

RICARDO DE ALMEIDA ZUPPI

**DISCUSSÃO SOBRE A RESTAURAÇÃO AMBIENTAL DE MATAS CILIARES
NO ESTADO DE SÃO PAULO SUBSIDIADA PELA NEUTRALIZAÇÃO
VOLUNTÁRIA**

Monografia apresentada como requisito para a obtenção do título de Especialista em Gestão Florestal no curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Hosokawa

CURITIBA

2007

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVAS.....	5
1.2 OBJETIVO GERAL.....	6
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.4 METODOLOGIA.....	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
2.1 RECUPERAÇÃO x RESTAURAÇÃO AMBIENTAL.....	8
2.2 PRESERVAÇÃO x CONSERVAÇÃO AMBIENTAL.....	8
2.3 SUSTENTABILIDADE FLORESTAL.....	9
2.4 A ÁGUA E A FLORESTA.....	10
2.5 ECOSSISTEMA MATA CILIAR.....	11
2.6 FUNÇÕES ECOLÓGICAS DAS MATAS CILIARES.....	13
2.7 BIOMASSA VEGETAL E SEQÜESTRO DE CARBONO.....	15
2.8 MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	17
2.9 MERCADO DE NEUTRALIZAÇÃO VOLUNTÁRIO.....	18
3 CONTEXTO AMBIENTAL	19
3.1 BIOMAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	19
3.2 PROTEÇÃO AMBIENTAL EXISTENTE.....	20
3.3 SITUAÇÃO DE DEGRADAÇÃO.....	21
3.4 PROJETOS DE RESTAURAÇÃO AMBIENTAL.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS REGIÕES AMBIENTAIS DO ESTADO.....	24
4.2 DIVERSIDADE ARBÓREA.....	25
4.3 PRODUÇÃO E OFERTA DE MUDAS NO ESTADO.....	26
4.4 MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO AMBIENTAL.....	27
4.5 BIOMASSA DAS FORMAÇÕES FLORESTAIS.....	33
4.6 EXEMPLOS DE PROJETOS EXISTENTES.....	36
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	37
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

RESUMO

A recuperação ambiental de matas ciliares é um dos grandes desafios da atualidade, pois está diretamente ligada à quantidade e qualidade da água que consumimos. Discutir sobre a sistematização das informações, experiências atuais e metodologias mais eficientes, confiáveis e transparentes para realizar projetos de restauração de matas ciliares do Estado de São Paulo é o objeto desse trabalho. A proposta é de se usar a neutralização pelo seqüestro de carbono voluntário da população em geral como subsidio para financiar as ações de reflorestamento. Através do levantamento bibliográfico, pesquisas e entrevistas buscou-se a caracterização as diferentes regiões ambientais e formações florestais do Estado de São Paulo e definir as principais espécies vegetais arbóreas, informar a biomassa total das diversas formações e correlacionar com o carbono acumulado, definir o custo relativo de uma árvore e levantar as instituições que já fazem esse tipo de ação. Levantou-se 584 espécies florestais dentro dos ecossistemas contidos no Estado de São Paulo. A biomassa foi calculada pela média dos valores encontrados, sendo o valor de 188,97 ton/ha que transformado em quantidade de CO₂ equivalente emitido ficou em 311,80tonCO₂/ha. Esse número serve para fazer o cálculo de custo de cada arvore plantado adotando-se plantios com espaçamento de 3m x 3m (1111 mudas) ou 3m x 2m (1666 mudas) dependendo do caso. Algumas instituições já realizam o reflorestamento subsidiado pela neutralização, mas a proposta é exatamente mostrar que se pode ter o subsidio, mas com o conceito de restauração ambiental ao invés de simples plantio de árvores. Conclui-se que não tem como modelar uma única ferramenta quando o assunto é a restauração ambiental de Matas Ciliares, pois suas inúmeras particularidades fazem com que a técnica de restauração seja diversificada segundo suas próprias características. Uma base de decisão está proposta e serve como iniciadora das inúmeras restaurações ambientais desses ecossistemas paulistas.

