemas de colheita de madeira em florestas de *Eucalyptus grandis***. Irati, PR. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati. Disponível em: <http://www.unicentro.br/ppgcf/dissertacoes/carla_krulikowski_rodrigues.pdf> Acesso em: 28 maio 2015.

ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F. Desenvolvimento do *Pinus elliottii* e do *Eucalyptus tereticornis* consorciado com plantas de cobertura, em solos degradados por arenização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1., p. 84-89, Jan./Feb. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782008000100014&script=sci_arttext> Acesso em: 14 jun. 2015.

SANG, P. M.; LAMB, D.; BONNER, M.; SCHMIDT, S. Carbon sequestration and soil fertility of tropical tree plantations and secondary forest established on degraded land. **Plant and Soil**, The Hague, v. 362, n. 1, p. 187-200, Jan. 2013. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11104-012-1281-9#page-1>> Acesso em: 30 jun. 2015.

SANKARAN, K. V.; MENDHAM, D. S.; CHACKO, K. C.; PANDALAI, R. C.; PILLAI, P. K. C.; GROVE, T. S.; O'CONNELL, A. M. Impact of soil management practices on growth of eucalypt plantations in the Monsoonal Tropics in Kerala, India. In: NAMBIAR, E. K. S. (Ed.). **Site management and productivity in tropical plantation forests: proceedings of workshops**, in Piracicaba (Brazil) 22-26 November 2004 and Bogor (Indonesia) 6-9 November 2006. Bogor: CIFOR, 2008, p. 23-38.

SANTOS, C. S.; SILVA, J. L. C. da. Os impactos do plantio de eucalipto e da produção de celulose em comunidades tradicionais no extremo sul baiano. In: ENCONTRO ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 2., 2004, Indaiatuba. **Anais**. São Paulo: ANPPAS, 2004. 14 p. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/> Acesso em: 28 jun. 2015.

SANTOS, F. F. M.; MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Regeneração natural sob diferentes modelos de plantio de mata ciliar em região de cerrado, no município de Assis, SP. **IF Série Registros**, São Paulo v. 31, p. 225-228, jul. 2007. Edição dos anais do 1º Seminário de Iniciação Científica do Instituto Florestal, São Paulo, 2007.

SAPORETTI JÚNIOR, A.W.; MEIRA NETO, J.A.; ALMADO, R. Fitossociologia de sub-bosque de Cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 905-910, Nov./Dec. 2003. doi: 10.1590/S0100-67622003000600017.

SARTORI, M. S.; POGGIANI, F.; ENGEL, V. L. **Regeneração da vegetação arbórea nativa no sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith. localizado no Estado de São Paulo**. Scientia Forestalis (IPEF), v. 62, p. 86-103, 2002.

SARTORI, M. S. **Variação da regeneração natural da vegetação arbórea no sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. Manejado por talhadia, localizado no município de Itatinga, SP**. 2001. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-13112002-134033/pt-br.php>> Acesso em: 28 jun. 2015.

SEIXAS, F. **Compactação do solo devido à mecanização florestal: causas, efeitos e práticas de controle**. Piracicaba: IPEF, 1988. 11 p. (IPEF. Circular técnica, n. 163). Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr163.pdf>> Acesso em: 28 maio 2015.

