

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Estimativa dos estoques de carbono na parte aérea de
reflorestamentos de espécies nativas e remanescentes
florestais**

Guilherme Berwerth Stucchi

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências, Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Silvicultura e Manejo Florestal

**Piracicaba
2013**

Guilherme Berwerth Stucchi
Engenheiro Florestal

**Estimativa dos estoques de carbono na parte aérea de
reflorestamentos de espécies nativas e remanescentes florestais**
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **EDSON JOSÉ VIDAL DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre
em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção em:
Silvicultura e Manejo Florestal

**Piracicaba
2013**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Stucchi, Guilherme Berwerth

Estimativa dos estoques de carbono na parte aérea de reflorestamentos de espécies nativas e remanescentes florestais / Guilherme Berwerth Stucchi. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2013.
78 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Carbono 2. Matas ciliares - Restauração 3. Plantas nativas 4. Reflorestamento
I. Título

CDD 634.97
S932e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Dedico e Ofereço

Aos meus pais Davi Ben Hur Stucchi e Elizabeth Berwerth Stucchi, pelo amor e pela vida. Ao meu irmão Felipe, por dividir comigo a benção da vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Edson José Vidal da Silva, pela orientação e pela confiança, também por ter permitido que eu conduzisse a pesquisa com autonomia, sempre me orientando de forma primorosa quando precisei. Aos ensinamentos sobre floresta tropical e o contato com a Amazônia, fato que mudou minha vida. Serei sempre grato por sua atenção e dedicação em ensinar. Muito obrigado pela amizade!

Ao Prof. Dr. José Luiz Stape, coordenador do projeto Seqüestro de Carbono da CESP que proporcionou esta oportunidade de pesquisa e me orientou durante os estágios da graduação na ESALQ/USP, e me ensinou o maior valor do trabalho, “uma gota de suor”. Sempre foi um grande mestre sobre floresta e vida. Meu eterno obrigado!

Aos demais professores que contribuíram com o trabalho, em especial a Prof. Dr. Hilton Tadeu Zarate do Couto que trouxe diversos ensinamentos em disciplinas de graduação e pós-graduação.

Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, gestor do projeto “*Determinação e Modelagem da Linha de Base e das Taxas Usuais e Máximas de Seqüestro de Carbono em Áreas de Restauração da Mata Atlântica às Margens de Reservatórios da CESP (código ANEEL 0061-008/2007)*”, que proporcionou a oportunidade deste estudo, dentro do projeto. Muito obrigado!

A Companhia Energética de São Paulo (CESP), financiadora deste trabalho, em especial aos coordenadores do projeto Eng. Washington Geres e Eng. Carlos Rodrigues da CESP pela supervisão e apoio no trabalho. Aos colegas de trabalho Sr. Renato Gomes da Mota, Sr. Adilson, Sr. Jorge e Sr. Eder, amigos sem os quais certamente eu não conseguiria realizar este trabalho. Obrigado pelo apoio no trabalho e aprendizados sobre a vida. Aos demais colegas de trabalho da CESP que não citei aqui, caso contrário os agradecimentos ficariam muito longos, sintam-se agradecidos.

Ao Grupo Florestal Monte Olimpo, berço do aprendizado de minha jornada trabalho florestal e desenvolvimento pessoal, local onde o projeto foi conduzido, em especial a Vitor Trigueirinho, Ana Tukada, Gabriela Lopes Jorge, Renato Meulman, Raissa Côrtes, Daniela Pereira, Eduardo Morre, além dos outros 60 integrantes do grupo florestal, companheiros de

trabalho, sintam-se agradecidos. Aos funcionários do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, em especial à Zé Martins e Eliezer pelo apoio e amizade.

Aos meus amados pais e irmão, por me oferecerem sempre o amor e o incentivo que precisei e por tantas vezes se alegrar com as minhas conquistas. Um agradecimento especial a minha querida Mãe Elizabeth Berwerth Stucchi e ao meu Pai Davi Ben Hur Stucchi, sem os quais certamente esse caminho não teria sido percorrido. Muito obrigado pela vida!

À minha amada Camila de Abreu, por ter sido minha companheira de vida no decorrer desses anos, ao meu lado em todos os momentos, sempre com muito amor, amizade, carinho e compreensão. Te amo!

Aos eternos irmãos da república Antro da ESALQ/USP.

Aos amigos ausentes, mas sempre presentes em mim, meu sincero obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Restauração da Mata Atlântica	17
2.2 Florestas e carbono	18
2.3 Estimativas de carbono florestal	20
2.3 Capacidade das florestas	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Local	25
3.2 Reflorestamentos da CESP	26
3.3 Projeto seqüestro de carbono	28
3.3.1 Instalação de rede de parcelas permanentes e coleta de dados	29
3.3.2 Estimativa dos estoques de carbono	32
3.3.3 Análise qualitativa dos reflorestamentos e matas nativas	33
4 RESULTADOS	37
4.1 Instalação da rede de parcelas permanentes	37
4.2 Estrutura das florestas	39
4.3 Estimativa de carbono na parte aérea lenhosa	44
4.3.1 Carbono nas árvores	44
4.3.2 Carbono nas parcelas permanentes	47
4.3.3 Carbono nos reflorestamentos e matas nativas	57
4.4 Análise comparativa	62
4.5 Análise qualitativa dos reflorestamentos e matas nativas	63
5 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS	67
ANEXO	73

RESUMO

Estimativa dos estoques de carbono na parte aérea de reflorestamentos de espécies nativas e remanescentes florestais

O presente trabalho teve como objetivo avaliar reflorestamentos de espécies nativas da Mata Atlântica quanto à estimativa dos estoques de carbono na parte aérea lenhosa dos plantios sob diferentes idades e diversidade de espécies, comparando com remanescentes ciliares próximos às áreas de restauração, visando gerar respostas quanto ao seqüestro de carbono na parte aérea lenhosa dos plantios de espécies nativas em áreas ciliares. As áreas de restauração e matas nativas ciliares amostradas encontram-se na bacia do rio Tietê, em região de Floresta Estacional Semidecidual, às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos, distribuídas nos municípios de Andradina, Araçatuba, Pereira Barreto, Sud Menucci, Santo Antônio do Aracanguá e Birigui – SP. Os plantios de restauração variam quanto à idade, diversidade de espécies e estabelecimento da cobertura florestal. A área total dos reflorestamentos é de 2.860 hectares. Para o cálculo do acúmulo de carbono na parte aérea lenhosa foram amostradas 75 parcelas (24 m X 18 m) em áreas de plantios e 9 parcelas nos remanescentes ciliares, onde foram medidos todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito - DAP > 3 cm. Foi calculada a área basal, densidade de árvores por hectare, diversidade e frequência de espécies florestais, carbono médio por hectare e incremento médio anual de carbono, além de realizada análise qualitativa das parcelas. Para a estimativa de carbono foi admitido erro desejado de 10% e 90% de probabilidade da média. Os reflorestamentos apresentam alta variabilidade de sobrevivência e estoque de C devido a aspectos de qualidade de sítio e qualidade plantio e manutenção. No entanto, em média os reflorestamentos tem mostrado um incremento médio anual nas diferentes classes de idade variando de 0,72 a 1,76 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹, e com valor estimado de cerca de 1,07 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹ na idade de 20 anos. As matas nativas vizinhas amostradas mostram também ampla variação de estoque devido a perturbações, com estoque médio de 35,45 Mg C ha⁻¹. Considerando-se a manutenção das taxas de crescimento dos reflorestamentos com 20 anos, levaria em torno de mais 15 anos para atingirem o estoque médio das matas ciliares do entorno. Os plantios mais jovens mostram maior sobrevivência e maiores taxas de crescimento que plantios mais antigos, fato este que deve estar ligado às melhores práticas silviculturais de preparo de solo, controle da matocompetição e fertilização. Um total de 84 espécies florestais arbóreas foram identificadas, sendo que 19 delas respondem por 85% dos indivíduos amostrados e 82% dos estoques de carbono, sendo predominantemente pioneiras. Os plantios podem ser classificados como plantios jovens, com predomínio de espécies pioneiras e em estágio inicial de sucessão.

Palavras-chave: Restauração; Reflorestamento; Matas Nativas Ciliares; Carbono

ABSTRACT

Estimating aboveground carbon stocks in forest reforestation and forest remnants

This study evaluated Atlantic Forest species restoration estimating aboveground carbon stocks across different sites and age-classes and compared them with local remnants forest areas. The restoration sites and native forests were located in the Tiete river basin, in a semi deciduous forest type on the shores of the Tres Irmaos CESP Dam, which comprehends the municipalities of Andradina, Aracatuba, Pereira Barreto, Sud Menucci and Santo Antonio do Aracangua in Sao Paulo State. The restoration stands ranged from 4 to 20 year-old and the total reforested area was 2,860 ha. The aboveground carbon stocks of the restored forest were calculated for 75 plots (24 m x 18 m) in plantation areas and 9 plots in the residual forests. All trees with diameter at breast height - DBH > 3 cm were measured. We calculated the basal area, DBH, density of trees per hectare, diversity and frequency of forest species and average carbon stock per hectare, and performed qualitative analysis of plots. The confidence interval of the carbon estimates was calculated (10% error, 90% probability). The reforestation present high variability of survival and C stocks due to aspects of site quality and maintenance operations. On the annual increment of the restoration ranged from 0.72 to 1.76 Mg C ha⁻¹ yr⁻¹, and with an estimated value of about 1.07 Mg C ha⁻¹ yr⁻¹ for the age of 20 years. The residual native forests also show large C stock variation due to disturbances averaging 35.45 Mg C ha⁻¹. Considering the maintenance of growth rates at age 20 years it would take another 15 years to reach the average stock of the riparian forests. Younger stands also show higher survival and higher growth rates than older plantings which is probably related to the best silvicultural practices of soil preparation, controlling of invasive grasses and fertilization. A total of 84 forest tree species were identified and 19 of them account for 85% of the individuals and 82% of carbon stocks, been predominantly pioneers. Plantings can be classified as young plantings, with a predominance of pioneer species and in early stages of succession.

Keywords: Restoration; Reforestation; Native Riparian Forests; Carbon

1 INTRODUÇÃO

A recuperação de áreas degradadas por meio de plantio de floresta é um dos métodos mais utilizados atualmente. Nos locais onde a matriz florestal foi amplamente alterada, a regeneração natural encontra-se muito baixa ou nula, há necessidade de implantação de mudas de espécies nativas de diferentes grupos ecológicos e de manutenção periódica de plantio para controle de espécies competidoras agressivas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 1993).

A partir de 1986 verificou-se um aumento das iniciativas de recuperação de áreas degradadas, principalmente em áreas ciliares, devido basicamente a dois fatores: conscientização da sociedade e exigência legal.

A partir da Resolução CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986, que estabeleceu a obrigatoriedade de Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) para empreendimentos que causassem impactos e alterações significativas no meio ambiente, os plantios de restauração passaram a ser realizados em larga escala como forma de mitigação dos impactos ambientais gerados.

O plantio de espécies arbóreas nativas tem como base o código florestal Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, que determina áreas de preservação permanente e de reserva legal e a Instrução Normativa Nº 5, de 08 de setembro de 2009 que dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das áreas de preservação permanentes e da reserva Legal.

No estado de São Paulo, a resolução da Secretaria do Meio Ambiente SMA Nº. 008 de 31 de janeiro de 2008 fixam orientações para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas no estado, determinando plantio mínimo de 80 espécies florestais (SÃO PAULO, 2008).

Atualmente os plantios de florestas nativas em áreas de preservação permanentes estão sendo realizados, sendo em algumas situações em larga escala, envolvendo desde a tecnologia da produção de mudas a métodos de planejamento e plantio em campo, com elevados custos envolvidos.

Entretanto, se os objetivos da restauração forem à manutenção do potencial genético das espécies envolvidas e o equilíbrio do ecossistema, é necessário à compreensão da estrutura genética das populações e das interações complexas do ecossistema no planejamento e execução das práticas de restauração (KAGEYAMA, 1989).

Embora a mata recomposta dificilmente atinja a mesma diversidade da mata original, a revegetação tem a capacidade de mitigar uma série de efeitos e impactos ambientais, permitindo o restabelecimento de algumas características primitivas da área (GONÇALVES, et. al., 2005).

Há diversos trabalhos na literatura sobre composição florística, sucessão ecológica e interações entre fauna e flora visando à manutenção e sustentabilidade de longo prazo dos plantios de restauração (RODRIGUES; LEITÃO-FILHO, 2000; KAGEYAMA et. al. 2003).

Outros estudos têm relacionado à qualidade das mudas e o efeito de práticas silviculturais, como espaçamento entre plantas, adubação e controle de pragas e gramíneas invasoras na produtividade e sustentabilidade da floresta implantada (CAMPOE, 2008; FERREZ, 2010; PEREIRA, 2012).

Além dos objetivos de restabelecimento do ecossistema e de suas funções biológicas, é fato que o sistema de restauração através de plantio de espécies arbóreas nativas também contribui para mitigação das mudanças climáticas, através da fixação de gás carbônico presente na atmosfera.

A partir do Protocolo de Quioto em 1997, as florestas passaram a despertar um olhar estratégico na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e passaram a ser valoradas não só pelos produtos diretamente oferecidos (madeira, folhas, fibras, óleos, resinas), mas também pelos serviços ambientais desempenhados, como o seqüestro de carbono e a conservação de solo e água.

Após muitos anos de pesquisas em modelos de restauração, diversos avanços em técnicas e modelos de restauração aconteceram, o que fomentou iniciativas de pesquisa em monitoramento do crescimento e dinâmica da floresta restaurada (SILVA, 2007).

Atualmente muitas pesquisas de monitoramento das áreas restauradas são voltadas a compreender a capacidade de acúmulo de biomassa e carbono da floresta, utilizando essas variáveis como indicadores de monitoramento das áreas restauradas (SMA, 2009; FERREZ, 2011).

Assim, visando monitorar plantios de espécies arbóreas nativas, os objetivos deste trabalho foram estimar os estoques de carbono na parte aérea lenhosa dos plantios, com idades e diversidade de espécies variáveis, além de determinar o incremento médio de estoque de carbono na parte aérea lenhosa dos plantios de restauração da Mata Atlântica.

Análises adicionais foram realizadas para determinar a diversidade de espécies e o grau de perturbação nos projetos de restauração florestal e nas matas ciliares utilizadas como referência.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Restauração da Mata Atlântica

A Mata Atlântica brasileira é considerada um hot-spot em termos de biodiversidade e endemismo, incluindo áreas do litoral onde a floresta é inundada (restinga), zonas de baixada, sub-montana e florestas de altitude. Atualmente é o bioma brasileiro com menor cobertura florestal, devido ao longo do processo histórico de colonização e desenvolvimento do Brasil (VIERA et al., 2008).

Estimativas sugerem uma área remanescente de 11,6 a 16% da cobertura original (RIBEIRO et al., 2009; INPE, 2011) distribuídos em reservas e remanescentes florestais, que muitas vezes se encontram fragmentados ao longo da paisagem. Segundo INPE et al. (2011), a área mapeada do bioma Mata Atlântica de 128.898.972 hectares se encontra reduzida a 14.975.951 hectares de remanescentes florestais, distribuídos em 16 estados brasileiro. Apenas nos últimos 25 anos, a Mata Atlântica perdeu 1.735.479 hectares, ou 17.354 km² (SOS, 2013).

O Pacto pela Restauração da Mata Atlântica tem como objetivo promover a restauração de 15 milhões de hectares de florestas até o ano de 2050 (SMA, 2009), o que aponta para a grande demanda de ações de restauração para o bioma.

Antigamente as ações de restauração objetivavam principalmente à proteção de recursos hídricos e edáficos, como a implantação florestal em áreas ciliares, recuperação de bacias hidrográficas degradadas, controle da erosão, estabilização de taludes e encostas (OLIVEIRA, 2011), além da necessidade de cumprimento de passivos ambientais por grandes empresas (DURIGAN, 2007). Grande parte dessas ações foi baseada no plantio de mudas, que na maioria dos casos não levavam em conta modelos de distribuição das espécies no campo (com a utilização de espécies totalmente ao acaso), e sem utilização de aspectos sucessionais (KAGEYAMA & GANDARA, 2001). Segundo Rodrigues et al. (2009) variavam desde ações nada científicas de tentativa e erro até projetos baseados em conceitos e teorias ecológicas.

A partir da década de 80 foram iniciadas as pesquisas científicas voltadas à restauração, onde técnicas e modelos foram estudadas. Inicialmente as pesquisas foram voltadas a compreender as bases ecológicas dos processos sucessionais e características das espécies florestais com base em plantios heterogêneos de espécies arbóreas nativas (RODRIGUES et al., 2009). As bases ecológicas para desenvolvimento dos modelos eram a composição florística e a estrutura da vegetação em áreas remanescentes de referência e os processos de sucessão secundária em florestas tropicais (DURIGAN, 2007).

Kageyama & Gandara (2001) citam alguns principais avanços na silvicultura de espécies nativas, como a criação de métodos de coleta de sementes, formação de mudas em tubetes, diversidade de espécies utilizadas de diferentes grupos sucessionais, espaçamentos mais adequados, adequação do preparo do solo para diferentes graus de degradação, adubação e manutenção dos plantios.

Nos últimos anos outras técnicas vêm sendo testadas, como a semeadura direta, a condução da regeneração natural, técnicas diversas associadas à nucleação, práticas agro ecológicas voltadas à valorização e condução da regeneração e processos sucessionais nas áreas a serem restauradas e à inclusão de componentes não arbóreos da vegetação. As interações planta-animal, como herbivoria, polinização e dispersão são fundamentais para a sustentabilidade dos ecossistemas florestais e vêm sendo praticadas, a partir da seleção de espécies que favoreçam e equilibrem esses processos (OLIVEIRA, 2011).