Palavras-chave: Mata ciliar, restauração, biomassa, seqüestro de carbono, neutralização voluntária.

1 INTRODUÇÃO

A recuperação ambiental de matas ciliares é um dos grandes desafios da atualidade, uma vez que essas formações florestais estão intimamente ligadas à quantidade e qualidade da água que consumimos. Discutir sobre os mecanismos eficientes, confiáveis e transparentes para realizar projetos de recuperação em matas ciliares do Estado de São Paulo é o objeto desse trabalho que se pautará na neutralização pelo seqüestro de carbono voluntário da população em geral (física ou jurídica) como subsidio para financiar as ações de reflorestamento.

Não é necessário realizar estudos muito profundos para se concluir que a qualidade e a quantidade da água se encontram fortemente ameaçadas. O clima tende a se transformar no próximo século por conta do *efeito estufa* e da redução da *camada de ozônio* e a biodiversidade tende a se reduzir, empobrecendo o patrimônio genético. Ultimamente, fala-se muito da ameaça de falta de água para as demandas do próximo século e dramatiza-se a questão insinuando que a água, ou a sua falta, poderá ser a causa de guerras no século XXI (ZULAUF, 2000).

A preocupação faz sentido quando se observa o descaso dos governos e da sociedade em geral com o manejo dos ecossistemas naturais e conseqüentemente da água. Basta olhar para qualquer córrego urbano para confirmar a contaminação por esgotos domésticos, resíduos industriais e lixo de todas as naturezas. Já na zona rural, os agrotóxicos são lançados sobre o solo sem o entendimento de que o passo seguinte é a lixiviação desses venenos para os rios, o mesmo ocorrendo com os fertilizantes químicos. Já os desmatamentos generalizados causam o assoreamento dos rios, não havendo nem mesmo obediência a um dos poucos dispositivos legais de proteção dos recursos hídricos que são as matas ciliares.

É cada vez maior o reconhecimento entre ambientalistas, acadêmicos, órgãos públicos e mesmo entre outros setores sociais não diretamente envolvidos com o tema, de que existe uma relação de interdependência entre a floresta e o ecossistema aquático, e que a degradação ou escassez de um perturba profundamente a existência e qualidade do outro.

A importância de se manter ou recuperar a cobertura florestal junto aos corpos d'água é indiscutível, o desafio é encontrar técnicas adequadas de revegetação e superar as barreiras culturais e sócio-econômicas que impedem a recuperação de matas ciliares em larga escala (DURIGAN; SILVEIRA, 1999).

Discutir sobre o processo de recuperação desses ecossistemas de extrema importância ambiental é o foco desse trabalho, uma vez que os grandes projetos de reflorestamento de matas ciliares existentes não saem do papel ou pela própria magnitude ou por entraves burocráticos e/ou falta de recursos financeiros, humanos e materiais (mudas de diferentes espécies).

Portanto, está mais do que claro que existe a necessidade de sistematizar as informações, modelos e experiências atuais para agir imediatamente, uma vez que os próprios mecanismos legais não estão conseguindo proteger, quem dirá recuperar essas MATAS.

O trabalho se divide em partes que contemplam essa introdução do tema em questão, com a apresentação da problemática atual e justificativa da realização do mesmo. O seu desdobramento em objetivos (geral e específicos) e metodologia de trabalho. Segue uma fundamentação teórica do assunto, uma contextualização ambiental do Estado de São Paulo mostrando as situações, problemas e ações que estão sendo feitas. Segue os resultados encontrados com a pesquisa e a apresentação da discussão com as possíveis conclusões e recomendações a serem feitas.

1.1 JUSTIFICATIVAS

- Degradação ocorrida nos ecossistemas ripários (MATA CILIAR)
 - ✓ Processo de ocupação histórico nos diferentes Biomas do Estado de São Paulo.
 - ✓ Uso pela agricultura, estradas, moradias, etc.
- Íntima relação ÁGUA x FLORESTA
 - ✓ Qualidade e quantidade disponível.
 - ✓ Proteção contra erosão e assoreamento.