- SEIXAS, F.; OLIVEIRA JÚNIOR, E. D. Compactação do solo devido ao tráfego de máquinas de colheita de madeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 60, p. 73-87, dez. 2001. Disponível em: <<http://ipef.br/publicacoes/scientia/nr60/cap06.pdf>> Acesso em: 29 jun. 2015.
- SEVERIANO, E. da C.; OLIVEIRA, G.C. de; DIAS JÚNIOR, de S.; CASTRO, M. B. de.; OLIVEIRA, L. F. C. de; COSTA, K. A. de P. Compactação de solos cultivados com cana-de-açúcar: I – modelagem e quantificação da compactação adicional após as operações de colheita. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 404-413, maio/jun. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v30n3/05.pdf>> Acesso em: 28 maio 2015.
- SILVA, C. R. da. **Riqueza e diversidade de mamíferos não-voadores em um mosaico formado por plantios de *Eucalyptus Saligna* e remanescentes de Floresta Atlântica no município de Pilar do Sul, SP.** 2001. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- SILVA JÚNIOR, M. C.; SCARANO, F. R.; CARDEL, F. S. Regeneration of an Atlantic Forest in the understory of an *Eucalyptus grandis* stand in Southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 11, p. 148-152, 1995.
- SILVA, M. A. da; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; AVANZI, J. C.; LEITE, F. P. Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do Vale do Rio Doce. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 765-776, out./dez. 2011. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/4520/3540>> Acesso em: 28 maio 2015.
- SILVEIRA, E. R.; DURIGAN, G. Recuperação de matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos dez anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, SP. In: VILAS BOAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão.** São Paulo: Páginas & Letras, 2004. cap.19, p. 325-347.
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL. Estatísticas do setor. Disponível em: <<http://www.sindiveg.org.br/estatisticas.php>>. Acesso em: 26. abr. 2015.
- SNIF: Sistema Nacional de Informações Florestais. **Número de empregos formais por segmento do setor florestal.** Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/emprego>>. Acesso em: 14 maio 2015.
- SOARES, J. L. N.; ESPINDOLA, C. R.; FOLONI, L. L. Alteração física e morfológica em solos cultivados com citros e cana-de-açúcar, sob sistema tradicional de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 353-359, mar./abr 2005. Disponível em: <https://www.academia.edu/8113130/Alteracao_fisica_e_morfologica_em_solos_cultivados_com_citros_e_cana-de-aucar_sob_sistema_tradicional_de_manejo>. Acesso em: 28 mai. 2015.
- SOARES, M. P.; NUNES, Y. R. F. Regeneração natural de cerrado sob plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 2, p. 2015-214, Viçosa mar./abr. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2013000200008&script=sci_arttext&tlng=es> Acesso em: 14 jun. 2015.
- SOARES, S. M.; MARINHO, C. G. S.; DELLA LUCIA, T. M. C. Diversidade de invertebrados edáficos em áreas de eucalipto e mata secundária. **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 19, n. 2, p. 157-164, jul./dez. 1998.
- SOUZA FILHO, P. C.; BECHARA, F. C.; CAMPOS FILHO, E. M.; BARRETTO, K. D. Regeneração natural após diferentes níveis de perturbação em subosque de *Eucalyptus* sp. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto alegre, v. 5, supl. 1, p. 96-98, jul. 2007.

SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serrapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 101-113, 2001. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74470109>> Acesso em: 28 mai. 2015.

SPIOTTA, E. M.; SHARMA, P. Carbon storage in successional and plantation forest soils: a tropical analysis. **Global Ecology and Biogeography**, v. 22, n. 1, p. 105–117, Jan. 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1466-8238.2012.00788.x/epdf>> Acesso: 30 jun. 2015.

TABARELLI, M.; VILLANI, J. P.; MANTOVANI, W. A recuperação da floresta atlântica sob plantios de *Eucalyptus* no núcleo Santa Virgínia, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 187-201, 1993.

THOMPSON, A.M., HOGAN K.B., HOFFMAN J.S. Methane Reductions - Implications for global warming and atmospheric chemical change. **Atmospheric Environment: Part A General Topics**, v. 26, n. 4, p. 2665–2668, Oct. 1992. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0960168692901185>> Acesso em: 30 jun. 2015.

TIARKS, A.; NAMBIAR, E.; COSSALTER, C. (Ed). **Site management and productivity in tropical plantation forests: workshop proceedings**, in Pietermaritzburg 16-29 February 1998. Bogor: CIFOR, 1999. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/42690-0dda8075dc09de654b3e68de0f83e4ee5.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2015.

TIESSEN, H.; CUEVAS, E.; CHACON, P. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. **Nature**, London, v. 371, n. 6500, p. 783–785, Oct. 1994. doi: 10.1038/371783a0.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 2, p. 301-309, jun. 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v22n2/16.pdf>> Acesso em: 28 mai. 2015.

TUBINI, R. **Comparação entre a regeneração em plantios abandonados de *Eucalyptus saligna* Smith. e em fragmentos de Floresta Ombrófila Densa em São Bernardo do Campo/SP**. 2006. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

VELOSO, M. **Estoque de carbono e emissão de gases de efeito estufa em cambissolo sob plantações de *Pinus taeda***. 2014. 91 f. Tese (Mestrado em Ciências do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/35531>> Acesso em: 30 jun. 2015.

VERBURG, P. H.; VAN DE STEEG, J.; VELDKAMP, A.; WILLEMEN, L. From land cover change to land function dynamics: a major challenge to improve land characterization. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 90, n. 3, p. 1327-1335, Mar. 2009. doi: 10.1016/j.jenvman.2008.08.005.