Para Lamb et al. (2005), as restaurações em ambientes tropicais podem ser distintas para uma mesma área, a depender dos objetivos do processo de restauração. Esses objetivos podem ser a restauração da biodiversidade ou focar na produção e suprimento de bens e serviços diversos, como a conservação de solo, melhoria na qualidade e na quantidade de água, abrigo e conectividade da fauna e fixação do carbono atmosférico (MELO; DURIGAN, 2006; IPCC, 2006).

2.2 Florestas e carbono

O ciclo de carbono global é reconhecido como um dos mais importantes ciclos biogeoquímicos devido ao seu papel na regulação da concentração de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, o principal gás do efeito estufa (GEE). As florestas desempenham um papel importante nesse ciclo global do carbono porque armazenam grandes quantidades de carbono na vegetação e no solo (BROWN et al., 2002).

Devido aos elevados índices de desmatamento nas florestas tropicais nas últimas décadas, a contribuição do desmatamento para o aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera tem sido relevante (IPCC, 2006). Segundo Silver et al. (2000), 52% das florestas do mundo estão concentradas nos trópicos, sendo que essas florestas são consideradas as maiores fontes de dióxido de carbono para a atmosfera.

As estimativas demonstram que as emissões de dióxido de carbono provenientes do desmatamento e alteração de uso do solo podem atingir duas a três vezes às emissões da queima de combustíveis fósseis (LUGO; BROWN, 1992) e contribuir com cerca de 20% no aumento da concentração de CO_2 atmosférico (VIERA et al., 2008).

Os cientistas já alertaram que, dentre outros fatores, a mudança no uso do solo e principalmente a queima de combustíveis fósseis têm acelerado o processo de aquecimento global através das emissões de gases de efeito estufa, o que já ocasiona perturbações climáticas e ecológicas (INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC, 2001; 2007).

A partir do protocolo de Quioto, em 1997, na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), o tema sobre seqüestro de carbono florestal foi estrategicamente aplicado na gestão econômica para mitigar as emissões de dióxido de carbono, em termos de créditos de carbono, conhecidas como “Reduções Certificadas de Emissões” (CER¹, sigla em inglês), comercializados através de mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto, sendo o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (SILVER et al., 2000).

Segundo Brown et al. (2002), o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) permite a emissão de compensação de comércio de “créditos de carbono” entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento, através de atividades de projetos de “seqüestro de carbono”. Os projetos devem ser reais, mensuráveis e de longo prazo, relacionados com a mitigação da mudança do clima e adicional ao cenário que ocorreria na ausência do projeto (BROWN et al., 2002). Segundo o mesmo autor, o Protocolo de Quioto trata de mecanismos de compensação, que no caso das florestas, limita-se ao florestamento e reflorestamento (F/R), considerando como linha de base o ano de 1990, ou seja, para a área ser elegível para um projeto de carbono, o reflorestamento/ florestamento tem que ter ocorrido a partir de 1990, e o projeto tem que seguir umas das 17 metodologias aprovadas pelo Comitê Executivo do MDL.

Paralelamente ao MDL, surgiu um mercado voluntário de carbono, onde atividades florestais como o desmatamento evitado (REDD², sigla em inglês) e melhorias no manejo florestal (IFM³, sigla em inglês), se tornaram elegíveis, desde que baseadas nas regras estabelecidas pelos regimes e em metodologias previamente aprovadas (VCS, 2008, 2011; LOPEZ, 2009; MERGER, 2010).

Entretanto, independente da elegibilidade da atividade e do tipo de mercado de carbono, os principais objetivos de um projeto de carbono são biodiversidade da conservação, desenvolvimento sustentável das comunidades locais e geração de acúmulo e manutenção de carbono que sejam reais, mensuráveis e verificáveis (TIEPOLO, 2002).

¹ Certified Emissions Reduction

² Reduction Emission from Deforestation and Degradation

³ Improved Forest Management

2.3 Estimativas de carbono florestal

Os estoques de biomassa e carbono de árvores podem ser determinados basicamente pelo método direto (determinação) ou indireto (estimativa). Determinação significa uma medição real feita diretamente na biomassa e carbono, por exemplo, a pesagem dos fustes das árvores da parcela, determinação em laboratório da densidade básica da madeira e teor de carbono na matéria seca. Geralmente, esse método é oneroso e se restringe a amostras pequenas da população para ajustar e calibrar os modelos empregados nas estimativas de biomassa (SANQUETTA, 2002).

No método indireto os estoques de biomassa e carbono de árvores podem ser estimados utilizando equações apropriadas aplicadas as medidas das árvores, de variáveis de fácil obtenção e que não requeira a destruição do material vegetal. As estimativas podem ser feitas por meio de relações quantitativas ou matemáticas, como razões ou regressões de dados provenientes de inventários florestais por meio da derivação do volume comercial, em que são utilizados fatores que podem ser de expansão ou de conversão e por dados de sensoriamento remoto (HIGUCHI; CARVALHO JUNIOR, 1994).

No geral, modelos de regressão são usados para converter dados de inventário florestal em uma estimativa da biomassa e carbono acima do solo, a partir de equações que relacionam variáveis de entrada, principalmente o diâmetro à altura do peito (DAP), altura (H) e densidade básica da madeira (Db) (CHAVE et al., 2005).

Embora a combinação de DAP e H sejam muitas vezes superiores quanto à aplicação apenas do DAP, obter a altura da árvore pode tomar tempo e aumentar demasiadamente o custo de qualquer programa de controle. Além disso, as equações de regressão com grande grau de significância podem ser desenvolvidas com alta precisão usando apenas o DAP (BROWN; PEARSON, 2004).

Há estudos que relacionam o número de variáveis de entrada com a precisão do modelo utilizado. Segundo Lacerda et al. (2009), a inclusão da altura total ou da densidade básica representa uma diferença de apenas 0,01, ou seja, 1% no modelo do coeficiente de determinação para o modelo de carbono total.

Vieira et al. (2008) recomenda a utilização de modelos que apresentem estimativas mais acuradas, entretanto modelos mais simples (aqueles com apenas uma variável independente, normalmente o DAP) podem ser utilizados quando o foco for o monitoramento das variações no estoque de carbono através do tempo.

Tiepolo et al. (2002) recomenda o uso da relação diâmetro e diâmetro ao quadrado para estimar biomassa acima do solo de árvores em bioma de Mata Atlântica.

Vismara (2009) estabeleceu equação de predição de biomassa total a partir de amostra destrutiva de 200 árvores de dez espécies distintas, utilizando como variável preditora apenas o DAP. O mesmo autor concluiu que a inclusão da densidade básica da madeira pode diminuir o viés da estimativa de biomassa em até 30% (VISMARA, 2013).

As equações definidas podem ser aplicadas por espécie ou grupo de espécies, mas ainda não existe consistência sobre quais grupos podem ser formados. Mesmo quando um grupo funcional é definido ele pode apresentar diferenças em sua forma de crescimento entre as áreas geográficas estudadas (BROWN; PEARSON, 2004).

Florestas tropicais podem abrigar até 300 espécies em um hectare, esse fato dificulta a aplicação de modelos de regressão alométricos que tomam por base poucas espécies (CHAVE et al., 2005).

Para obter melhores resultados em estimativas de carbono do componente arbóreo ao longo do tempo, a amostragem por parcelas permanentes são consideradas como estatisticamente mais eficientes na estimativa de mudanças nos estoques de carbono florestal ao longo do tempo. Processos florestais são geralmente medidos em períodos de cinco anos de intervalo (BROWN; PEARSON, 2004).

Uma vez que o nível de precisão foi decidido, tamanhos de amostra podem ser determinados para cada reflorestamento na área do projeto (BROWN; PEARSON, 2004). No entanto, a experiência tem mostrado que para plantios de espécies nativas de alta biodiversidade, a composição de espécies selecionadas para estruturar o reflorestamento interfere na dinâmica do seqüestro de carbono, podendo variar a taxas anuais de acúmulo de 0,8 a 15 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹ (SILVER et al., 2000). Dessa forma, para permitir uma amostragem mais eficiente estratifica-se a área em subconjuntos, visando minimizar os efeitos da variância.

Avaliar diferentes composições de espécies é uma forma eficiente de explorar as tendências das atividades de reflorestamento e de restauração ao longo do tempo sobre o acúmulo de carbono. Muitas vezes a grande dificuldade para finalizar tal estudo é a ausência de floresta madura na região como referência para o reflorestamento, sobre a biomassa potencial que pode ser acumulada (SILVER et al., 2004).

Diversos trabalhos tratam sobre estimativa de carbono em áreas de restauração florestal ciliar no estado de São Paulo e notadamente verifica-se grande variação no

crescimento das florestas plantadas com essências nativas em função de sítio, tratos culturais, qualidade e material genético das mudas, além da diferença de método amostral para uma adequada avaliação e comparação dos estoques de carbono (BELLOTTO et al., 2009).

Segundo Chave et al. (2005), os modelos de regressão preferencialmente devem assumir uma relação de superioridade do diâmetro sobre a altura. A melhor forma de avaliar se o modelo está adequado à área de monitoramento é averiguar usando dados de biomassa de árvores cortadas, em experimentos destrutivos.

Os mesmos autores sugerem que o total da biomassa acima do solo (em kg) de uma árvore deve ser proporcional a densidade específica da madeira, a área basal e altura total da árvore.

No experimento de Viera et al. (2008), a densidade da madeira explicou 20 a 30% de toda a variação de biomassa florestal de sítios na Amazônia. O mesmo autor utilizou nesse estudo valores médios de densidade de madeira para os gêneros quando não ocorreu aferição específica por espécie.

Observações para a Mata Atlântica sugerem que o modelo pan-tropical proposto por Chave et al. (2005) podem ser utilizadas com confiança entre os biomas, uma vez que o mesmo engloba o DAP, a altura e a densidade da madeira (VIEIRA et al., 2008).

Campoe (2008) determinou a densidade básica da madeira de espécies nativas através do método da balança hidrostática (FOELKEL et al., 1971) e calculou o volume das árvores pelo método de Smalian (SCOLFORO, 1998)

Ferez (2011) determinou a biomassa de 20 espécies florestais através da pesagem dos compartimentos da árvore em campo e através de modelos de regressão. Este estudo sugere equação específica para os reflorestamentos com espécies nativas no estado de São Paulo.

2.3 Capacidade das florestas

As florestas tropicais apresentam alta taxa primária líquida de produção e armazenamento de carbono (SILVER et al., 2000).

Silver et al. (2004), estimaram que um reflorestamento ou florestamento pode seqüestrar de 52 a 104 Mg C ha⁻¹ em um período de 50 anos, sendo que 70% das áreas com esse potencial ocorrem nas latitudes tropicais. Em florestas secundárias tropicais, o acúmulo de carbono pode ser superior a 100 Mg C ha⁻¹. As quantidades mais significativas acumulam-se nos primeiros 20 anos.

Para discutir e conhecer as taxas de fixação de carbono em plantios de matas ciliares em diferentes condições ambientais, Melo; Durigan (2006) aplicaram equação de estimativa de biomassa aérea aos dados obtidos em levantamentos fitossociológicos, oriundos de monitoramento de 30 plantios experimentais na bacia do Rio Paranapanema, com idades oscilando entre 1 e 28 anos, sendo parte deles efetuados em região de Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica) e parte em região de domínio de Cerrado, que diferem em idade, composição de espécies e condições edáficas.

Os resultados obtidos por Melo; Durigan (2006), demonstraram que em plantios heterogêneos de espécies nativas com diferentes idades, foi verificado em áreas de solos florestais a taxa média de fixação $5,2 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ na parte aérea lenhosa e as florestas maduras apresentaram uma considerável diferença no estoque de biomassa, sendo mais elevado nas regiões com histórico florestal ($9,8 \pm 4,5 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), com solos argilosos e de alta fertilidade, em comparação com a região de cerrado ($2,1 \pm 0,9 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), com solos arenosos e de baixa fertilidade.

Tiepolo et al. (2002), em estudo de medição e monitoramento do estoque de carbono no Projeto de Ação Climática de Guaraqueçaba, Estado do Paraná, observaram que o estoque médio de carbono acima do solo foi de $135,9 \text{ Mg C ha}^{-1}$ na floresta submontana, $106,8 \text{ Mg C ha}^{-1}$ na floresta de planície, $64,12 \text{ Mg C ha}^{-1}$ na floresta de várzea, $106,1 \text{ Mg C ha}^{-1}$ na floresta no estágio avançado, $101,96 \text{ Mg C ha}^{-1}$ na floresta secundária em estágio médio e $42,89 \text{ Mg C ha}^{-1}$ na floresta secundária jovem.

Em área de solo de Cerradão em Assis - SP o estoque de $15,2 \text{ Mg C ha}^{-1}$ em áreas de reflorestamento heterogêneo foi verificado aos seis anos de idade de plantio (MELO, 2009).

Em áreas de restauração florestal com plantio de essências nativas, na bacia do rio Tietê no interior do estado de São Paulo, foi obtido valores de estoque de carbono de $25,95 \text{ Mg C ha}^{-1}$ aos 7 anos de idade e $14,61 \text{ Mg C ha}^{-1}$ aos 5,5 anos de idade (LACERDA et al., 2009).

Na região de Rio Claro, estado de São Paulo, em plantio de restauração com 8 e 23 anos, foi verificado estoque de carbono $34,43 \text{ Mg C ha}^{-1}$ e $50,52 \text{ Mg C ha}^{-1}$ (PREISKORN, 2011).

Em Anhembi, estado de São Paulo, Ferez (2011) quantificou estoque na parte aérea lenhosa de 20 espécies comuns em plantios de restauração, e obteve aos 6 anos de idade, 6 Mg C ha^{-1} em tratamento usual, e 16 Mg C ha^{-1} sob manejo intensivo com adubação e

controle de mato competição, concluindo que o manejo intensivo proporciona incremento de até 4 vezes mais incremento no estoque de carbono.

Burger; Delitti, (2008) avaliaram florestas atlânticas através de métodos indiretos, utilizando equações desenvolvidas para outras florestas tropicais, sendo testados 25 modelos alométricos. Com base neste estudo, concluiu-se que a Mata Atlântica tem um acúmulo máximo de carbono acima do solo de 85 Mg C ha^{-1} . Florestas secundárias e perturbadas têm menos de 50 Mg C ha^{-1} , e em casos extremos de perturbação, chegam a acumular menos de 25 Mg C ha^{-1} .

Ferez (2011) estimou na Mata do Barreiro Rico no interior do Estado de São Paulo, em floresta estacional semidecidual, estoque de 138 Mg C ha^{-1} na parte aérea lenhosa, utilizando a equação de Chave et al. (2005).

Melo e Durigan (2006) estimaram estoque de 80 Mg C ha^{-1} em área de floresta estacional semidecidual localizada em área ciliar madura.

Souza et al. (2011) realizaram um estudo em floresta estacional semidecidual no Vale do Rio Doce em Minas Gerais, sendo que a área foi estratificada conforme estágio de regeneração natural. Os resultados obtidos pelos autores permitiram concluir que a floresta nativa em estágio avançado de regeneração estocou mais que o dobro em volume e biomassa e sequestrou aproximadamente nove vezes mais carbono em comparação à área em estágio médio de regeneração. Nessa última área, cerca de 75% dos estoques de volume e biomassa e sequestro de CO_2 estão concentrados nas árvores com até 45 cm de DAP, e na área em estágio avançado mais de 35% estão estocados nas árvores com $\text{DAP} > 45 \text{ cm}$. O autor pode observar que a estrutura diâétrica e o estágio de sucessão contribuíram para as diferenças de estoque de volumes demonstradas.

Os plantios de restauração de matas ciliares ocorrem em faixas estreitas às margens de corpos d'água, onde a competição por luz e recursos naturais é muito baixa entre as plantas, dessa forma, a sua capacidade de acumular carbono é superior à capacidade das florestas encontradas em áreas extensas das zonas de interflúvio (MELO; DURIGAN, 2006). Os mesmos autores observaram que o incremento anual em carbono nos plantios com essências nativas se igualaria as matas nativas em cerca de 15 anos em solos florestais e em 40 anos em solos de cerrado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O presente estudo foi realizado em áreas reflorestamento com espécies arbóreas nativas para restauração da Mata Atlântica às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos – SP. Inaugurada em 1991, a Usina Hidrelétrica de Três Irmãos é a 4ª maior usina da CESP e possui cinco unidades geradoras. Está localizado no rio Tietê, a 28 km da confluência do rio Paraná e sua barragem têm 3.640 m de comprimento e seu reservatório mede 785 km². Possui duas eclusas para navegação.

O reservatório pertence à bacia do rio Tietê, localizado na região do baixo-Tietê, no planalto ocidental paulista a noroeste do estado de São Paulo. O rio Tietê é um dos principais rios do estado, atravessando o estado de sudeste a noroeste, estando sua nascente no município de Salesópolis/SP na serra do mar (1.120 m de altitude) e desaguando no rio Paraná, na divisa com o estado de Mato Grosso do Sul, no município de Três Lagoas/MS (300 metros altitude) (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP, 2012).

Os reflorestamentos estudados estão distribuídos entre os municípios de Andradina, Araçatuba, Pereira Barreto, Sud Mennucci, Santo Antônio do Aracanguá e Birigui – SP, entre as latitudes 20°37' e 21°03' S e longitudes 50°15' e 51°17' W conforme Figura 1.