- ✓ Importância ambiental e suas funções ecológicas.
- ✓ Biodiversidade associada.
- Problema nos projetos de recuperação
 - ✓ Uso de baixa diversidade.
 - ✓ Demanda maior que oferta de mudas.
 - ✓ Entraves burocráticos e financeiros.
 - ✓ Diferença conceitual entre RECUPERAÇÕES x RESTAURAÇÕES AMBIENTAIS.
- Aumento da consciência ambiental da população em geral.
- Possibilidade de subsídios pela NEUTRALIZAÇÃO VOLUNTÁRIA.

1.2 OBJETIVO GERAL

Discutir sobre a recuperação de matas ciliares das diferentes formações do Estado de São Paulo através do subsídio de projetos de seqüestro de carbono voluntários.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar as diferentes regiões ambientais e formações florestais do Estado de São Paulo e definir as principais espécies vegetais arbóreas.
- Informar a biomassa total encontrada nas diversas formações e correlacionar com o carbono acumulado.
- Definir as metodologias de recuperação e o custo relativo de uma árvore.
- Relacionar as instituições que já fazem esse tipo de ação de recuperação através da venda da "neutralização voluntária".

1.4 METODOLOGIA

O trabalho consiste em um levantamento bibliográfico para fazer o embasamento e então desenvolver uma fundamentação teórica de tópicos essenciais para o entendimento e desenvolvimento do assunto e problema do tema em questão.

Para a definição de metodologias a serem usadas em projetos de restauração ambiental das Matas Ciliares, usou-se uma matriz adaptada que correlaciona o grau de degradação com o potencial de dispersão do entorno e que será a responsável pela tomada de decisão de quais metodologias serão usadas. Usar-se-á o princípio de que todos os projetos devem conter o plantio direto de mudas uma vez que será o número de árvores plantadas que será o quociente para divisão do custo total da restauração, bem como o quanto cada árvore irá seqüestrar em CO₂ equivalente emitido. Este índice serve para ser usado posteriormente como indexador para a venda dos créditos no mercado voluntário de neutralização. Assim consegue-se saber o valor que cada árvore irá seqüestrar e o custo relativo de projetos de restauração específicos.

Para a definição da biomassa usar-se-á a média dos valores encontrados nas diferentes formações florestais do Estado de São Paulo, uma vez que existe uma grande diferença de metodologias para a obtenção desses dados. Por sua vez essa média será definida como um índice a ser usado genericamente nas Matas Ciliares do Estado em suas diferentes regiões, pois são ecossistemas relativamente similares entre si.

Serão relacionadas, através de pesquisa na internet e contatos telefônicos e pessoais, as principais instituições ambientais (privadas, públicas e não-governamentais) que já realizam algum tipo de reflorestamento baseado na contribuição voluntária da população em geral que quer neutralizar suas emissões de gases do efeito estufa. Os contatos servirão para a caracterização dos projetos levantados e para depois se discutir quais são mais adequados e/ou recomendar possíveis mudanças para novos empreendedores ou instituições que venham a surgir se basearem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 RECUPERAÇÃO x RESTAURAÇÃO AMBIENTAL

O importante inicialmente é entender o conceito de dois termos muito usados no meio ambiental principalmente quando relacionado às áreas degradadas. REIS e KAGEYAMA (2003) e o próprio SNUC (2000) descrevem a **recuperação** como a restituição de um ecossistema ou população degradada a uma condição não degradada sendo esta diferente da original e **restauração** como a restituição de um ecossistema ou população degradada a uma condição não degradada sendo esta o mais próximo possível da condição original.

2.2 PRESERVAÇÃO x CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

A diferença existente entre termos tão usados e disseminados, principalmente nos dias de hoje, é de fundamental importância para a definição e entendimentos corretos desses conceitos ambientais uma vez que usados indiscriminadamente podem gerar erros de interpretação e conseqüentemente dos manejos ambientais adotados.