VIANI, G. R. A.; DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. de. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 533-552, jul./sep. 2010. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/2067/1246>> Acesso em: 28 jun. 2015.

VIANI, R. A. G. **O uso da regeneração natural (Floresta Estacional Semidecidual e talhões de *Eucalyptus*) como estratégia de produção de mudas e resgate da diversidade vegetal na restauração florestal**. 2005. 188 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

VIEIRA, M.; SCHUMACHER, M. V. Teores e aporte de nutrientes na serrapilheira de *Pinus taeda* L., e sua relação com a temperatura do ar e pluviosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 85-94, Jan./Feb. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n1/v34n1a10.pdf>> Acesso em: 28 mai. 2015.

- VITAL, M. H. F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez. 2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2808.pdf> Acesso em: 28 mai. 2015.
- WHITE, K. J. Silviculture of *Eucalyptus* plantings - learning in the region. In: REGIONAL EXPERT CONSULTATION ON *EUCALYPTUS*, 1993, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 1995. v. 1. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/ac777e/ac777e07.htm#bm07>> Acesso em: 28 jun. 2015.
- WINK, C.; REINERT, D. J.; MÜLLER, I.; REICHERT, J. M.; JACOMET, L. A idade das plantações de *Eucalyptus* sp. influenciando os estoques de carbono. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 333-343, abr./jun. 2013. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/9279/5440>> Acesso em: 30 jun. 2015.
- WUNDERLE, J.M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forested regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, n. ½, p. 223-235, Dec. 1997. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112797002089>> Acesso em: 28 jun. 2015.
- ZEN, S.; YONEZAWA, J. T.; FELDEBERG, J. T. Implantação de florestas no sistema de cultivo mínimo. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1., 1991. Curitiba, **Anais ...** Curitiba. 1995 p. 65-72. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/seminario_cultivo_minimo/cap08.pdf> Acesso em: 28 jun. 2015.
- ZINN, Y.; RESCK, D. V. S.; SILVA, J. E. Soil organic carbon as affected by afforestation with *Eucalyptus* and *Pinus* in the Cerrado region of Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 166, n. 1/3, p. 285-294, Aug. 2002. Disponível em: <[https://growkudos.com/articles/10.1016/s0378-1127\(01\)00682-x](https://growkudos.com/articles/10.1016/s0378-1127(01)00682-x)> Acesso em 30 jun. 2015.

ANEXO

ANEXO 1 - *Ranking* das 73 microrregiões em termos do Índice Geral de Degradação (IGD) do núcleo do Cerrado com base nos dados do Censo Agropecuário de 1995/96.