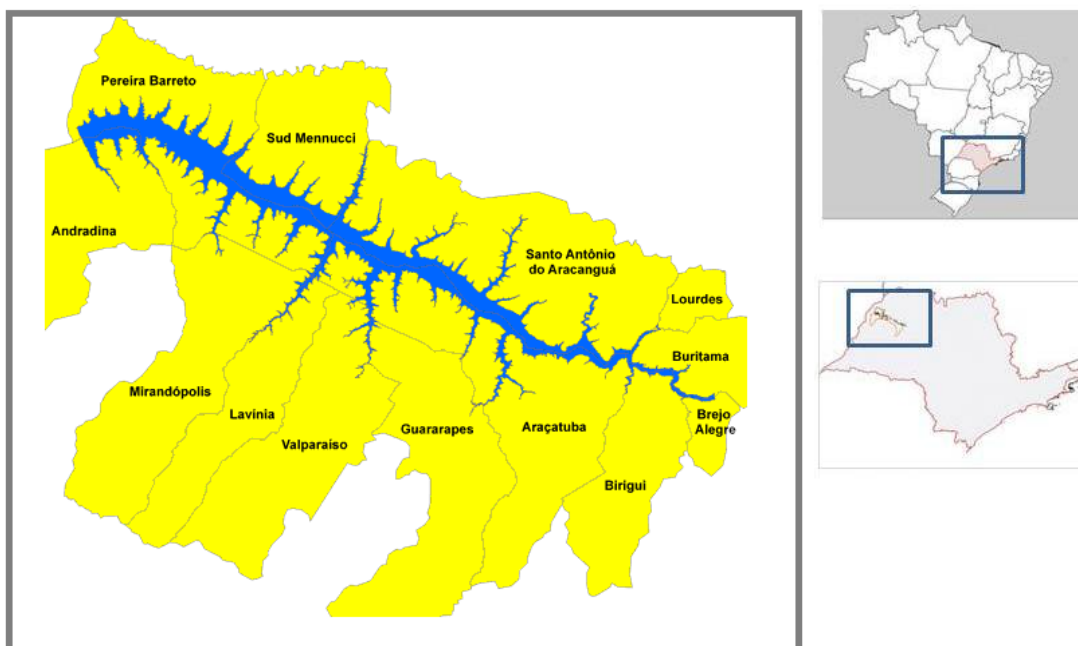


Figura 1 - Localização geográfica do reservatório da UHE Três Irmãos no estado de São Paulo. Fonte: ANEEL, 2013.

O clima na região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw, tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. O mês mais seco tem precipitação inferior a 60mm e com período chuvoso que se atrasa para o outono. A altitude na área amostrada varia de 328 a 330/331 metros acima do nível do mar, a pluviosidade média anual na região é em torno de 1350 mm e temperatura média de 23,5 °C (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2012).

A vegetação original na região está dentro do domínio do Bioma Mata Atlântica, classificada como Floresta Estacional Semidecidual (CESAR, 1988).

3.2 Reflorestamentos da CESP

A partir da década de 70, a Companhia Energética de São Paulo – CESP iniciou um programa de restauração de suas margens visando mitigar os impactos ambientais decorrentes da construção dos reservatórios, barragens e usinas hidrelétricas. O programa de recuperação das margens ciliares dos reservatórios da CESP teve como objetivo garantir a regularização hidrológica, estabilização geológica, proteção do solo, a não contaminação dos recursos hídricos, retenção de eventuais poluentes, a conservação de espécies vegetais e animais, além da manutenção da diversidade genética (ANTIQUERA, 1992).

No fim da década de 80, a CESP e a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, por meio de um convênio firmado com o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF desenvolveram pesquisas em modelos de restauração, a serem aplicados no entorno dos reservatórios da empresa o que permitiu o avanço dos modelos de plantios de espécies nativas.

As atividades de reflorestamento nas margens do reservatório da UHE Três Irmãos foram iniciadas em 1991, com o plantio de 200 ha no município de Pereira Barreto – SP. Em 2010 foi concluído o plantio de 2860 hectares de reflorestamentos nas margens do reservatório da UHE Três Irmãos, conforme firmado no compromisso expresso no Relatório de Impacto Ambiental (CESP, 1990).

Ao longo desses anos diversos avanços ocorreram na silvicultura de espécies nativas, a destacar o desenvolvimento das técnicas de coleta de sementes, produção de mudas florestais e técnicas de implantação e manutenção dos plantios.

A Figura 2 ilustra algumas áreas de reflorestamento amostradas no estudo, com idades variando de 4 a 20 anos.



Figura 2 – Áreas de reflorestamentos da CESP com idades variando de 4 a 20 anos
Fonte: STUCCHI (2012)

Atualmente, são reflorestados em média 500 hectares por ano de áreas de preservação permanente, às margens dos reservatórios sob gestão da CESP no estado de São Paulo.

O modelo atual de restauração florestal é baseado no plantio de espécies florestais com alta diversidade (80 espécies) e manejo intensivo, com preparo de solo mecanizado e/ou manual, adubação de base e cobertura, controle do mato até o estabelecimento da floresta (36 meses) através de capina química e combate a formigas cortadeira. A aplicação das técnicas de manejo de alta intensidade foram iniciadas nos reflorestamentos da CESP a partir do ano 2000.

Nos reflorestamentos anteriores a esta data (12-20 anos), a diversidade de espécies no plantio era menor que atualmente, bem como a baixa tecnologia envolvida na implantação e manutenção das áreas, onde a limpeza da área e preparo de solo eram realizados com o uso de grade arradora e o controle a mato através de capina manual.

Medidas de proteção evoluíram ao longo do tempo, como a manutenção de uma faixa de mais de dois metros de largura na divisa entre os reflorestamentos e vizinhos, para minimizar a propagação de focos de incêndios e todos os lotes de reflorestamento são

cercados para tentar impedir a invasão de gado, além de outras atividades que possam prejudicar principalmente o desenvolvimento inicial das mudas plantadas.

3.3 Projeto seqüestro de carbono

O presente estudo é parte integrante do projeto “Determinação e Modelagem da Linha de Base e das Taxas Usuais e Máximas de Seqüestro de Carbono em Áreas de Restauração da Mata Atlântica às Margens de Reservatórios da CESP” (código ANEEL 0061-008/2007), dentro do âmbito do convênio CESP/ESALQ/IPEF. Além desse estudo, o projeto ANEEL 0061-008/2007 mantém diversas frentes de pesquisa. Destacam-se um ensaio experimental de 12,5 hectares de plantio de espécies nativas sob diversos tratamentos silviculturais e modelos de composição florística, instalado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Foz do Aguapeí para determinação das taxas de seqüestro de carbono e o estudo da viabilidade de criação de projetos voltados aos mercados de carbono regulado e voluntário nas áreas de restauração da CESP.

Resultados do projeto ANEEL 0061-008/2007 estão sendo publicados, como o presente levantamento de quantificação dos estoques iniciais de carbono dos reflorestamentos implantados no reservatório do UHE Três Irmãos – SP e os resultados da análise de viabilidade do projeto frente ao mercado de carbono.

É importante ressaltar que através da adoção da ferramenta de adicionalidade do MDL, a equipe do CEPEA/ESALQ verificou que o projeto ANEEL 0061-008/2007 não é adicional para o mercado regulado (MDL) e voluntário (VCS e Carbonfix) de carbono (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2011). A partir dessa conclusão, não foram quantificados os créditos de carbono e $\text{CO}_2^{\text{-eq}}$ gerado pelas áreas de reflorestamento deste estudo, sendo a variável carbono, quantificada em Mg C ha^{-1} como parâmetro de estabelecimento dos reflorestamentos implantados CESP.

Este estudo foi realizado através da instalação de uma rede de parcelas permanentes de inventário florestal, com previsão de inventários bi anual, onde será possível determinar o estoque e incremento de carbono na biomassa arbórea de cada parcela de reflorestamento implantado, além de acompanhar os processos de sucessão florestal e fazer projeções, bem como definir estratégias de longo prazo para os plantios de restauração florestal.

Nessa dissertação foi possível estimar os estoques de carbono acumulados até o ano de 2011, dos reflorestamentos sob diferentes idades e diversidade de espécies variáveis.

3.3.1 Instalação de rede de parcelas permanentes e coleta de dados

Com objetivo de monitoramento contínuo dos reflorestamentos da CESP e matas ciliares da região, optou-se pela instalação de parcelas permanentes de inventário florestal, com previsão de remedição a cada 2 anos.

No período de 2010 e 2011, foi instalada a rede de parcelas permanentes em reflorestamentos com idades variando de 4 a 20 anos (2007-1991) e em matas ciliares da região.

As parcelas dos reflorestamentos são de 6 linhas x 12 plantas, com formato retangular, de área aproximada de 432m², com dimensões de 18m (no sentido perpendicular ao reservatório) x 24m no sentido paralelo à água (Figura 3), uma vez que os reflorestamentos eram plantados no espaçamento 3m x 2m. Nas matas ciliares as parcelas também tiveram formato retangular de área de 432m². O acesso as parcelas se deu por meio fluvial e terrestre e as parcelas foram instaladas em matas nas margens do leito principal e na margem de leitos secundários (ribeirão) do rio.



Figura 3 - Alocação das parcelas permanentes no campo.
Fonte: Google Earth, 2013.

A sistemática de alocação de parcelas consistiu na divisão dos reflorestamentos em função do ano de plantio, conforme definido pelo Programa de Reflorestamento da UHE Três Irmãos. Foram definidos nove projetos de reflorestamentos conforme ilustrado na Tabela 1

abaixo e para a mata nativa foram instaladas parcelas nos remanescentes ciliares com tamanho mínimo de 3 ha, visando eliminar os efeitos de borda.

Tabela 1 - Reflorestamentos às margens do reservatório da UHE Três Irmãos, em dezembro de 2010 (CESP, 2011).

PROJETO	MUNICÍPIO	IDADE*	ANO DE PLANTIO	ÁREA (ha)
Complexo Hortifrutigranjeiro/ Canal de Perreira Barreto	Perreira Barreto	20	1991	199
Reassentamento Populacional Rural Três Irmãos/ Canteiro de Obras Três Irmãos	Perreira Barreto	16	1995	211
Andradina	Andradina	15	1996	300
P. Barreto e Sud Mennucci	Perreira Barreto e S. Mennucci	14	1997	450
Sud Mennucci e S. Antônio do Aracanguá	Sud Mennucci e S. Antônio do Aracanguá	13	1998	500
P. Barreto e Araçatuba	P. Barreto e Mirandópolis	12	1999	500
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	2003/2004	340
Ribeirão Mato Grosso I	Santo Antônio do Aracanguá	6	2004/2005	180
Ribeirão Mato Grosso II	Birigui	4	2006/2007	180

Nota: IDADE* – diferença em anos, entre a data de plantio e a data da coleta de dados do estudo.

Em cada reflorestamento (em função da idade) foram instaladas e mensuradas em média 1 parcela para cada 30 hectares de reflorestamento. A medição seguiu uma ordem específica conforme ilustrado na Figura 4.

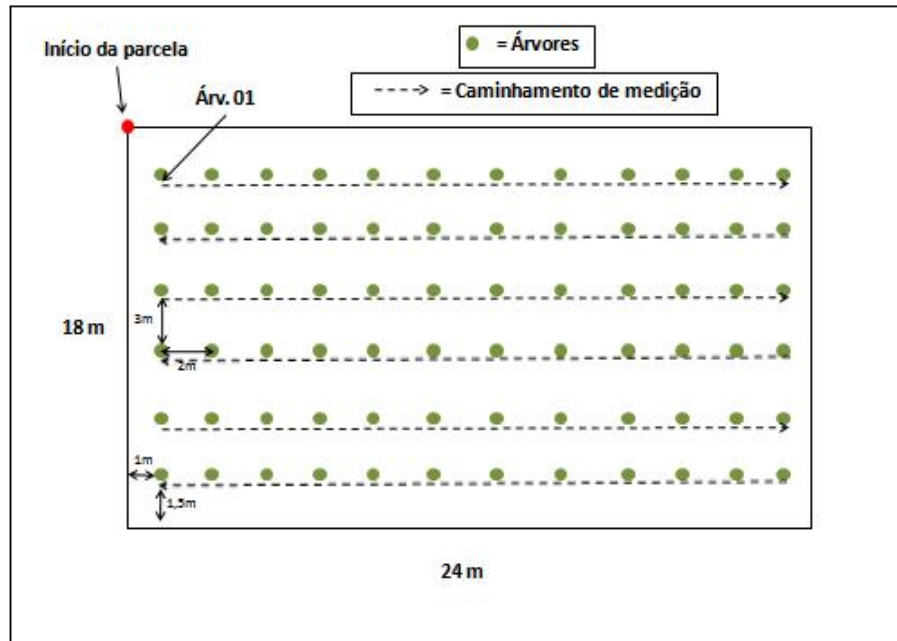


Figura 4 - Dimensões detalhadas da parcela e caminamento de medição
 Fonte: MEULMAN (2012) (arquivo pessoal)

As plantas foram identificadas por meio de plaquetas numeradas e com uso de planilha de campo foram coletadas informações como espécie, CAP e altura total, considerando-se apenas os indivíduos arbóreos com CAP > 10 cm, conforme ilustrado na Figura 5.



Figura 5 - Identificação, fixação de plaquetas e medição das árvores das parcelas permanentes
 Fonte: STUCCHI (2012)

Para indivíduos com mais de um fuste (bifurcação abaixo do CAP) foram medidos todos os fustes com CAP > 10 cm. Nas equipes de instalação sempre havia a presença de um Técnico de Meio Ambiente da CESP familiarizado na identificação botânica das espécies. Em alguns casos, houve coleta de material botânico para posterior identificação em laboratório.

Nas matas ciliares a sistemática de instalação e medição das parcelas foi idêntica aquela utilizada nos reflorestamentos, entretanto, nas matas ciliares não há um número de plantas pré-determinado por parcela.

Para a coleta de dados, a classificação dos projetos em função da idade de plantio foi uma alternativa utilizada para facilitar a sistemática de alocação das parcelas em mapas e em campo.

3.3.2 Estimativa dos estoques de carbono

A estimativa do carbono da parte aérea das árvores foi realizada a partir de equações de biomassa e carbono existentes em literatura (PREISKORN, 2011). Apesar do projeto ANEEL 0061-008/2007 prever a cubagem rigorosa de árvores em seu ensaio experimental, na RPPN Foz Aguapeí, o experimento está em áreas de preservação permanente, o que impossibilitou a coleta de amostras destrutivas dos indivíduos arbóreos para cubagem rigorosa e análise do teor de carbono nas parcelas permanentes.

Foram consultados trabalhos existentes na literatura referente à proposição de modelos alométricos de estimativa de carbono em áreas de reflorestamentos. Foram pré-selecionados os modelos mais utilizados atualmente em pesquisas de restauração florestal com espécies nativas da Mata Atlântica, conforme Tabela 2. Optou-se também por selecionar modelos que foram determinados com indivíduos de classe de DAP de até 50 cm e/ou preferivelmente terem sido desenvolvidos a partir de áreas de restauração florestal e/ou tipologias florestais semelhantes desenvolvidos em áreas ciliares e/ou às margens da mesma bacia hidrográfica e/ou sob condições edafo-climáticas e de plantio (espécies e modelos de restauração) semelhantes.

Tabela 2 - Modelos alométricos pré-selecionados em literatura para estimativa do estoque de carbono.

Referência R ²	Modelo Alométrico	DAP
Brown (1997) 0,89	$BPA = \exp(-1,996 + 2,32 * \ln(DAP))$	5-40 cm
Chave et al. (2005) 0,98	$BPA = \exp(-2,187 + 0,916 * \ln(\rho * DAP^2 * H))$	5-156 cm
Tiepolo et al. (2002) 0,91	$BPA = 21,297 - (6,953 * DAP) + 0,74 * (DAP^2)$	4-116 cm
Ferez (2011) 0,94	$\ln(BPA) = 6,038 + 0,944 * \ln(AS) + 0,961 * (\ln(H))^2 + 1,022 * (\ln(\rho))^3$	3-24 cm
Lacerda et. al. (2009) 0,87	$\ln(CPA) = -1,84511 + 1,98505 * \ln(DAP)$	5-30 cm

Nota: BPA = Biomassa da Parte Aérea Lenhosa; CPA = Carbono da Parte Aérea Lenhosa; CPA = BPA x 0,47; Id = Idade (anos); DAP = diâmetro à 1,30 m do solo (cm); H = Altura total (m); ρ = densidade básica da madeira ($g.cm^{-3}$); AS = Área seccional ($m^2.ha^{-1}$)

Os modelos variam quanto ao número de variáveis de entrada (DAP, Altura e/ou Densidade Básica da Madeira) e saída (Biomassa e/ou Carbono). Para os casos em que a variável resposta é a biomassa, a determinação do carbono se deu através da multiplicação pelo teor de carbono médio de 0,47 (IPCC, 2006).

Os dados coletados foram aplicados aos modelos acima e nos casos onde o modelo aplicado utiliza a variável densidade básica da madeira, a mesma foi obtida a partir de dados de literatura, para cada espécie e gênero.

Os dados coletados foram aplicados às equações da Tabela 2, para determinação do carbono de cada árvore da parcela. Para o presente estudo, dentre os cinco modelos pré-selecionados em literatura, foi determinado o modelo alométrico mais adequado através de uma análise de sensibilidade, onde foram selecionadas as árvores de grande porte da população amostrada e suas medidas de diâmetro, altura e densidade básica foram comparadas através do método indireto de determinação de biomassa, com a determinação do volume cilíndrico, fator de forma e densidade básica da espécie.

O modelo em que o resultado estimado for o mais próximo do método de determinação de volume cilíndrico aplicado ao fator de forma e densidade da madeira, será escolhido para estimar o estoque de carbono das parcelas permanentes inventariadas.

A partir da escolha do modelo alométrico, fez-se a somatória do carbono de cada árvore para totalizar o carbono por parcela. Os resultados de cada parcela foram extrapolados para carbono por hectare.

Para cada local, foram determinadas as médias do estoque de carbono e incremento médio anual (IMA), bem como determinadas as estatísticas envolvendo a média (variância, erro padrão e intervalo de confiança). Para o presente estudo foi assumido probabilidade de 90% para média e erro amostral de 10%.