Em TRIGUEIRO (2005) encontra-se os conceitos descritos separadamente para melhor entender como mostrado a seguir:

Preservação: *Estratégia de proteção dos recursos naturais que prega a manutenção das condições de um determinado ecossistema, espécies ou área, sem qualquer ação ou interferência que altere o status quo. Prevê que os recursos sejam mantidos intocados, não permitindo ações de manejo.*

Conservação: *Conceito desenvolvido e disseminado nas últimas décadas do século 19 como um relacionamento ético entre pessoas, terras e recursos naturais, ou seja, uma utilização coerente destes recursos de modo a não destruir sua capacidade de servir às gerações seguintes, garantindo sua renovação. A conservação prevê a exploração racional e o manejo contínuo de recursos naturais, com base em sua sustentabilidade".*

Essa definição se assemelha da usada no Projeto de Lei N°752, de 2006 da Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo que dispõe sobre normas de extrativismo florestal de uso sustentável, nas áreas de reserva legal. São elas:

***Preservação:** Ação de proteger, contra a modificação e qualquer forma de dano ou degradação, um ecossistema, uma área geográfica definida ou espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção, adotando se as medidas preventivas legalmente necessárias e as medidas de vigilância adequadas. Prevenção de ações futuras que possam afetar um ecossistema.*

***Conservação:** O conceito de conservação aplica se à utilização racional de um recurso qualquer, de modo a se obter um rendimento considerado bom, garantindo se, entretanto, sua renovação ou sua auto sustentação. Assim, a conservação do solo é compreendida como a sua exploração agrícola, adotando se técnicas de proteção contra erosão e redução de fertilidade. Analogamente, a conservação ambiental quer dizer o uso apropriado do meio ambiente, dentro dos limites capazes de manter sua qualidade e seu equilíbrio, em níveis aceitáveis. A proteção de recursos naturais renováveis e seu manejo para utilização sustentada e de rendimento ótimo”.....*

2.3 SUSTENTABILIDADE FLORESTAL

Sustentabilidade florestal é a prática de manejar e conservar todos os recursos florestais para atender as necessidades da sociedade hoje e nas futuras gerações. As florestas nativas tem se tornado a cada dia uma formação descontínua e fragmentada, interrompida por fazendas, cidades ou indústrias de todos os tipos. Baseado nas evidências de que as florestas tropicais tem sido transformadas, principalmente, para o desenvolvimento agrícola, os esforços de ambos os setores para melhorar as condições de vida da população devem ser realizados em conjunto, facilitar o diálogo é importante para prevenir conflitos rurais por terra e promover formas de manejo de propriedades que enfoquem a eficiência e produtividade, assim como qualidade de vida e ambiente (ZANETTI, 2005).

A sustentabilidade das florestas passa pela estabilização das populações vizinhas a estas. Qualquer exame superficial da causa dos desmatamentos passa pela questão de pobreza do III Mundo. Deve ser lembrado que os estímulos dado pelos governos à áreas tropicais, classificando as principalmente como fronteira agrícola, tem maior influência nos desmatamentos (BRAZ, 2004).

2.4 A ÁGUA E A FLORESTA

A água de chuva que se precipita sobre uma mata, segue dois caminhos: volta à atmosfera por evapotranspiração ou atinge o solo, através da folhagem ou do tronco das árvores. Na floresta, a interceptação da água acima do solo garante a formação de novas massas atmosféricas úmidas, enquanto a precipitação interna, através dos pingos de água que atravessam a copa e o escoamento pelo tronco, atingem o solo e o seu folheto sendo que uma parte dessa água tem escoamento superficial, chegando de alguma forma aos cursos d'água ou aos reservatórios de superfície. A outra parte pode sofrer armazenamento temporário por infiltração no solo, podendo ser liberada para a atmosfera através da evapotranspiração, manter-se como água no solo por mais algum tempo ou percolar como água subterrânea (CNRBMA/SOS, 2003; LINO, 2002). De qualquer forma, a água armazenada no solo que não é evapotranspirada, termina por escoar da floresta paulatinamente, compondo o chamado deflúvio, que alimenta os mananciais hídricos e possibilita os seus usos múltiplos. O processo de interceptação da chuva pela floresta, além de afetar a redistribuição da precipitação e a economia da água no solo, desempenha significativa influência sobre a qualidade da água e é particularmente evidenciado quando há uma remoção da cobertura florestal (LIMA, 1986).