Estado	Microrregião	IGD	IGD Base = 100	Carvão da silvicultura	Lenha da Silvicultura (m3)	Tora da silvicultura
Mato Grosso	Primavera do Leste	0.705	100.000	-	-	-
Minas Gerais	Uberaba	0.624	88.462	-	38.200	22.695
Minas Gerais	Uberlândia	0.546	77.358	-	145.266	120.932
Goiás	Vale do Rio dos Bois	0.511	72.525	-	-	-
Minas Gerais	Araxá	0.511	72.411	-	114.202	120.700
Minas Gerais	Patos de Minas	0.490	69.439	-	1.708	845
Goiás	Sudoeste de Goiás	0.486	68.870	-	34.620	900
Minas Gerais	Ituiutaba	0.472	66.868	-	2.200	20
Bahia	Barreiras	0.471	66.771	-	-	-
Mato Grosso	Rondonópolis	0.461	65.401	-	-	-
Minas Gerais	Frutal	0.451	63.902	-	-	-
Mato Grosso do Sul	Cassilândia	0.449	63.597	-	-	-
Minas Gerais	Bom Despacho	0.416	58.928	-	35.485	192
Mato Grosso	Alto Araguaia	0.412	58.408	-	-	-
Goiás	Anápolis	0.404	57.351	-	19.645	-
Goiás	Pires do Rio	0.395	55.976	-	-	-
Goiás	Goiânia	0.387	54.912	-	-	-
Minas Gerais	Divinópolis	0.385	54.644	-	45.985	720
Minas Gerais	Unaí	0.377	53.459	-	253.000	-
Minas Gerais	Piuí	0.372	52.692	-	13.740	154
Goiás	Catalão	0.370	52.453	-	71.000	-
Minas Gerais	Sete Lagoas	0.363	51.493	-	82.465	-
Goiás	Anicuns	0.332	47.019	-	-	-
Goiás	Ceres	0.326	46.288	-	-	-
Minas Gerais	Paracatu	0.319	45.277	-	18.400	40
Goiás	Entorno de Brasília	0.313	44.413	-	-	-
Mato Grosso do Sul	Campo Grande	0.312	44.250	-	9.235	-
Goiás	Quirinópolis	0.290	41.092	-	-	-
Mato Grosso do sul	Alto Taquari	0.289	40.917	-	165	-
Mato Grosso	Canarana	0.285	40.342	-	-	-
Minas Gerais	Capelinha	0.284	40.221	-	43.882	2.843
Bahia	Santa Maria da Vitória	0.259	36.729	-	-	-
Mato Grosso do Sul	Paranaíba	0.254	36.037	-	-	-
Maranhão	Chapada das Mangabeiras	0.251	35.548	-	-	-
Mato Grosso	Tesouro	0.251	35.538	-	-	-
Minas Gerais	Três Marias	0.246	34.871	-	-	14.234
Minas Gerais	Bocaiúva	0.244	34.450	-	2.490	-
Mato Grosso do Sul	Três Lagoas	0.243	34.523	-	666.210	118.567
Maranhão	Gerais de Balsas	0.241	34.222	-	-	-
Maranhão	Presidente Dutra	0.235	33.378	-	-	-
Goiás	Iporá	0.233	32.975	-	-	-
Maranhão	Coelho Neto	0.232	32.836	-	5.687	-

ANEXO 1 – (Continuação) - *Ranking* das 73 microrregiões em termos do Índice Geral de Degradação (IGD) do núcleo do Cerrado com base nos dados do Censo Agropecuário de 1995/96.

Estado	Microrregião	IGD	IGD Base = 100	Carvão da silvicultura	Lenha da Silvicultura (m3)	Tora da silvicultura
Goiás	Rio Vermelho	0.229	32.444	-	-	-
Minas Gerais	Curvelo	0.228	32.371	-	97.682	-
Piauí	Alto Paranaíba Piauiense	0.228	32.346	-	-	-
Minas Gerais	Diamantina	0.224	31.287	-	-	-
Goiás	Aragarças	0.218	30.924	-	-	-
Goiás	São Miguel do Araguaia	0.213	30.197	-	-	-
Maranhão	Caxias	0.210	29.737	-	9.942	-
Goiás	Porangatu	0.209	29.686	-	-	-
Tocantins	Rio Formoso	0.206	29.219	-	-	-
Mato Grosso	Rosário Oeste	0.200	28.379	-	-	-
Minas Gerais	Pirapora	0.200	28.340	-	550	-
Tocantins	Gurupi	0.200	28.324	-	-	-
Maranhão	Porto Franco	0.199	28.202	-	-	-
Goiás	Vão do Paraná	0.194	27.559	-	-	-
Maranhão	Codó	0.189	26.762	-	-	-
Piauí	Alto Médio Gurguéia	0.188	26.604	-	-	-
Maranhão	Chapadas do Alto Itapecuru	0.185	26.229	-	-	-
Maranhão	Alto Mearim e Grajaú	0.182	25.814	-	-	-
Goiás	Chapada dos Veadeiros	0.174	24.668	-	-	9.738
Mato Grosso	Cuiabá	0.174	24.714	-	-	-
Tocantins	Miracema do Tocantins	0.173	24.539	-	-	-
Tocantins	Porto Nacional	0.173	24.463	-	-	-
Bahia	Bom Jesus da Lapa	0.167	23.644	-	-	-
Bahia	Cotegipe	0.164	23.233	-	-	-
Mato Grosso	Médio Araguaia	0.152	21.570	-	-	-
Piauí	Chapadas Extremo Sul Piauiense	0.150	21.280	-	-	-
Tocantins	Dianópolis	0.141	19.942	-	-	-
Minas Gerais	Grão Mogol	0.136	19.271	-	68.185	7.346
Tocantins	Jalapão	0.117	16.644	-	-	-
Minas Gerais	Patrocínio	0,639	90.663	-	280.156	6.135
Goiás	Meia Ponte	0,627	88.935	-	-	-

Fonte: Cunha et al. (2008) e IBGE (2015b); Tabela ampliada em relação a produtos da silvicultura por Moacir José Sales Medrado.