3.3.3 Análise qualitativa dos reflorestamentos e matas nativas

Para medir diversidade de maneira direta, é comumente aplicada a forma de riqueza de espécies, que consiste no número de espécies existentes em uma determinada comunidade ou área de interesse. (PEET, 1974; WILSEY et al., 2005). Além da riqueza, a equabilidade também é utilizada, pois contempla a proporção de cada espécie encontrada dentro da população. Neste estudo foi determinada a riqueza (número de espécies) e a equabilidade (proporção de cada espécie na população) nos reflorestamentos.

Além da diversidade, a análise da estrutura da floresta (quantidade de árvores por hectare, área basal por hectare e qualidade do reflorestamento) também foram de extrema importância para a estimativa da confiabilidade da manutenção dos estoques de carbono, a destacar as condições de cobertura florestal (dossel), estágio e grau de perturbação (incêndios, presença de gado, competição com gramíneas invasoras e ataque de pragas).

Foram feitas análises qualitativas em todas as parcelas dos reflorestamentos e matas ciliares amostradas. Essas análises foram baseadas nos critérios empíricos de avaliação utilizados pelos técnicos da CESP para qualificar a condição dos reflorestamentos e seu grau de perturbação sendo que nesse estudo os dados foram coletados pela mesma pessoa. Os parâmetros qualitativos analisados se encontram-se resumidos na Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação dos parâmetros qualitativos avaliados nas parcelas permanentes da CESP

Parâmetros qualitativos	Alto	Médio	Baixo
Cobertura do dossel	Cobertura total do solo pelo dossel.	Cobertura parcial do solo pelo dossel, com presença de clareiras esparsas.	Grande quantidade de clareiras e falhas de plantio.
Mato competição	Presença de gramíneas em mais da metade da cobertura do solo da parcela.	Presença de gramíneas em menos da metade da cobertura do solo da parcela.	Baixa (esparsas) ou nula presença de gramíneas na cobertura do solo da parcela.
Indícios de Incêndio	Indícios de incêndio na parcela. Árvores queimadas até as copas e árvores mortas devido ao fogo.	Indícios de incêndio na parcela. Árvores vivas onde se nota que passou fogo em sua base. Sem presença de árvores mortas devido ao fogo.	Sem indícios de incêndio na parcela.
Presença de Gado	Presença de gado dentro da parcela, sinais de danos nas plantas e solo excessivamente pisoteado.	Sinais de danos nas plantas e sinais de solo pisoteado pelo gado.	Pequenos sinais (algumas pegadas) e nula presença de gado.
Presença de Formigas	Acima de 10 “olheiros” na parcela, com a presença de sinais visíveis de ataque de formiga nas plantas e presença de grande quantidade de indivíduos em atividade e/ou rastros “trilhos” característicos de sua presença.	Entre 5 e 10 “olheiros” na parcela, sem presença de sinais visíveis de ataque nas plantas e sem a presença de indivíduos em atividade e/ou rastros “trilhos” característicos de sua presença.	Até 5 olheiros na parcela, sem a presença de sinais visíveis de ataque nas plantas e presença de indivíduos e rastros “trilhos” característicos de sua presença.
Lianas	Presença de lianas em mais de 50% das árvores.	Presença de lianas entre 10 e 50% das árvores.	Presença de lianas em até 10% das árvores.

Fonte: MOTA (2012) (arquivo pessoal)

As informações qualitativas, apesar de não passar por processos de análise estatística, podem gerar informações importantes para subsidiar a tomada de decisões referentes ao manejo das áreas de restauração e de conservação.

4 RESULTADOS

4.1 Instalação da rede de parcelas permanentes

Foi instalada uma rede de 84 parcelas permanentes distribuídas em áreas de reflorestamentos (2860 hectares) e remanescentes ciliares às margens do reservatório da Usina hidrelétrica de Três irmãos - SP, conforme Figura 6.

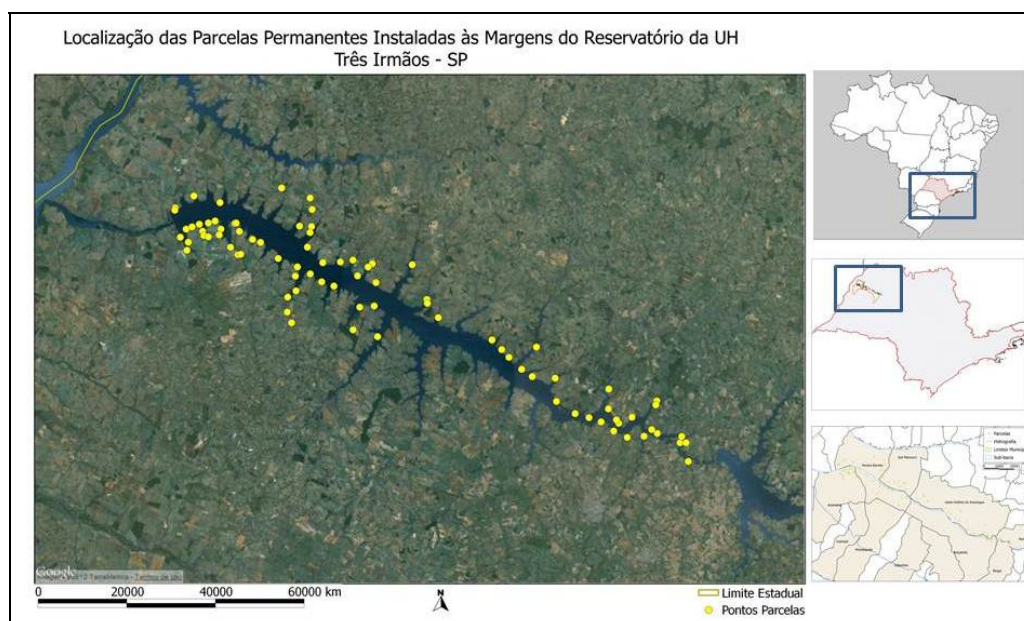


Figura 6 - Rede de parcelas permanentes de inventário florestal instalada as margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos- SP

Fonte: Google Earth, 2012.

Para a instalação da rede de parcelas permanentes, os reflorestamentos foram redivididos em função de seu ano de plantio em campo, totalizando 75 parcelas divididas em nove projetos de reflorestamentos (ano de plantio). A Tabela 4 demonstra o número de parcelas permanentes instaladas em cada projeto de reflorestamento, considerando a idade de plantio em relação à data da coleta de dados.

Tabela 4 – Parcelas instaladas nos reflorestamentos às margens do reservatório da UHE Três Irmãos – SP

REFLORESTAMENTO	MUNICÍPIO	IDADE⁴	ÁREA (ha)	PARCELAS INSTALADAS
Complexo Hortifrutigranjeiro / Canal de Perreira Barreto	Perreira Barreto	20	199	4
Reassentamento Populacional Rural Três Irmãos/ Canteiro de Obras Três	Perreira Barreto	16	211	3
Andradina	Andradina	15	300	16
P. Barreto e Sud Mennucci	Perreira Barreto e S. Mennucci	14	450	13
Sud Mennucci e S. Antônio do Aracanguá	Sud Mennucci e S. Antônio do Aracanguá	13	500	4
P. Barreto e Araçatuba	P. Barreto e Mirandópolis	12	500	12
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	340	11
Ribeirão Mato Grosso I	Santo Antônio do Aracanguá	6	180	6
Ribeirão Mato Grosso II	Birigui	4	180	6
Total	-	-	2860	75

Além dos reflorestamentos, foram instaladas nove parcelas permanentes em matas ciliares nativas às margens do reservatório conforme Tabela 5

Tabela 5 – Parcelas instaladas nas matas nativas às margens do reservatório da UHE Três Irmãos – SP

MUNICÍPIO	PARCELAS INSTALADAS
Perreira Barreto - SP	3
Sud Menucci – SP	3
Araçatuba– SP	3
Total	9

As parcelas permanentes instaladas permitiram amostrar plantios jovens, em fase de crescimento inicial e estabelecimento de plantas (4 anos), até plantios bem estabelecidos, com indivíduos adultos e processos de frutificação e regeneração (20 anos de idade). Ou seja, essa amostragem abordou uma grande variedade de reflorestamentos quanto aos estágios de desenvolvimento.

Foi verificado que os remanescentes ciliares nativos às margens do trecho de rio não existem mais. Esse fato se deve a inundação das matas ciliares das margens do rio Tietê para a formação do reservatório e da barragem de Três Irmãos. As matas que antes estavam distantes

⁴ Diferença em anos, entre a data de plantio e a data da coleta de dados do estudo.

do rio, hoje, se encontram na beira d'água, sendo classificada como área ciliar de preservação permanente. Foi constatado que essas matas, agora ciliares, sofrem intenso efeito de borda e degradação, por ocuparem geralmente, faixas estreitas de vegetação.

4.2 Estrutura das florestas

Foram inventariadas 4.643 árvores, sendo 3.996 árvores nas 75 parcelas em reflorestamentos e 647 árvores nas 9 parcelas em matas ciliares nativas. A figura 7 demonstra a distribuição das árvores amostradas, por classe de diâmetro, sendo que essas classes variaram de 3 – 45 cm, nos reflorestamentos e nas matas nativas

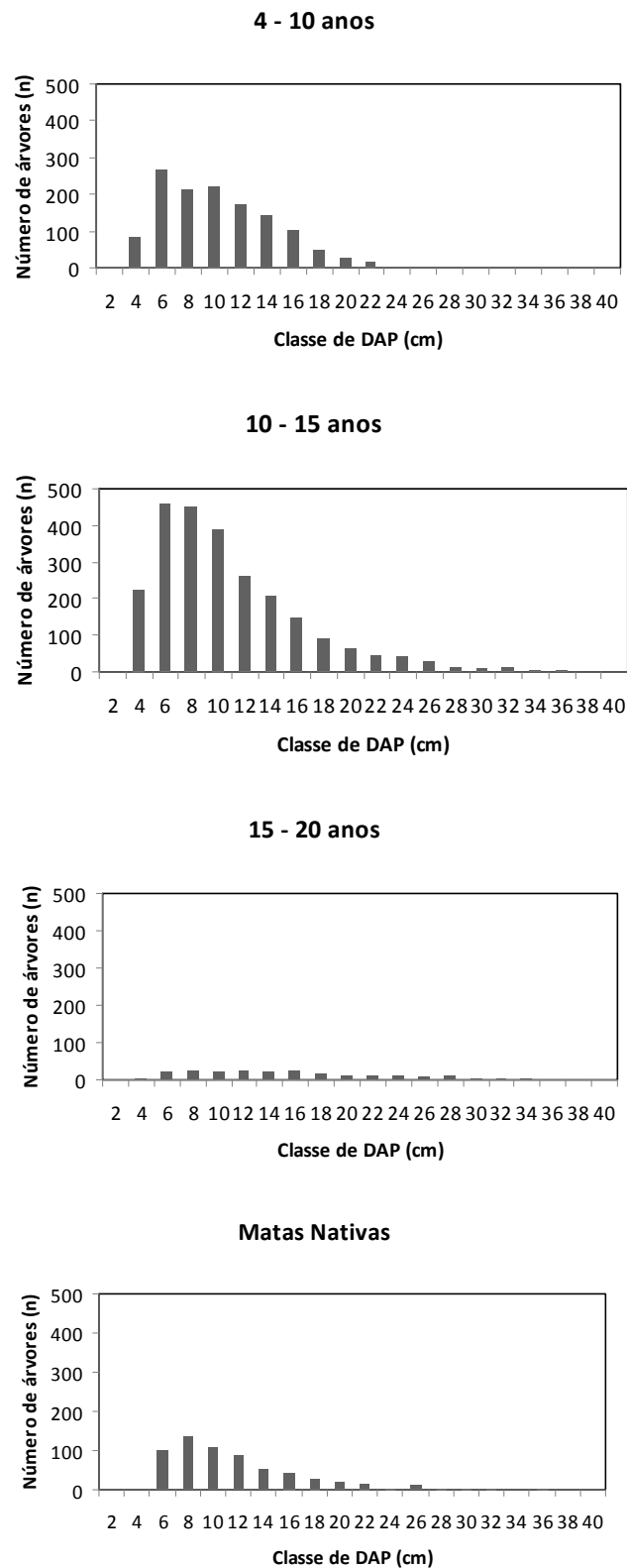


Figura 7 – Distribuição dos indivíduos arbóreos amostrados por classe diamétrica.

Pode-se verificar nos reflorestamentos grande concentração de árvores nas classes de diâmetro de 3-10 cm e 10,1-20 cm, sendo que das 3996 amostradas, 2407 e 1361 indivíduos,

correspondem as duas classes de diâmetro mais freqüentes. Em termos percentuais, equivalem a 60,2 e 34,1% das árvores amostradas. As classes de 20,1-30 e 30,1-40 correspondem a 5 e 0,7% dos indivíduos amostrados.

Nas matas nativas, nota-se comportamento similar em termos diâmétricos, sendo que das 647 árvores amostradas, 350 indivíduos se encontram na classe 3-10 cm e 238 se encontram na classe de 10,1 a 20 cm, sendo em termos percentuais, equivalente a 54,1 e 36,8% das árvores amostradas. As classes de 20,1 a 30, 30,1 a 40 e 40,1 a 50, correspondem respectivamente a 6,9, 1,7 e 0,5% dos indivíduos amostrados.

Esse resultado demonstra que os reflorestamentos encontram-se em fase de desenvolvimento, pois não é encontrada a classe de diâmetro 40,1 – 50 cm como existente nas matas nativas. As demais classes de diâmetro demonstram em termos percentuais valores muito aproximados entre os reflorestamentos e a mata nativa.

Quanto à densidade de árvores, variou de 679 a 1664 árvores por hectare. A Figura 8 ilustra a densidade média de árvores por hectare⁵ encontradas nos reflorestamentos e matas nativas amostradas.

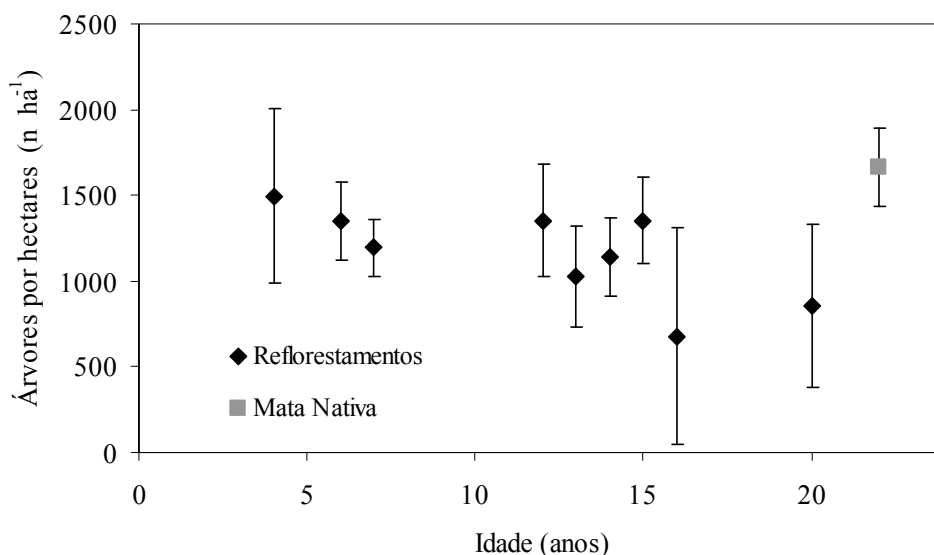


Figura 8 - Número médio de árvores por hectare, nos reflorestamentos e matas nativas⁶.

⁵ Para esse estudo, “árvores por hectare”, contempla a soma de todas as árvores da parcela e suas bifurcações principais abaixo de 1,30 metros do solo.

⁶ Para as análises gráficas do presente estudo, foi atribuída a idade de 22 anos para as Matas Nativas, visando permitir comparar graficamente com os reflorestamentos estudados.

Nos reflorestamentos, nota-se desde a presença de populações jovens com muitos indivíduos por hectare a populações mais estáveis onde já ocorreram processos naturais de desbaste.

Quanto à área basal, variou de 7 a 22 m² ha⁻¹ conforme representado na Figura 9.

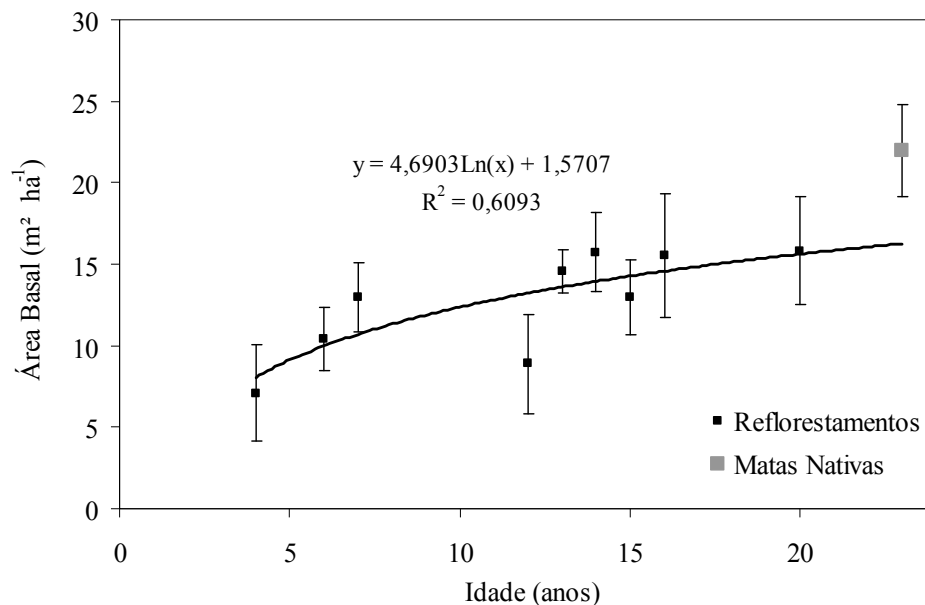


Figura 9 - Área basal média por hectare, nos reflorestamentos e matas nativas.