LIMA (1986) sugere que a cobertura florestal influi positivamente sobre a hidrologia no solo, melhorando os processos de infiltração, percolação e armazenamento da água, além de diminuir o escoamento superficial. Esta influência conduz à diminuição do processo erosivo. Nesta ação protetora da floresta, é muito

importante a participação da vegetação herbácea e da manta orgânica, que normalmente recobrem o solo florestal, e que desempenham papel decisivo na dissipação da energia das gotas das chuvas, cujo impacto com a superfície do solo dá início ao processo de erosão. Os impactos do desmatamento de uma floresta traduzem-se em: aumento do escoamento hídrico superficial, redução da infiltração da água no solo, redução da evapotranspiração, aumento da incidência do vento sobre o solo, aumento da temperatura, redução da fotossíntese, ocupação do solo para diferentes usos e redução da flora e fauna nativas (BRAGA, 1999; GONÇALVES *et al*, 2005). Em resumo, sem a floresta a água perde sua proteção, as nascentes secam, os rios ficam assoreados e o clima e fertilidades locais sofrem mudanças (AMBIENTAL CONSULTING, 2004)

2.5 ECOSSISTEMA MATA CILIAR

As zonas ripárias podem ser entendidas como as zonas saturadas de água e que margeiam os cursos d'água e suas cabeceiras e é composta pela mata ciliar e toda sua interação com a o solo, água, luz, temperatura, fogo e uma gama de processos ecológicos (competição, herbivoria, etc.) (LIMA e ZAKIA, 2006).

As matas ciliares constituem uma formação florestal típica de áreas situadas ao longo dos cursos d'água, em locais sujeitos a inundações temporárias, em nascentes e olhos d'água, desempenhando um importante papel na rede de drenagem de uma bacia hidrográfica. Funcionam como reguladoras do fluxo de água, de sedimentos e de nutrientes entre os terrenos mais altos da bacia e o ecossistema aquático. Além disso, é rica em refúgios e fontes de alimentos para a fauna silvestre (GONÇALVES *et al*, 2005).

Trata-se dos ecossistemas mais intensamente utilizados e degradados pelo homem, por possuírem solos férteis e úmidos, ideais para a agricultura, fornecerem madeira, apresentarem condições adequadas para construção de estradas, fonte para exploração de areia e cascalho, e devido à sua beleza cênica são intensamente utilizadas para urbanização e recreação. São particularmente frágeis face aos impactos

promovidos pelo homem, pois, além de conviverem com a dinâmica erosiva e de sedimentação dos cursos d'água, alojam-se no fundo dos vales, onde naturalmente recebem os impactos da interferência humana sobre a bacia hidrográfica como um todo (NAPPO; GOMES; CHAVES).

Os fatores condicionantes da ocorrência das matas ciliares, que definem condições ecológicas distintas, são responsáveis na maioria das vezes por proporcionar as melhores condições de sítio em relação à disponibilidade de água e nutrientes. De modo geral, o relevo e as características edáficas são os fatores determinantes na formação do ambiente ribeirinho, pois definem os limites da influência da umidade, definindo os limites das áreas sujeitas à inundação, ao encharcamento e à manutenção de alta umidade pela proximidade do lençol freático, decorrentes do extravasamento do leito do rio, como também do afloramento permanente ou temporário do lençol freático (SMA, 2006). A partir deste limite o solo não recebe mais influência da umidade proveniente do curso d'água e, mesmo se a vegetação é arbórea, não tem a diversidade e composição da faixa marginal, denominada "mata ciliar".