ANEXO 2 - Estudos da comunidade vegetal em regeneração natural sobre plantações florestais comerciais realizados no Brasil.

Município	Autor1	Espécie investigada	Domínio Fitogeográfico	Uso anterior da terra	Idade2 (anos)	Comp. floresta	Nº spp	Nº ind.	D (ind.ha-1)	A (m2)	Método e critério de inclusão
Assis-SP	Durigan et al. (1997)	Eucalyptus citriodora	C	vegetação nativa	22(2)	Sim	25	275	1375	2000	P (DAP ≥ 5 cm)
Assis-SP	Durigan et al. (1997)	Eucalyptus citriodora	C	vegetação nativa	22(2)	Sim	49	ni	ni	2000	P (DAP ≤ 5 cm)
Assis-SP	Modna et al. (2010)	Pinus elliottii	C (zona ripária)	pastagem	11	Não	56	1276	4923	2592	P (h ≥ 0,5 m)
Assis-SP	Santos et al. (2007)	Pinus elliottii	C (zona ripária)	pastagem	17	Não	19	94	1790	525	P (h ≥ 0,5 m)4
Belo Oriente-MG	Santos et al. (2007)	Eucalyptus grandis	FES	vegetação nativa	ni	Não	48	1255	2413	5200	P (CAP ≥ 5 cm)
Belo Oriente-MG	Calegario et al. (1993)	Eucalyptus paniculata	FES	vegetação nativa	ni	Não	55	744	1431	5200	P (CAP ≥ 5 cm)
Bofete-SP	Viani (2005)	Eucalyptus grandis	FES	ni	19(9)	Não	42	199	3317	600	P (h ≥ 1,5 m)
Bofete-SP	Viani (2005)	Eucalyptus saligna	FES	ni	19(9)	Não	27	120	2000	600	P (h ≥ 1,5 m)
Bofete-SP	Viani (2005)	Eucalyptus saligna	FES	ni	13(7)	Não	15	70	1167	600	P (h ≥ 1,5 m)
Bofete-SP	Viani (2005)	Eucalyptus saligna	FES	ni	12(7)	Não	32	164	2733	600	P (h ≥ 1,5 m)
Bofete-SP	Viani (2005)	Eucalyptus saligna	FES	ni	24	Não	30	141	2350	600	P (h ≥ 1,5 m)
Bofete-SP	Viani (2005)	Eucalyptus saligna	FES	ni	31	Não	49	382	6366	600	P (h ≥ 1,5 m)
Cristal-RS	Mochiutti et al. (2008)	Acacia mearnsii	FES (zona ripária)	vegetação nativa	16	Não	26	169	1408	1200	P (CAP > 15 cm)
Cristal-RS	Mochiutti et al. (2008)	Acacia mearnsii	FES (zona ripária)	vegetação nativa	16	Não	49	649	49167	216	P (h ≥ 0,3 m, CAP > 15 cm)
Despacho-MG	Saporetti et al. (2003)	Eucalyptus grandis	C	ni	28(10)	Não	39	ni	ni	3000	P (CAS > 10 cm)
Dionísio-MG	Silva Júnior et al. (1995)	Eucalyptus grandis	FES	vegetação nativa	18(10)	Não	123	888	635	2223	Q (CAP ≥ 5 cm)
Itatinga-SP	Chapman e Chapman (1996) e Carneiro (2002)	Eucalyptus saligna	C/FES	ni	(3)	Não	104	1900	2794	6800	P (h ≥ 1,5 m)
Itatinga-SP	Sartori et al. (2002)	Eucalyptus saligna	C	ni	50(2)	Não	24	92	184	5000	P (h ≥ 1,5 m)
Itatinga-SP	Ferreira et al. (2007)	Eucalyptus saligna	C/FES	ni	50(2)	Não	90	991	1982	5000	P (h ≥ 1,5 m)
Lavras-MG	Ferreira et al. (2005)	Eucalyptus grandis	FES	pastagem	30	Não	33	ni	ni	325	P (h ≥ 0,1 m, CAP < 15 cm)
Luiz Antônio-SP	Nóbrega et al. (2008)	Eucalyptus robusta Sm.	FES (zona ripária)	abandonada	19	Sim	21	243	30375	80	P (h ≥ 0,1 m, DAP < 5,0)

ANEXO 2 – (Continuação) - Estudos da comunidade vegetal em regeneração natural sobre plantações florestais comerciais realizados no Brasil (continuação).