A partir da análise da Figura 9, verifica-se tendência de aumento da área basal dos reflorestamentos ao longo dos anos. Além disso, pode-se constatar que os reflorestamentos mais novos (4, 6 e 7 anos) apresentam área basal próxima aos reflorestamentos mais antigos, o que demonstra que o manejo e as técnicas silviculturais adotadas pela CESP a partir do ano 2000, vem apresentando efeitos positivos quanto ao incremento em área basal dos reflorestamentos.

Como foi mostrado anteriormente, a mata nativa apresentou a classe de diâmetro 40,1-50 cm, não encontrada nos reflorestamentos e densidade de 1664 árvores por hectare, como é mostrado na figura 8. Nota-se que a maturidade de desenvolvimento de uma floresta implica diretamente no aspecto da área basal.

A Figura 10 abaixo ilustra a comparação da área basal das áreas amostradas com trabalhos semelhantes encontrados em literatura.

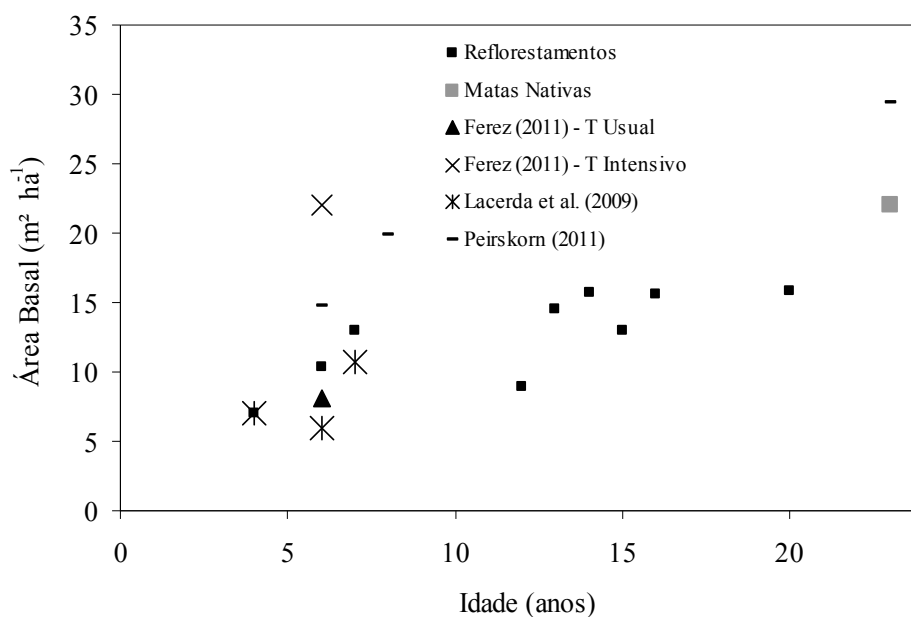


Figura 10 - Área basal média por hectare de cada reflorestamento amostrado comparados a trabalhos encontrados em literatura.

Os dados de área basal dos reflorestamentos, quando comparado a outros trabalhos de literatura, sob condições semelhantes de estudo, se mostram dentro da média, que para esse estudo variou de $7,08 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ aos seis anos até $15,83 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ aos vinte anos de idade.

Ferez (2011) determinou $8,1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ para tratamento usual e $22 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ para tratamento intensivo em reflorestamentos com 20 espécies aos 6 anos de idade. Lacerda et al. (2009) encontrou média de $7,87 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ para reflorestamentos com idade de 5,2 anos. Peirskorn (2011) em áreas de reflorestamento nos estado de São Paulo obteve aos seis anos de idade $14,76 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, aos oito anos $9,92 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e aos vinte e três anos $29,44 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$.

Novamente é possível notar que o emprego de novas técnicas de silvicultura influenciou positivamente para o desenvolvimento do reflorestamento, acelerando o crescimento de todas as espécies implantadas. Comparando o resultado da área basal do tratamento intensivo avaliado por Ferez (2011), entre os reflorestamento de idades próximas aos 6 anos, nota-se que esse tratamento apresentou resultado 180% superior ao reflorestamento avaliado por Lacerda et al. (2009), 50% superior a avaliação de Peirskorn (2011) e 210% superior ao resultado encontrado nesse estudo

Quanto ao número de espécies, foram levantadas 79 espécies nos reflorestamentos e 40 espécies nas matas nativas, sendo que cinco espécies encontradas nas matas nativas não se encontram presentes nos reflorestamentos, o que totalizou 84 espécies inventariadas.

Apesar da alta diversidade de espécies, foi verificado que 85% dos indivíduos amostrados em todas as idades de reflorestamentos estão concentrados em 19 espécies florestais e as espécies *Guazuma ulmifolia*, *Peltophorum dubium*, *Inga striata*, *Croton urucurana*, *Acacia polyphylla* e *Acacia sp.*, concentram 54% dos indivíduos amostrados.

No Anexo A (Tabela 6) pode-se verificar a listagem das espécies encontradas, sua intensidade e frequência, nos reflorestamentos e nas matas nativas.

Constata-se que apesar da alta diversidade, as espécies de maior ocorrência nos reflorestamentos são espécies pioneiras e as espécies não pioneiras se encontram em baixa intensidade e frequência na população. Essa grande intensidade de espécies pioneiras pode acelerar as taxas de seqüestro de carbono, porém, ao se considerar a longevidade, é necessária que haja uma preocupação quanto à sustentabilidade de longo prazo desses plantios, visto que tais espécies desaparecerão do sistema em alguns anos (FEREZ, 2011).

As matas nativas apresentam espécies que comprovam seu estágio sucessional avançado, principalmente porque as espécies raras existem em maior densidade em comparação aos reflorestamentos. Atualmente é difícil encontrar mudas de espécies raras disponíveis nos viveiros, pois sua coleta é restrita, já que sua densidade é ainda mais baixa nos fragmentos degradados. Essas questões podem prejudicar a longevidade do reflorestamento, que normalmente priorizam o plantio de espécies comuns e também de pioneiras.

4.3 Estimativa de carbono na parte aérea lenhosa

4.3.1 Carbono nas árvores

Após a instalação das parcelas permanentes, os dados coletados (DAP e H) foram aplicados aos cinco modelos ilustrados na Tabela 2. A Figura 11 abaixo ilustra a determinação do carbono (Kg C) das árvores inventariadas, a partir dos cinco modelos propostos, em função do diâmetro das árvores.

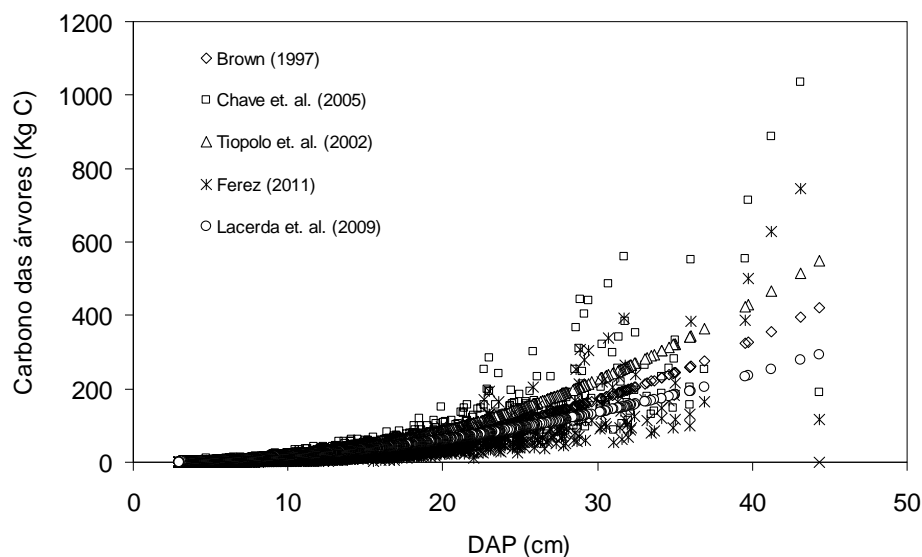


Figura 11 – Estoque de carbono das árvores inventariadas, em função do DAP, estimados a partir do modelo de Brown (1997), Chave et al. (2005), Tiepolo et al. (2002), Lacerda et al. (2009) e Ferez (2011).

Apesar da maioria dos modelos apresentarem bom ajuste aos dados, o modelo alométrico de Ferez (2011) estima de forma mais condizente as árvores com $DAP > 30$ cm, pelo fato de contemplar a variável altura na estimativa, o que permite captar, para árvores de mesmo diâmetro, variações no comprimento do fuste da árvore.

Dessa forma, a equação utilizada foi a de Ferez (2011) que realizou cubagem rigorosa em áreas de plantios na mesma bacia hidrográfica, sob condições edafo-climáticas semelhantes e mesma condição de restauração florestal às margens do reservatório da bacia do rio Tietê – SP.

Após a aplicação dos dados ao modelo de equação alométrica de Ferez (2011) foi determinado o carbono de cada árvore da parcela. A distribuição do estoque de carbono das árvores por classe de DAP é representada na Figura 12.

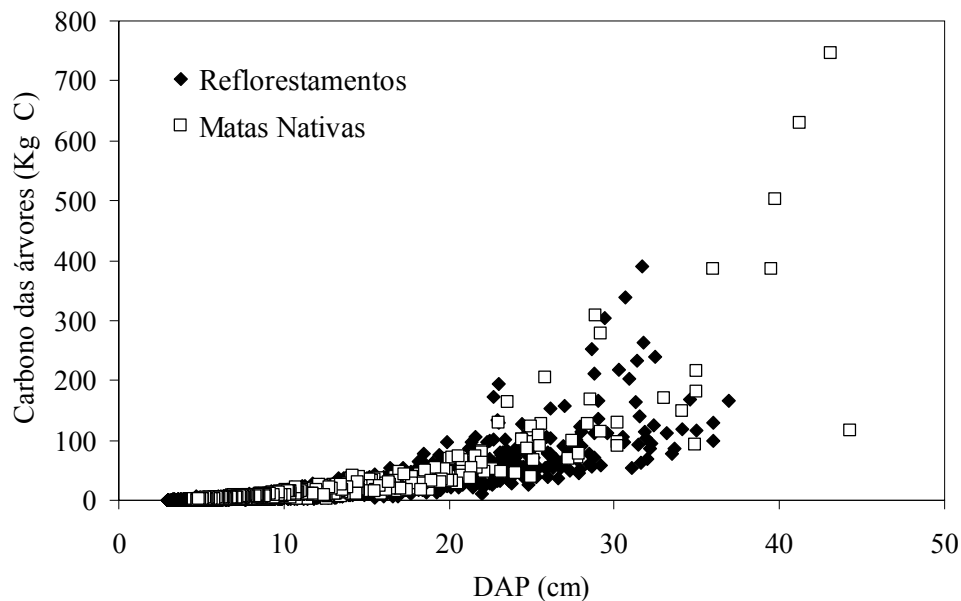


Figura 12 – Estoque de carbono das árvores amostradas, por classe de DAP, a partir do modelo alométrico de Ferez (2011).

Pode-se verificar o comportamento similar entre as árvores dos reflorestamentos e matas nativas, quanto à distribuição do estoque de carbono nas classes de DAP < 25 cm, apesar de as matas nativas apresentarem algumas árvores de maior porte (DAP > 40 cm)

Verifica-se que a classe de diâmetro 3 a 10 cm, que possui 60,2% dos indivíduos amostrados nos reflorestamentos, contribuiu com 21,6% do estoque de carbono das árvores. A classe de DAP de 10,1 a 20 cm, que contempla 34,1% dos indivíduos amostrados contribuiu com 50,9% do estoque de carbono das árvores. Nas matas nativas, apesar de 54,1% dos indivíduos amostrados estarem na classe de 3 a 10 cm, esta classe contribuiu com 17,4% do estoque de carbono. A classe de 10,1 a 20 que corresponde a 36,8% dos indivíduos amostrados contribuiu com 42% no estoque de carbono.

As árvores dos reflorestamentos vêm seguindo a mesma tendência de estoque de carbono e proporção de indivíduos por classe de diâmetro, em relação às árvores das matas nativas. Com o aumento da idade dos reflorestamentos, ocorre a diminuição do número de indivíduos por hectare (Figura 8), aumento do DAP e estoque de carbono das árvores (Figura 12).

4.3.2 Carbono nas parcelas permanentes

A somatória do carbono das árvores totalizou o carbono de cada parcela. O total de carbono de cada parcela (Mg C) foi extrapolado para a unidade hectare (Mg C ha⁻¹) e para os reflorestamentos foi calculado o Incremento Médio Anual (IMA) (Mg C ha⁻¹ ano⁻¹), conforme valores da Tabela 7.

Tabela 7 – Estoque de carbono (por parcela e hectare), incremento médio anual (I. M. A), área basal (AB), número de espécies na parcela (Sp.), densidade de árvores por hectare e número de cada parcela (PPI).

LOCAL	IDADE ⁷	PPI	AB (m ² ha ⁻¹)	Densidade de árvores (n ha ⁻¹)	Sp.	CARBONO PARCELA (Mg C)	CARBONO HECTARE (Mg C ha ⁻¹)	I. M. A (Mg C ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Matas Nativas	-	79	23,3	1019	17	2,45	56,63	-
Matas Nativas	-	82	28,2	1481	11	3,04	70,32	-
Matas Nativas	-	81	29,6	2014	11	2,07	47,91	-
Matas Nativas	-	77	20,1	1875	11	1,06	24,60	-
Matas Nativas	-	78	16,7	1690	9	0,74	17,09	-
Matas Nativas	-	80	18,4	1319	10	1,04	24,08	-
Matas Nativas	-	83	22,1	1597	12	1,24	28,65	-
Matas Nativas	-	84	21,5	1759	11	1,15	26,68	-
Matas Nativas	-	85	17,8	2222	10	1,00	23,10	-
Complexo Hortifrutigranjeiro	20	73	19,2	1273	11	1,11	25,74	1,29
Complexo Hortifrutigranjeiro	20	76	17	1088	11	0,95	21,90	1,09
Complexo Hortifrutigranjeiro	20	74	13,5	694	15	0,74	17,03	0,85
Canal de Perreira Barreto Reassentamento Populacional Rural Três Irmãos	20	75	13,6	370	9	0,66	15,19	0,76
Reassentamento Populacional Rural Três Irmãos	16	71	16,6	417	11	1,03	23,91	1,49
Reassentamento Populacional Rural Três Irmãos	16	70	13	509	8	1,00	23,16	1,45
Canteiro de	16	72	17,1	1111	13	0,96	22,23	1,39

⁷ Diferença em anos, entre a data de plantio e a data da coleta de dados do estudo.

LOCAL	IDADE ⁷	PPI	AB (m ² ha ⁻¹)	Densidade de árvores (n ha ⁻¹)	Sp.	CARBONO PARCELA (Mg C)	CARBONO HECTARE (Mg C ha ⁻¹)	I. M. A (Mg C ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Obras Três Irmãos								
Andradina	15	4	21,2	995	10	2,33	54,04	3,60
Andradina	15	1	23,4	1528	14	1,44	33,24	2,22
Andradina	15	3	15,1	1227	12	1,58	36,55	2,44
Andradina	15	5	18,1	787	8	1,52	35,11	2,34
Andradina	15	6	17,1	1111	7	1,24	28,61	1,91
Andradina	15	2	10,1	1597	19	0,50	11,69	0,78
Andradina	15	7	7,2	671	10	0,27	6,31	0,42
Andradina	15	8	6,9	903	8	0,21	4,92	0,33
Andradina	15	9	6,6	718	8	0,41	9,52	0,63
Andradina	15	10	6,8	1204	10	0,26	6,01	0,40
Andradina	15	11	11,9	2801	17	0,29	6,74	0,45
Andradina	15	12	13,5	1204	13	0,45	10,41	0,69
Andradina	15	13	10,5	1574	16	0,39	8,99	0,60
Andradina	15	14	11,7	1829	10	0,40	9,14	0,61
Andradina	15	15	10,2	1181	14	0,36	8,29	0,55
Andradina	15	25	17,3	2315	9	0,73	16,89	1,13
P. Barreto e Sud Mennucci	14	33	20,8	1134	10	1,14	26,37	1,88
P. Barreto e Sud Mennucci	14	38	18,1	1042	11	1,03	23,88	1,71
P. Barreto e Sud Mennucci	14	40	24,9	764	13	1,33	30,72	2,19
P. Barreto e Sud Mennucci	14	30	19,9	2014	17	0,95	21,98	1,57
P. Barreto e Sud Mennucci	14	31	16,1	1250	11	0,85	19,77	1,41
P. Barreto e Sud Mennucci	14	32	13,4	741	7	0,67	15,42	1,10
P. Barreto e Sud Mennucci	14	37	19,5	1065	11	0,86	19,96	1,43
P. Barreto e	14	39	13,1	1111	15	0,73	16,80	1,20

LOCAL	IDADE ⁷	PPI	AB (m ² ha ⁻¹)	Densidade de árvores (n ha ⁻¹)	Sp.	CARBONO PARCELA (Mg C)	CARBONO HECTARE (Mg C ha ⁻¹)	I. M. A (Mg C ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Sud Mennucci								
P. Barreto e Sud Mennucci	14	41	17,4	1157	9	0,76	17,66	1,26
P. Barreto e Sud Mennucci	14	29	12,3	1921	15	0,49	11,31	0,81
P. Barreto e Sud Mennucci	14	34	10	1528	13	0,32	7,47	0,53
P. Barreto e Sud Mennucci	14	35	10,9	579	7	0,52	12,12	0,87
P. Barreto e Sud Mennucci	14	36	8	509	7	0,37	8,64	0,62
Sud Mennucci e S. Antônio do Aracanguá	13	42	15,1	856	9	0,79	18,17	1,40
Sud Mennucci e S. Antônio do Aracanguá	13	44	13,3	787	10	0,69	16,05	1,23
Sud Mennucci e S. Antônio do Aracanguá	13	45	15,8	1319	10	0,69	15,94	1,23
Sud Mennucci e S. Antônio do Aracanguá	13	43	14	1157	13	0,62	14,43	1,11
P. Barreto e Araçatuba	12	26	19,8	1343	14	1,12	26,03	2,17
P. Barreto e Araçatuba	12	17	15,9	1829	14	0,69	16,02	1,33
P. Barreto e Araçatuba	12	19	13,6	1065	8	0,73	16,93	1,41
P. Barreto e Araçatuba	12	22	14,3	1366	12	0,59	13,63	1,14
P. Barreto e Araçatuba	12	16	0,7	463	8	0,01	0,29	0,02
P. Barreto e Araçatuba	12	18	9,1	1134	12	0,39	9,11	0,76

LOCAL	IDADE ⁷	PPI	AB (m ² ha ⁻¹)	Densidade de árvores (n ha ⁻¹)	Sp.	CARBONO PARCELA (Mg C)	CARBONO HECTARE (Mg C ha ⁻¹)	I. M. A (Mg C ha ⁻¹ ano ⁻¹)
P. Barreto e Araçatuba	12	20	7,7	1505	5	0,31	7,08	0,59
P. Barreto e Araçatuba	12	21	8,2	2917	21	0,19	4,50	0,38
P. Barreto e Araçatuba	12	23	4,7	1366	14	0,11	2,49	0,21
P. Barreto e Araçatuba	12	24	4,9	1597	11	0,12	2,88	0,24
P. Barreto e Araçatuba	12	27	3,3	1042	12	0,07	1,69	0,14
P. Barreto e Araçatuba	12	28	4,3	625	9	0,13	2,98	0,25
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	60	19,1	1273	11	0,90	20,84	2,98
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	62	17	1921	14	0,79	18,34	2,62
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	48	14,8	1111	17	0,63	14,62	2,09
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	50	12,7	1134	10	0,52	11,95	1,71
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	52	11,6	1227	12	0,44	10,13	1,45
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	53	11,4	1019	11	0,43	10,04	1,43
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	54	11,3	880	10	0,45	10,52	1,50

LOCAL	IDADE ⁷	PPI	AB (m ² ha ⁻¹)	Densidade de árvores (n ha ⁻¹)	Sp.	CARBONO PARCELA (Mg C)	CARBONO HECTARE (Mg C ha ⁻¹)	I. M. A (Mg C ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	61	12,9	1111	11	0,53	12,21	1,74
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	63	16,8	1551	15	0,64	14,79	2,11
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	49	4,8	972	8	0,13	2,99	0,43
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	51	10,5	926	11	0,38	8,76	1,25
Ribeirão Mato Grosso I	6	46	13,8	1852	13	0,48	11,07	1,84
Ribeirão Mato Grosso I	6	64	11,5	1389	13	0,47	10,94	1,82
Ribeirão Mato Grosso I	6	69	11,8	1389	13	0,46	10,67	1,78
Ribeirão Mato Grosso I	6	47	9,5	1227	13	0,32	7,41	1,24
Ribeirão Mato Grosso I	6	55	8,6	1042	13	0,30	6,97	1,16
Ribeirão Mato Grosso I	6	65	7,3	1204	17	0,26	6,04	1,01
Ribeirão Mato Grosso II	4	68	12,4	2315	23	0,39	9,09	2,27
Ribeirão Mato Grosso II	4	56	7,3	1296	18	0,21	4,84	1,21
Ribeirão Mato Grosso II	4	67	9,8	2176	11	0,22	5,06	1,26
Ribeirão Mato Grosso II	4	57	2,3	856	17	0,05	1,19	0,30

LOCAL	IDADE ⁷	PPI	AB (m ² ha ⁻¹)	Densidade de árvores (n ha ⁻¹)	Sp.	CARBONO PARCELA (Mg C)	CARBONO HECTARE (Mg C ha ⁻¹)	I. M. A (Mg C ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Ribeirão Mato Grosso II	4	58	6	1412	13	0,15	3,43	0,86
Ribeirão Mato Grosso II	4	59	4,7	926	8	0,13	2,90	0,72
Total	-	84	-	-	80	-	-	-

A partir dos dados da Tabela 7 acima, pode se verificar a distribuição do estoque de carbono de cada parcela, por idade e o incremento médio anual dos reflorestamentos, conforme Figuras 13 e 14 abaixo.

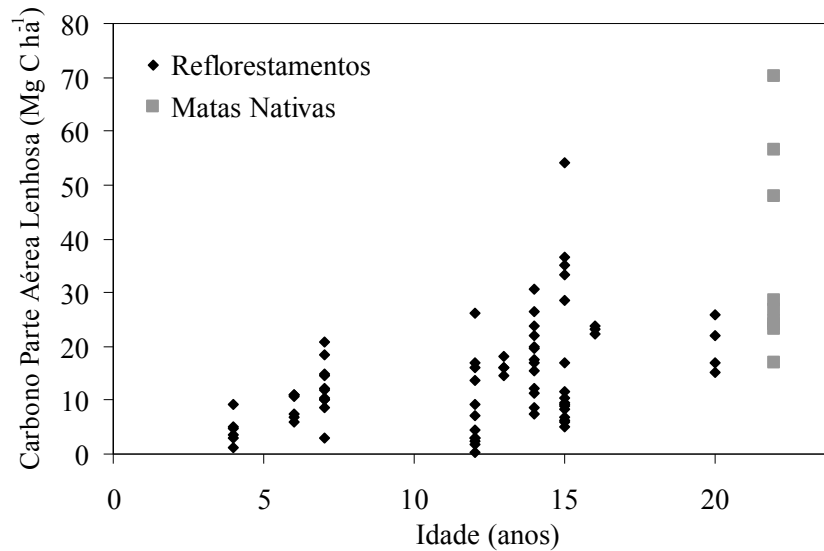


Figura 13 – Estoque de carbono na parte aérea lenhosa das 84 parcelas permanentes.

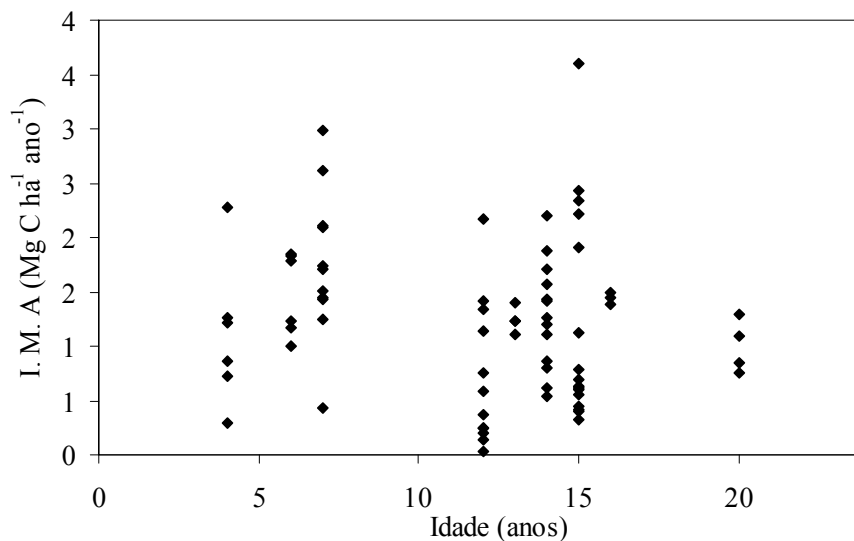


Figura 14 – Incremento médio anual na parte aérea lenhosa das 75 parcelas de reflorestamentos.

Verifica-se que nos plantios de 7 anos de idade, há parcelas com estoque de carbono equivalente a parcelas com mais de 12 anos. Esse fato pode ser atribuído às novas técnicas de

silvicultura e manejo de espécies nativas adotadas a partir de 2000, o que vem gerando boas respostas no desenvolvimento dos reflorestamentos implantados a partir dessa data.

Além disso, foi verificado junto a CESP que os projetos de reflorestamentos com idade de 12 a 16 anos (plantados de 1995 a 1999) apresentaram altas taxas de mortalidade, sendo necessário realizar replantio entre os anos de 2000 a 2003, estimando que a reforma tenha ocorrido em mais de 50% da área de cada projeto (1995-1999), considerados na Tabela 1.

Esse fato justifica haver parcelas de 12 a 15 anos com estoque de carbono equivalente a parcelas com 4 anos.

Há também parcelas onde não houve o desenvolvimento de uma estrutura florestal e acúmulo de carbono, ou seja, as árvores não cresceram, sendo constatado alguns fatores impeditivos ao estabelecimento de uma floresta, classificados em efeitos diretos como a não mecanização do preparo de solo em locais de difícil acesso, a mortalidade no plantio, indícios de incêndios, alto grau de mata competição, invasão de gado e pessoas além de efeitos indiretos como longos períodos de estiagem durante o estabelecimento das mudas, mortalidade de árvores (doenças, ventos), tipo de solo e condição de encharcamento do solo. Esses foram os principais responsáveis pelo não estabelecimento de alguns reflorestamentos.

Apesar da variação de sítios, verifica-se tendência de aumento dos estoques de carbono nos reflorestamentos ao longo do tempo. A partir do estoque de carbono de cada parcela, foi realizada a regressão dos dados visando determinar uma equação para modelar a tendência média de acúmulo de carbono na parte aérea lenhosa dos reflorestamentos ao longo dos anos.

Nas Figuras 15 e 16 é ilustrado a tendência da média estoque de carbono (Mg C ha^{-1}) e tendência do incremento médio anual ($\text{Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) na parte aérea lenhosa dos reflorestamentos, a partir das 75 parcelas permanentes instaladas.

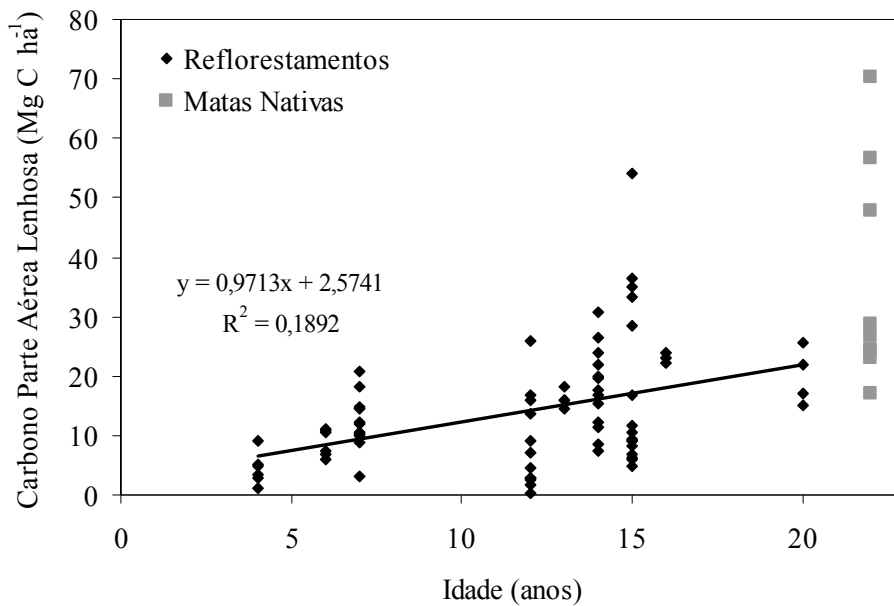


Figura 15 – Tendência média do estoque de carbono nas 75 parcelas permanentes de reflorestamentos.

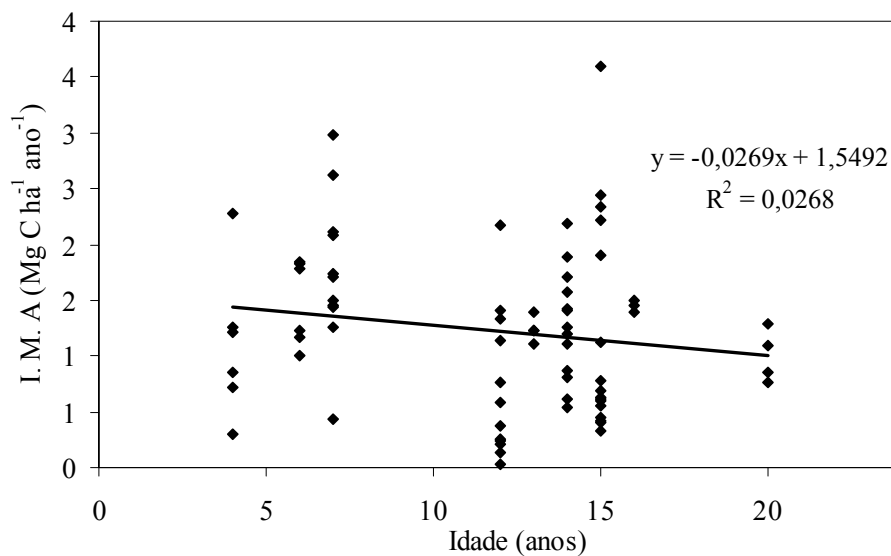


Figura 16 – Tendência do incremento médio anual de carbono nas 75 parcelas permanentes de reflorestamentos.

Os 2860 hectares de reflorestamentos apresentaram tendência de aumento dos estoques de carbono ao longo dos anos. Há plantios nas idades de 12 e 15 anos que atingiram níveis de estoque equivalente as matas nativas e se encontram em estágio de estabelecimento, apesar de haver locais onde não houve o desenvolvimento e manutenção de uma floresta restaurada.

Mesmo com a alta variabilidade entre os plantios amostrados, pode se afirmar que as técnicas de silvicultura aplicada nos reflorestamentos mais antigos (12 a 20 anos) não é mais executada atualmente, visto que nesse período a diversidade e técnicas empregadas eram menores. Eram plantadas em média 20 espécies florestais, com preparo do solo através de uso de grade aradora e coveamento manual, plantio de mudas de sacos plásticos e capina manual de manutenção.

A partir do ano 2000 a limpeza da área passou a ser realizada através de capina química, sem o uso de grade aradora e o coveamento manual foi substituído por subsolagem mecanizada, com haste de 50 cm de profundidade. As mudas passaram a ser produzidas em tubetes, bem como as capinas químicas de manutenção passaram a ser mais constantes e efetivas.

Essa nova tecnologia utilizada nos plantios com 4 a 7 anos de idade (2004-2007) geraram ganhos nos estoques de carbono até o momento, em comparação aos plantios mais antigos. Esses reflorestamentos também terão um ganho no estoque de carbono ao longo do tempo. Assim, pode-se dizer que a realização de um manejo de alta intensidade, com preparo de solo adequado e em profundidade, adubação de base e cobertura, manejo de gramíneas invasoras, plantios de mudas saudáveis e com variabilidade genética irão proporcionar ganhos significativos no estoque de carbono e estabelecimento da cobertura florestal.

4.3.3 Carbono nos reflorestamentos e matas nativas

A Tabela 8 resume para cada local amostrado (idade de reflorestamentos e matas nativas) as médias de estoque de carbono, incremento médio anual, área basal, densidade de árvores e diversidade de espécies.

Tabela 8 – Estoque médio de carbono por hectare e intervalo de confiança da média (I. C), incremento médio anual (I. M. A), área basal (AB), densidade de árvores por hectare, número de parcelas e área amostrada (para reflorestamentos), número de espécies (Sps), espécies de maior ocorrência e classificação sucessional das espécies (Pioneira (P) e Não Pioneira (NP)), para os reflorestamentos e matas nativas.

LOCAL	IDADE ⁸	ÁREA (ha)	PPI	Sps	Densidade de árvores (n ha ⁻¹)	AB	CARBONO HECTARE (Mg C ha ⁻¹)	I. C (Mg C ha ⁻¹)	I. M. A (Mg C ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Espécies de maior ocorrência
Mata Nativa	-	-	9	40	1664	22	35,45	11,35	-	<i>Maclura tinctoria</i> (P), <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (NP), <i>Machaerium villosum</i> (P), <i>Mabea fistulifera</i> (P), <i>Copaifera langsdorffii</i> (NP), <i>Acacia polyphylla</i> (P).
Complexo Hortifrutigranjeiro / Canal de Perreira Barreto	20	199	4	30	856	15,8	19,96	5,62	1	<i>Acacia polyphylla</i> (P), <i>Guazuma ulmifolia</i> (P), <i>Peltophorum dubium</i> (P), <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (P), <i>Lonchocarpus cultratus</i> (P), <i>Anadenanthera</i> sp (P).
Reassentamento Pop. Rural Três Irmãos/ Canteiro Obras Três Irmãos	16	211	3	16	679	15,5	23,10	1,42	1,44	<i>Acacia polyphylla</i> (P), <i>Peltophorum dubium</i> (P), <i>Acacia</i> sp. (P), <i>Guazuma ulmifolia</i> (P), <i>Anadenanthera</i> sp. (P), <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (P).
Andradina	15	300	16	50	1353	12,9	17,90	6,5	1,19	<i>Guazuma ulmifolia</i> (P), <i>Inga striata</i> (P), <i>Acacia</i> sp. (P), <i>Peltophorum dubium</i> (P), <i>Croton urucurana</i> (P), <i>Anadenanthera</i> sp. (P).
P. Barreto e Sud Mennucci	14	450	13	39	1140	15,7	17,85	3,42	1,28	<i>Acacia</i> sp. (P), <i>Peltophorum dubium</i> (P), <i>Croton floribundus</i> (P), <i>Guazuma ulmifolia</i> (P), <i>Acacia polyphylla</i> (P), <i>Croton urucurana</i> (P).
Sud Mennucci e S. Antônio do	13	500	4	19	1030	14,5	16,15	1,81	1,24	<i>Peltophorum dubium</i> (P), <i>Guazuma ulmifolia</i> (P), <i>Acacia polyphylla</i> (P), <i>Croton urucurana</i> (P), <i>Inga striata</i> (P), <i>Acacia</i> sp. (P)..