Município	Autor	Espécie investigada	Domínio Fitogeográfico	Uso anterior da terra	Idade ¹ (anos)	Comp. floresta	Nº spp	Nº ind.	D (ind.ha-1)	A (m ²)	Método e critério de inclusão
Paraibuna-SP	Souza Filho et al. (2007)	Eucalyptus sp.	FES	ni	20	Não	67	549	15250	360	P 5
Paraibuna-SP	Souza Filho et al. (2007)	Eucalyptus sp.	FES	ni	7(1)	Não	101	908	25222	360	P 5
Paraibuna-SP	Souza Filho et al. (2007)	Eucalyptus sp.	FES	ni	7(1)	Não	58	832	23111	360	P 5
Paraopeba-MG	Neri et al. (2005)	Eucalyptus sp.	C	ni	30	Não	47	376	3.760	1000	P (h ≥ 1 m, CAS ≥ 10 cm)
Poços de Caldas-MG	Nappo et al. (2004; 2005)	Mimosa scabrella	ni	mineração	17	Não	77	1946	20.484	950	P (h ≥ 0,3 m)
Santa Maria-RS	Avila et al. (2007)	Eucalyptus amaldulensis	ni	ni	ni	Não	25	425	2.214	1920	P (h ≥ 0,5 m, DAP < 30 cm)
São Bernardo do Campo-SP	Tubini (2006)	Eucalyptus saligna	FOD	vegetação nativa	ni(13)	Sim	53	403	2.020	2000	P (CAP ≥ 10 cm)
São Carlos-SP	Lombardi e Motta Junior (1992)	Pinus elliottii	C	ni	20	Não	67	ni	ni	100	P4
São Luiz do Paraitinga-SP	Tabarelli et al. (1993)	Eucalyptus spp.	FOD	vegetação nativa	30(21)	Sim	63	ni	ni	3375	P (CAP ≥ 10 cm)
Tarumã -SP	Silveira e Durigan (2004)	Pinus elliottii var. densa	FES (zona ripária)	agricultura	10	Sim	13	74	1480	500	P (h ≥ 0,5 m)
Telêmaco Borba-PR	Barbosa et al. (2009)	Araucaria angustifolia	FES/FOM	ni	12	ni	83	ni	ni	300	P (h ≥ 0,1 m)
Telêmaco Borba-PR	Barbosa et al. (2009)	Araucaria angustifolia	FES/FOM	ni	22	ni	100	ni	ni	300	P (h ≥ 0,1 m)
Telêmaco Borba-PR	Barbosa et al. (2009)	Araucaria angustifolia	FES/FOM	ni	35	ni	126	ni	ni	300	P (h ≥ 0,1 m)
Telêmaco Borba-PR	Barbosa et al. (2009)	Araucaria angustifolia	FES/FOM	ni	43	ni	125	ni	ni	300	P (h ≥ 0,1 m)
Viçosa-MG	Rezende et al. (1994)	Eucalyptus grandis	FES	ni	7	Sim	44	ni	ni	900	P (h ≥ 0,1 m, DAP < 10 cm)

Legenda: C = cerrado; FES = floresta estacional semidecidual; FOD = floresta ombrófila densa; ni = não informado; Comp. floresta = Comparação com florestas adjacentes; Nº spp = número de espécies amostradas; Nº ind. = número de indivíduos amostrados; D = densidade da regeneração natural, A = área amostral, P = parcelas; Q = pontos quadrantes; DAP = diâmetro à altura do peito (1,3 m); CAP = circunferência à altura do peito; h = altura; CAS = circunferência no nível do solo.

Observação:

Idade¹ - As idades fora e dentro dos parênteses representam, respectivamente, a idade do plantio e a idade após a última intervenção com corte raso das árvores plantadas. A ausência de idade entre parênteses indica que não houve corte raso das árvores plantadas ou que essa informação não estava disponível no trabalho consultado. Nesse estudo, foram utilizados pontos em vez de área para a amostragem, sendo o número apresentado equivalente ao número de pontos utilizados no levantamento. Na amostragem, foram consideradas todas as formas de vida, para as espécies fanerógamas (com exceção de Poaceae) e para as espécies pteridófitas.

Fonte: Viani et al. (2010).