⁸ Diferença em anos, entre a data de plantio e a data da coleta de dados do estudo.

LOCAL	IDADE _s	ÁREA (ha)	PPI	Sps	Densidade de árvores (n ha ⁻¹)	AB	CARBONO HECTARE (Mg C ha ⁻¹)	I. C (Mg C ha ⁻¹)	I. M. A (Mg C ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Espécies de maior ocorrência
Aracanguá										
P. Barreto e Araçatuba	12	500	12	39	1354	8,9	8,64	4,11	0,72	<i>Inga striata</i> (P), <i>Acacia</i> sp. (P), <i>Peltophorum dubium</i> (P), <i>Croton urucurana</i> (P), <i>Zygia cauliflora</i> (P), <i>Guazuma ulmifolia</i> (P).
Araçatuba e Santo Antônio do Aracanguá	7	340	11	38	1193	13	12,29	2,64	1,76	<i>Guazuma ulmifolia</i> (P), <i>Peltophorum dubium</i> (P), <i>Croton floribundus</i> (P), <i>Acacia polyphylla</i> (P), <i>Anadenanthera</i> sp. (P), <i>Inga striata</i> (P)..
Ribeirão Mato Grosso I	6	180	6	34	1350	10,4	8,85	1,88	1,48	<i>Guazuma ulmifolia</i> (P), <i>Peltophorum dubium</i> (P), <i>Inga striata</i> . (P), <i>Trema micrantha</i> (P), <i>Anadenanthera</i> sp. (P), <i>Acacia</i> sp. (P).
Ribeirão Mato Grosso II	4	180	6	39	1497	7	4,42	2,21	1,11	<i>Croton urucurana</i> (P), <i>Guazuma ulmifolia</i> (P), <i>Peltophorum dubium</i> (P), <i>Acacia polyphylla</i> (P), <i>Zygia cauliflora</i> (P).
Total		2860	84	79			-	-	-	<i>Guazuma ulmifolia</i> (P), <i>Peltophorum dubium</i> (P), <i>Inga striata</i> (P), <i>Croton urucurana</i> (P), <i>Acacia</i> sp. (P), <i>Acacia polyphylla</i> (P).

Apesar da alta diversidade de espécies, constata-se alta concentração de espécies. Conforme análise das Tabelas 6, 7 e 8, o número médio de espécies por local (idade de reflorestamento) varia de 16 a 50, totalizando 79 espécies em todos os reflorestamentos e 84 somando as matas nativas. Entretanto pode-se verificar na Tabela 7 que o número de espécies por parcela variou de 5 até o máximo de 23 espécies. Na média de cada idade, para os plantios mais jovens (manejo alta intensidade) com 4 a 7 anos, das 39 espécies levantadas, mais de 70% dos indivíduos estão concentrados em seis espécies pioneiras principais.

A Tabela 6 (Anexo A) apresenta a lista de espécies encontradas e a contribuição de cada espécie no estoque de carbono dos reflorestamentos. Foi verificado que 71% do estoque de carbono dos reflorestamentos provêm de 11 espécies pioneiras, o que permite concluir que os reflorestamentos encontram-se em estágio inicial de desenvolvimento.

Foi possível notar que as espécies secundárias ainda não atingiram o dossel da florestal principalmente pelo fato do plantio ser de alta diversidade (80 espécies). Muitas espécies secundárias não estão sobrevivendo, pois aos quatro anos foram encontradas 39 espécies e aos seis anos 34 espécies, sendo que em ambos os locais, as espécies de maior ocorrência são pioneiras, o que indica que houve uma mortalidade média de 48,7% no número de espécies nos primeiros 4 anos..

Conforme Figuras 17 e 18 pode se verificar a tendência das médias dos estoques de carbono e incremento médio anual dos reflorestamentos abaixo.

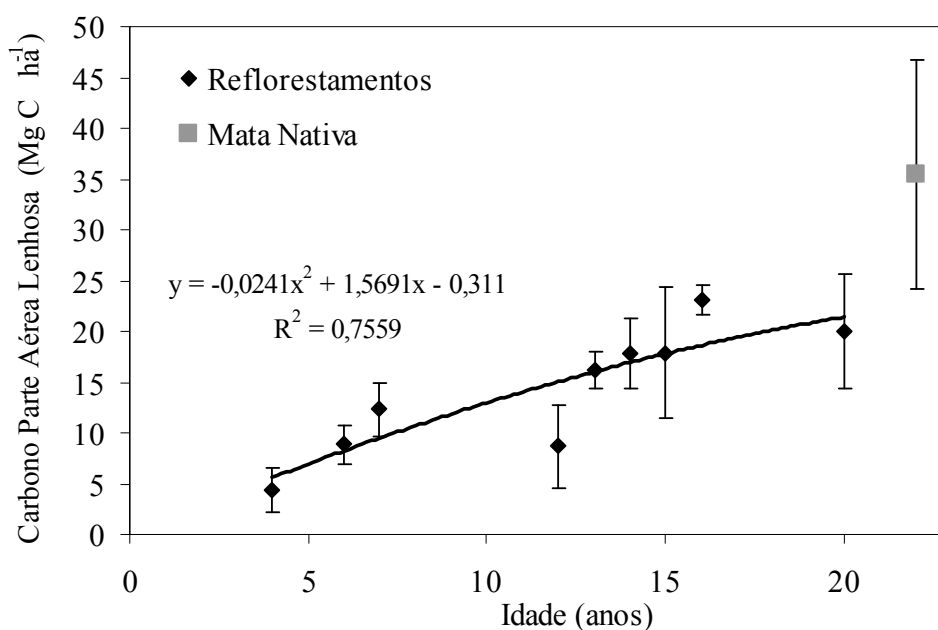


Figura 17 – Variação e tendência da média do estoque de carbono (Mg C ha^{-1}) para cada idade de plantio dos reflorestamentos.

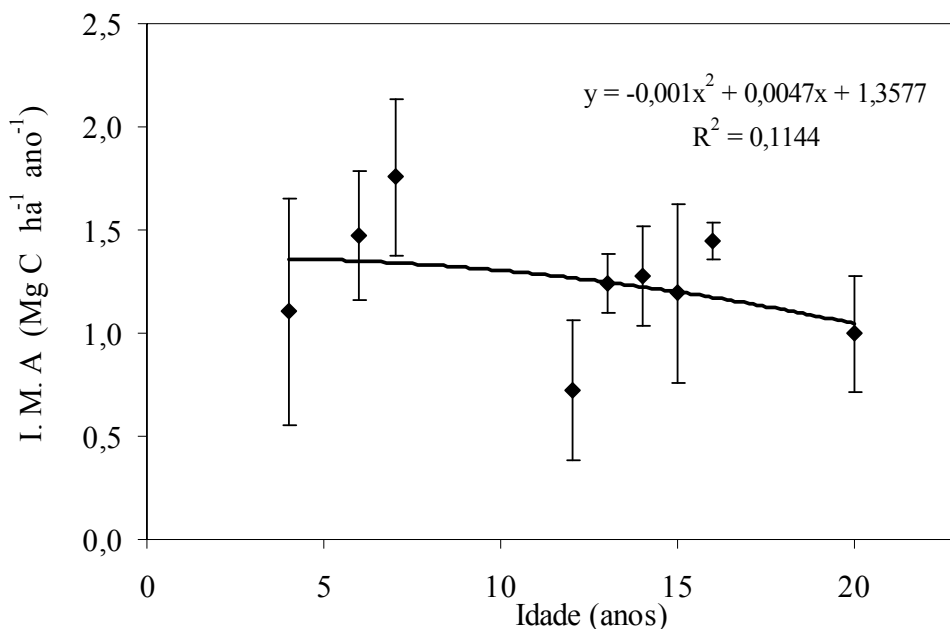


Figura 18 – Variação e tendência da média do incremento médio anual de carbono ($\text{Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) para cada idade dos reflorestamentos.

A partir da análise da Figura 17 e 18 acima, verifica-se que as médias de cada idade seguem tendência de acúmulo do estoque de carbono ao longo dos anos, conforme modelo linear proposto no gráfico e o incremento médio anual tende a diminuir a partir do sétimo ano de plantio, conforme modelo polinomial.

Os estoques de carbono variaram de 4,4 a 23,1 Mg C ha^{-1} nos reflorestamentos e 35,45 Mg C ha^{-1} nas matas nativas. O incremento médio anual variou de 0,72 a 1,76 $\text{Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Aos vinte anos os reflorestamentos atingiram estoque médio de 19,9 Mg C ha^{-1} e incremento médio aproximado de 1 $\text{Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. A partir dessa idade, mantida essa taxa de crescimento, estima-se que os reflorestamentos atinjam aos estoques de carbono da mata nativa em aproximadamente 15 anos.

Os reflorestamentos mais novos, com 4 a 7 anos, onde foram aplicadas melhores técnicas silviculturais de preparo de solo e combate a mato, apresentaram média de carbono variando de 4,42 a 12,29 Mg C ha^{-1} .

Os reflorestamentos com 12 a 15 anos, onde foram utilizadas técnicas silviculturais mais antigas, apresentaram média de carbono variando de 8,4 a 17,9 Mg C ha^{-1} e alta

intensidade de espécies pioneiras. O baixo estoque médio desses locais é devido à alta mortalidade do primeiro plantio e grande quantidade de mudas replantadas após alguns anos, sendo verificada predominância de espécies pioneiras e muitas plantas novas com baixo diâmetro.

4.4 Análise comparativa

As estimativas obtidas nos reflorestamentos às margens da UHE Três Irmãos são próximas às obtidas em referências bibliográficas consultadas, conforme Figura 19.

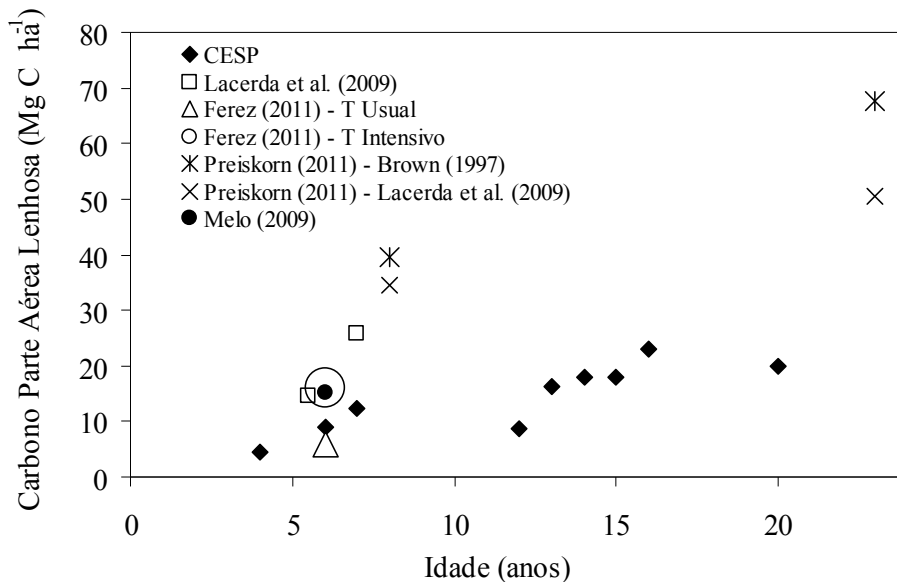


Figura 19 – Comparação do estoque de carbono (Mg C ha^{-1}) dos reflorestamentos com trabalhos de Ferez (2011), Lacerda et al. (2009), Preiskorn (2011) e Melo (2009).

Na mesma bacia hidrográfica e em áreas de restauração florestal, os valores médios de $8,85 \text{ Mg C ha}^{-1}$ obtido aos seis anos é superior aos 6 Mg C ha^{-1} do tratamento usual obtido por Ferez (2011) e a média de $12,9 \text{ Mg C ha}^{-1}$ aos sete anos é inferior aos 26 Mg C ha^{-1} obtido por Lacerda et al. (2009).

Esses resultados indicam que quanto ao indicador estoque de carbono, os plantios às margens da UHE Três Irmãos estão dentro da média de plantios estabelecidos em outros locais e tendem a atingir aos estoques médios encontrados em remanescentes florestais nativos da região.

4.5 Análise qualitativa dos reflorestamentos e matas nativas

As análises qualitativas realizadas se basearam nos parâmetros coletados em campo, definidos na Tabela 3, e teve o apoio de um experiente Técnico de Meio Ambiente da CESP.

Os resultados das análises não passaram por análise estatística, por se tratar de parâmetros empíricos, não quantitativos, os resultados são apresentados de forma descritiva.

Grande parte das áreas reflorestadas faz divisa com fazendas de pastagem e cana-de-açúcar e os efeitos antrópicos de degradação como fogo, abertura das cercas e degradação humana são evidentes.

Aproximadamente 80% das parcelas permanentes apresentam cobertura do dossel classificada como “Alto”, representando que boa parte dos reflorestamentos está com o dossel formado e/ou em formação. Segundo esta classificação pelos técnicos da CESP, visualmente ao navegar pelo reservatório e visualizar o reflorestamento, não é possível identificar grandes clareiras.

Na alocação das parcelas em campo foram excluídos da amostragem áreas onde houve incêndios de alta incidência e nas parcelas instaladas foi evidenciado “baixo” os indícios de incêndios.

Foi constatado tendência de aumento da invasão de gramíneas nas parcelas de reflorestamento após o 7º ano de plantio. Nas matas nativas 30% das parcelas apresentavam mata competição classificada como “Alta”.

A partir do sétimo ano de plantio (2004) verificou-se a diminuição do número de fustes por hectare e aumento da invasão de gramíneas nas parcelas. No processo de crescimento e sucessão, a morte de espécies pioneiras abre clareiras na floresta, possibilitando a entrada de luz e germinação do banco de sementes.

Grande parte das áreas de divisa com os reflorestamentos são de pastagem e cana-de-açúcar e os lotes de reflorestamentos são estreitos (faixa máxima de 200-300 metros) e sofrem com efeitos de bordas (ventos e chuvas de sementes de gramíneas), fato que favorece a germinação de gramíneas invasoras. Nos primeiros anos de plantio o controle de mata competição realizado até o estabelecimento da floresta (24 – 36 meses) manteve os níveis de gramíneas invasoras classificadas como “baixo” até o sexto ano.

Em todos os reflorestamentos amostrados foi verificada presença e/ou indícios de gado dentro das parcelas. Foi observado que nas parcelas mais novas, onde o nível de mata competição é “médio e baixo” foi constatada a presença de gado. Nas parcelas mais antigas houve tendência de diminuição da presença de gado, apesar do aumento de gramíneas

invasoras. A maioria das parcelas não apresentou níveis “Alto” de presença de gado. Os danos e impactos gerados pela presença dos animais nos plantios, muitas vezes são irreversíveis, mas em algumas situações, quando o reflorestamento está estabelecido com plantas acima de 3 metros de altura, a presença de gado por curto período de tempo contribui com a diminuição da mata competição.

Em geral, foi contabilizada “baixa” incidência de lianas nos reflorestamentos. Já nas matas nativas foi constatada “Alta” presença de lianas. Foi constatado que o excesso de liana encontrado nas matas nativas ocorre devido ao pequeno tamanho dos fragmentos florestais nativos remanescentes (área e largura de mata), que sofrem com efeitos de borda excessivos e processos de degradação, como ventos, mata competição, incêndios, que prejudicam o desenvolvimento das árvores e favorecem a reprodução de lianas.

Não foram verificados danos excessivos nas parcelas devido à presença de formigas, mesmo estando presente em praticamente todas as parcelas instaladas.

Em linhas gerais, os reflorestamentos mais antigos apresentam boa estrutura florestal de cobertura e alta incidência de mata competição. Os reflorestamentos mais novos apresentam bom desenvolvimento e baixa mata competição (combate até o 24-36 meses).

As matas nativas estão com alto grau de perturbação e se encontram abandonadas a invasão (pessoas e gado) e efeitos de borda (vento, incêndio, mata competição). Este estudo recomenda que sejam previstas medidas de manejo nos remanescentes nativos ciliares, visando minimizar os processos de perturbação.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos na amostragem de 2.860 hectares de reflorestamentos com idades de plantio variando de 4 a 20 anos e matas nativas ciliares, às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos, podemos concluir que:

- Os reflorestamentos apresentam alta variabilidade de sobrevivência e estoque de C devido a aspectos de qualidade de sítio e qualidade plantio e manutenção;

- No entanto, em média os reflorestamentos tem mostrado um incremento médio anual nas diferentes classes de idade variando de 0,72 a 1,76 Mg C ha⁻¹ano⁻¹, e com valor estimado de cerca de 1,07 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹ na idade de 20 anos;

- As matas nativas vizinhas amostradas mostram também ampla variação de estoque devido a perturbações, com estoque médio de 35,45 Mg C ha⁻¹;

- Considerando-se a manutenção das taxas de crescimento dos reflorestamentos com 20 anos, levaria em torno de mais 15 anos para atingirem o estoque médio das matas ciliares do entorno;

- Os plantios mais jovens mostram maior sobrevivência e maiores taxas de crescimento que plantios mais antigos, fato este que deve estar ligado às melhores práticas silviculturais de preparo de solo, controle da matocompetição e fertilização,

- Um total de 84 espécies florestais arbóreas foram identificadas, sendo que 19 delas respondem por 85% dos indivíduos amostrados e 82% dos estoques de carbono, sendo predominantemente pioneiras.

- Os plantios podem ser classificados como plantios jovens, com predomínio de espécies pioneiras e em estágio inicial de sucessão.

REFERÊNCIAS

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 21 Jan. 2012.
- ANTIQUERA, L. R. Ensaio de espécies pioneiras para a região de Paraibuna. In: KAGEYAMA, P. Y.; **Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. IPEF Série Técnica**, Piracicaba, V. 8, n. 25, p. 1-43, Set. 1992 ISSN 100-8137
- BELLOTTO, A.; VIANI, R.A.G.; NAVE, A.G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para definição metodológica. In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEM, I. (Ed.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Lerf/ESALQ/USP, Instituto BioAtlântica, 2009. 255p.
- BROWN, S. **Estimation biomass and biomass change of tropical forests: a primer**. Roma: FAO, 1997. 55p.
- BROWN, S.; PEARSON, T. **Exploration of the Carbon Sequestration Potential of Classified Forests in the Republic of Guinea: Guidelines for measuring and monitoring carbon in forests and grasslands**. Arlington: United States Agency for International Development. 2004. 32p.
- BROWN, S.; SWINGLAND, I.R.; HANBURY-TENISON, R.; PRANCE, G.T.; MYERS, N. Changes in the use and management of forests for abating carbon emissions: issues and challenges under the Kyoto Protocol. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, cidade, Series A, Mathematical, Physical and Engineering Sciences, London, v. 360, p. 1593-1605, 2002.
- BURGER, D.M.; DELITTI, W.B.C. Allometric models for estimating the phytomass of a secondary Atlantic Forest area of southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 131-136, 2008.
- CAMPOE, O. C. **Efeito de práticas silviculturais sobre a produtividade primária líquida de madeira, o índice de área foliar e a eficiência do uso da luz em plantios de restauração da Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado na área de Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- CESAR, O. **Composição florística, fitosociológica e ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua (Fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP)**. 1988, 223p. Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1988.
- CESP. UHE Três Irmãos. Relatório de Impacto Ambiental/RIMA. SP. AR. 1990. 72 p.

CESP - Companhia Energética de São Paulo. Disponível em:<<http://www.cesp.com.br>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

CESP. **Recuperação de áreas degradadas**. 2a Ed. São Paulo: CESP (Série Pesquisa e Desenvolvimento, 059), 1992, 12 p.

CESP. UHE Três Irmãos. Relatório de Programas Ambientais. SP. AR. 2011. 31 p.

CHAVE, J.; ANDALO, C.; BROWN, S.; CAIRNS, M.A.; CHAMBERS, J.Q.; EAMUS, D.; FOONISTER, H.; FORMARD, F.; HIGUCHI, N.; KIRA, T.; LESCURE, J.P.; NELSON, B. W.; OGAWA, H.; PUIG, H.; RIERA, B.; YAMAKURA, T. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, Berlin, v. 145, p. 87–99, 2005.

CHAVE, J.; MULLER-LANDAU, H.C.; BAKER, T.R.; EASDALE, T.A.; TER STEEGE, H.; WEBB, C.O. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. **Ecological applications**, Washington, v. 16, n. 6, p. 2356-2367, 2006.

DURIGAN, G. Problemas técnicos, soluções científicas: exemplos em restauração de cerrado e mata ciliar. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **A botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais: anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 315-318.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em:<www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/index.php?UF=sp>. Acesso em: 21 de jan. 2012.

FEREZ, A.P.C. **Efeito de práticas silviculturais sobre as taxas iniciais de seqüestro de carbono em plantios de restauração da Mata Atlântica**. 2011. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação de densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**. Piracicaba, n. 2/3, p. 65-74, 1971.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas da evolução de remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período de 1985 a 1990**. São Paulo, 1993. 22 p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas da evolução de remanescentes florestais da Mata Atlântica no período de 2008-2011**. São Paulo, 2011. 122 p.

GONÇALVES, R. M. G.; GIANNOTTI, E.; GIANNOTTI, J. G.; SILVA, A. A. Aplicação de modelo de revegetação em áreas degradadas, visando a restauração ecológica da microbacia do córrego da Fazenda Itaqui, no município de Santa Gertrudes, SP. *Revista Instituto Florestal*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 73-95, 2005.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JR, J.A. Fitomassa e Conteúdo de Carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: SEMINÁRIO “EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ - UMA NOVA

OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL”:1994. local. Local:editora, 1994. p.127-153.

_____.; IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Haayana: IPCC, 2006. 806p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2001: The Scientific Basis**. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 881p.

_____. **Climate Change 2007: synthesis report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: TERI Press, 2008. 104 p.

KAGEYAMA, P.Y. **Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas**. Piracicaba: IPEF, n.41/42, p.83-93, 1989.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p. 249-269.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; OLIVEIRA, R.E. Biodiversidade e Restauração da Floresta Tropical. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. cap. 2, p. 27-48.

LACERDA, J. S.; COUTO, H.T.Z; HIROTA, M.M.; PASISHNYK, N.; POLIZEL, J.L. Estimativa da Biomassa e Carbono em áreas restauradas com plantio de Essências Nativas. **METRVM**, Piracicaba, v. 5, p. 1-23, 2009.

LOPES, P. **Review of forestry carbon standards: development of a tool for organizations to identify the most appropriate forestry carbon credits**. 2009. 114 p. Thesis (Master of Science) – Imperial College London, London, 2009.

LUGO, A.E.; BROWN, S. Tropical forests as sinks of atmospheric carbon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.54, p. 239-255, 1992.

MELO, A.C.G. **Reflorestamentos de restauração de matas ciliares: análise estrutural e método de monitoramento no Médio Vale do Paranapanema (SP)**. 2004. 141p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

MERGER, E. **Forestry carbon standards 2008: a comparison of the leading standards in the voluntary**. London: Carbon Positive, 2008. 72 p.

_____.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 71, p. 149-154, 2006.

_____.; SOUZA, H.; CONTIERI, W.A.; MALICIA, L.C. Biomassa, fixação de carbono e estrutura da vegetação de cerrado em restauração aos seis anos, Assis, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 73-78, 2009.

MIRANDA, D.L.C. **Modelos matemáticos de estoque de biomassa e carbono em áreas de restauração florestal no sudoeste paulista**. 2008. 113p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MIRANDA, S.H.G. **Determinação e Modelagem da linha de base e das taxas usuais e máximas de seqüestro de carbono em áreas de restauração da Mata Atlântica às margens de reservatórios da CESP**. Piracicaba: CEPEA-ESALQ/IPEF/CESP. 2011.52p.

OLIVEIRA, R. E. **O estado da arte da ecologia da restauração e sua relação com a restauração de ecossistemas florestais no bioma mata atlântica**. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Ciência Florestal. Botucatu, 2011.

PEET, R.K. The measurement of species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.5, p.285-307, 1974.

PEREIRA, D. S. **Efeito dos tratamentos culturais e qualidade de mudas na restauração florestal de matas ciliares do Rio Tietê em Borborema, SP**. Dissertação (Mestrado na área de Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

PREISKORN, G.M. **Composição florística, estrutura e quantificação do estoque de carbono em florestas restauradas com idades diferentes**. 2011. 129p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Oxford, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Metodologias de restauração florestal. In: Fundação Cargill (Coord.). **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2007. p.109-143.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo:EDUSP; FAPESP, 2000. 320 p.

RODRIGUES, R. R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 year experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Oxford, v. 142, p. 1242-1251, 2009.

SANQUETTA, C.R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B.; GOMES, F.S. (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR/Ecoplan, 2002. p. 119-140.

SÃO PAULO. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (SMA). Resolução SMA – 8, de 31-1-2008. Fixa orientações para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. São Paulo: SMA, 2008, 6p.

SÃO PAULO. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (SMA). Cadernos da Mata ciliar. São Paulo: SMA, 2009, 36p.

SÃO PAULO. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (SMA). Cadernos da Mata ciliar. São Paulo: SMA, 2011, 68p.

SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Biometria Florestal**: medição e volumetria de árvores. Lavras: UFLA, FAEPE, 1998. 310 p.

SILVA, A.M. **Reflorestamento ciliar à margem do reservatório da hidrelétrica de ilha Solteira em diferentes modelos de plantio**. 2007. 134 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2007.

SILVER, W.L.; KUEPPERS, L.M.; LUGO, A.E.; OSTERTAG, R.; MATZEK, V. Carbon sequestration and plant community dynamics following reforestation of tropical pasture. **Ecological Applications**, Califórnia, v.14, n.4, p.1115–1127, 2004.

_____.; OSTERTAG, R.; LUGO, A.E. The Potential for Carbon Sequestration Through Reforestation of Abandoned Tropical Agricultural and Pasture Lands. **Restoration Ecology**, Tucson, v.8, n. 4, p. 394–407, 2000.

SOS Mata Atlântica - Disponível em: <<http://www.sosma.org.br>>. Acesso em: 13 mar. 2013.

SOUZA, A.L.; BOINA, A.; SOARES, C.P.B.; VITAL, B.R.; GASPARI, R.O.; LANA, J.M. Estoque e crescimento em volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono em Floresta Estacional Semidecidual. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1277-1285, 2011.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERETTI, A.R. Measuring and monitoring carbon stocks at the Guaraqueçaba climate action project, Paraná, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST CARBON SEQUESTRATION AND MONITORING, 2002, Taipei, Taiwan. **Anais...** Taipei: Taiwan Forestry Research Institute, 2002. p. 98-115.

VIEIRA, S.A.; ALVES, L.F.; AIDAR, M.P.M.; ARAÚJO, L.S.; BAKER, T.; BATISTA, J.L.F.; CAMPOS, M.C.R.; CAMARGO, P.B.; CHAVE, J.; DELITTI, W.B.; HIGUCHI, N.; HONÓRIO, E.; JOLY, C.A.; KELLER, M.; MARTINELLI, L.A.; DE MATTOS, E.A.; METZKER, T.; PHILLIPS, O.; SANTOS, F.A.M.; SHIMABUKURO, M.T.; SILVEIRA, M.; TRUMBORE, S.E. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 8, n.2, 2008.

VISMARA, E.S. **Mensuração da biomassa e construção de modelos para construção de equações de biomassa**. 2008. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

VCS ASSOCIATION. **Guidance for agriculture, forestry and other land use projects**. Washington, 2008. 44 p.

_____. **VCS program guide**: version 3.0. Washington, 2011. 46 p.

WILSEY, B.J.; CHALCRAFT, D.R.; BOWLES, C.M.; WILLIG, M.R. Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. **Ecology**, Washington, v.86, n.5, p.1178-1184, 2005.

ANEXO

Anexo A

Família, nome científico, nome popular, número de indivíduos, frequência da espécie e contribuição das espécies no estoque de carbono total.

Tabela 6 - Família, nome científico, nome popular, número de indivíduos (n), frequência da espécie (n) e contribuição das espécies no estoque de carbono total (%) (Continua)

Família	Espécie	Nome	P/NP	Total (n)	Reflorestamentos (n)	Matas Nativas (n)	Espécies (%)	C (%)
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Mutambo	P	749	637	112	16,13	16,438
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i>	Canafistula	P	490	437	53	10,55	9,888
Fabaceae	<i>Inga striata</i>	Ingá branco	P	363	318	45	7,82	5,844
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i>	Sangra d'água	P	349	305	44	7,52	3,908
Fabaceae	<i>Acacia sp.</i>	Monjoleiro Branco	P	328	300	28	7,06	7,589
Fabaceae	<i>Acacia polyphylla</i>	Monjoleiro	P	223	184	39	4,80	6,117
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i>	Capixingui	P	205	187	18	4,42	4,538
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina var. cebil</i>	Angico branco	P	181	162	19	3,90	8,770
Fabaceae	<i>Zygia cauliflora</i>	Inga ferradura	P	174	143	31	3,75	3,567
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba	P	122	101	21	2,63	2,634
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Candiúva	P	122	104	18	2,63	1,752
Não Identificado	<i>Não Identificado</i>	Não Identificado	-	113	93	20	2,43	0,077
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Ipê amarelo	NP	103	89	14	2,22	1,747
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Taiúva	P	102	77	25	2,20	1,057
Euphorbiaceae	<i>Mabea fistulifera</i>	Canudo de pito	P	87	69	18	1,87	1,715
Fabaceae	<i>Machaerium villosum</i>	Jacaranda paulista	P	78	65	13	1,68	2,400
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i>	Cordia	P	59	42	17	1,27	1,958
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Copaíba	NP	52	45	7	1,12	1,377
Fabaceae	<i>Albizia niopoides var. niopoides</i>	Farinha seca	P	50	44	6	1,08	1,237
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Aroeira Pimenteira	P	44	32	12	0,95	0,377
Malvaceae	<i>Luehea candicans</i>	Açoita cavalo	P	43	43		0,93	0,425
Fabaceae	<i>Lonchocarpus cultratus</i>	Feijão cru	P	41	38	3	0,88	1,318
Fabaceae	<i>Anadenanthera sp.</i>	Angico preto	NP	40	32	8	0,86	3,535
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Guaritá	P	35	26	9	0,75	0,387
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i>	Mamoninha	NP	34	30	4	0,73	0,812
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	P	34	31	3	0,73	0,189
Fabaceae	<i>Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan</i>	Angico vermelho	P	31	30	1	0,67	1,696
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i>	Pau viola	P	31	25	6	0,67	1,070
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana hystrix</i>	Leiteiro	P	30	25	5	0,65	0,551
Malvaceae	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Pau jangada	P	27	25	2	0,58	0,265
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i>	Paineira	P	25	17	8	0,54	0,705
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá miúdo	NP	21	18	3	0,45	0,277
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva Fr. All</i>	Aroeira	P	21	19	2	0,45	0,110
Bignoniaceae	<i>Jacaranda sp.</i>	Jacaranda caroba	P	17	12	5	0,37	0,105
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i>	Amendoim	P	17	16	1	0,37	0,236
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	Pau formiga	NP	15	15		0,32	0,355

Família	Espécie	Nome	P/NP	Total (n)	Reflorestamentos (n)	Matas Nativas (n)	Espécies (%)	C (%)
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Garapeira	P	14	12	2	0,30	0,309
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Figueira	NP	13	11	2	0,28	0,193
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i>	Primavera arbórea	P	10	10		0,22	0,065
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Marinheiro	NP	10	7	3	0,22	0,075
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ipê roxo	P	9	8	1	0,19	0,096
Fabaceae	<i>Machaerium aculeatum</i>	Bico de pato	P	8	7	1	0,17	0,196
Bignoniaceae	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Ipê tabaco	P	8	6	2	0,17	0,105
Ulmaceae	<i>Celtis sp</i>	Grão de galo	NP	7	5	2	0,15	0,030
Fabaceae	<i>Dipteryx alata</i>	Baru	P	6	5	1	0,13	0,047
Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i>	Guajuvira	NP	6	5	1	0,13	0,090
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i>	Saguaraji	P	5	3	2	0,11	0,064
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timboril	NP	5	5		0,11	0,604
Rubiaceae	<i>Guettarda viburnoides</i>	Veludo	NP	5	5		0,11	0,073
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê rosa	NP	5	5		0,11	0,036
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i>	Canelinha	NP	5	5		0,11	2,011
Flacourtiaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i>	Espeteiro	P	4	4		0,09	0,013
Myrtaceae	<i>Hexachlamys edulis</i>	Pêssego do mato	NP	4	4		0,09	0,036
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril var. stilbocarpa</i>	Jatobá	P	4	3	1	0,09	0,080
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Cajamirim	NP	4	3	1	0,09	0,171
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Ipê branco	NP	4	3	1	0,09	0,035
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	Peroba poca	NP	3	3		0,06	0,004
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	Jequitibá	P	3	3		0,06	0,020
Bignoniaceae	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Ipê caixeta	P	3	3		0,06	0,100
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i>	Pau d' alho	NP	3	3		0,06	0,012
Myrtaceae	<i>Myrciaria tenella</i>	Cambuí	P	3	3		0,06	0,018
Myrtaceae	<i>Psidium sp</i>	Araça	P	3	3		0,06	0,008
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Sabão de soldado	NP	3	3		0,06	0,043
Verbenaceae	<i>Vitex megapotamica</i>	Tarumã	NP	3	3		0,06	0,013
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Pau marfim	P	2	1	1	0,04	0,079
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro rosa	NP	2	2		0,04	0,014
Rubiaceae	<i>Genipa americana L.</i>	Jenipapo	NP	2	1	1	0,04	0,032
Myrtaceae	<i>Plinia cauliflora</i>	Jaboticaba silvestre	P	2	2		0,04	0,010
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Peito de Pomba	NP	2	2		0,04	0,010
Combretaceae	<i>Terminalia brasiliensis</i>	Cerne amarelo	P	2	1	1	0,04	0,009
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Mamica	P	2	2		0,04	0,019
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	Fruto de Jacu	NP	1	1		0,02	0,006
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron M. Arg</i>	Peroba rosa	P	1	1		0,02	0,123
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro do brejo	NP	1	1		0,02	0,002
Sapindaceae	<i>Dilodendron bipinnatum</i>	Maria pobre	P	1	1		0,02	0,037

Família	Espécie	Nome	P/NP	Total (n)	Reflorestamentos (n)	Matas Nativas (n)	Espécies (%)	C (%)
Fabaceae	<i>Erythrina crista-galli</i>	Suinã	NP	1	1		0,02	0,003
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	NP	1		1	0,02	0,004
Bignoniaceae	<i>Jacaratia spinosa</i>	Jaracatiá	P	1		1	0,02	0,007
Fabaceae	<i>Mimosa sp.</i>	Mimosa	NP	1	1		0,02	0,003
Fabaceae	<i>Myroxiylon peruiferum</i>	Cabreúva	P	1	1		0,02	0,004
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	Cafezinho	P	1	1		0,02	0,003
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i>	Jurubeba	P	1		1	0,02	0,002
Malvaceae	<i>Sterculia chicha</i>	Chichá	P	1	1		0,02	0,026
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i>	Jambolão	P	1		1	0,02	0,037
Total				4643	3996	647	100	100