A heterogeneidade das condições ambientais nas margens dos cursos d'água define, portanto um mosaico de vegetação como resultado da atuação diferencial da umidade (RODRIGUES e SHEPERD, 2000). Segundo estes autores, os principais fatores que atuam na seletividade das espécies, condicionando a distribuição e composição florística, são aqueles que definem a dinâmica da água do solo (relevo e fatores físicos do solo). Vários outros trabalhos tem, entretanto, reforçado a importância de fatores como: características geológicas e geomorfológicas, deposição de sedimento, remoção ou soterramento da serrapilheira e do banco de sementes, modelo hidrológico do rio (definindo duração e volume de água durante a elevação do rio), presença de remanescentes à montante fornecendo propágulos de espécies hidrocóricas, dentre outros fatores bióticos e abióticos estudados. Apesar da particularização destes fatores, nota-se que todos são dependentes direta ou indiretamente da elevação do nível da água dos rios.

2.6 FUNÇÕES ECOLÓGICAS DAS MATAS CILIARES

A Biodiversidade é uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas, e fonte de imenso potencial de uso econômico. A biodiversidade é a base das atividades agrícolas, pecuárias, pesqueiras e florestais e, também, a base para a estratégica indústria da biotecnologia. As funções ecológicas desempenhadas pela biodiversidade são ainda pouco compreendidas, muito embora considere-se que ela seja responsável pelos processos naturais e produtos fornecidos pelos ecossistemas e espécies que sustentam outras formas de vida e modificam a biosfera, tornando-a apropriada e segura para a vida. A diversidade biológica possui, além de seu valor intrínseco, valor ecológico, genético, social, econômico, científico, educacional, cultural, recreativo e estético. Com tamanha importância, é preciso evitar a perda da biodiversidade.

As áreas ripárias e suas matas ciliares possuem importantes funções hidrológicas, ecológicas e limnológicas, imprescindíveis para a integridade biótica e abiótica do sistema. Dentre as funções hidrológicas cita-se a contenção de ribanceiras, diminuição e filtração do escoamento superficial, impedimento do carreamento de sedimentos e outras. A formação de microclimas, habitats, áreas de abrigo e reprodução, corredores de migração da fauna terrestre, entrada de suprimento orgânico são algumas das funções ecológicas destas matas (BARRELA et al., 2000).

Sob a ótica da hidrologia florestal, as matas ciliares ocupam as áreas mais dinâmicas da paisagem, tanto em termos hidrológicos, como ecológicos e geomorfológicos.

A zona ripária está intimamente ligada ao curso d'água, mas os seus limites não são facilmente demarcados. Em tese, os limites laterais se estenderiam até o alcance da planície de inundação. Todavia, os processos físicos que moldam continuamente os leitos dos cursos d'água, que vão desde intervalos de recorrência curtos das cheias anuais, até fenômenos mais intensos das enchentes decenais e seculares, impõem, também, a necessidade de se considerar um padrão temporal de variação da zona ripária (GREGORY et al., 1992). O limite a montante, por exemplo, seria a nascente,

mas durante parte do ano a zona saturada da microbacia se expande consideravelmente, o que implica na necessidade de se considerar também as áreas côncavas das cabeceiras ("stream-head hollows") como parte integrante da zona ripária.

Devido a esta elevada frequência de alterações que ocorrem na zona ripária, a vegetação que ocupa normalmente esta zona (mata ciliar) deve, em geral, apresentar uma alta variação em termos de estrutura, composição e distribuição espacial. Esta variação deve ocorrer tanto ao longo do curso d'água, refletindo variações de micro-sítios resultantes da dinâmica dos processos fluviomórficos, que resultam em trechos característicos de deposição de sedimentos, assim como trechos característicos de erosão fluvial. Lateralmente, as condições de saturação do solo diminuem à medida que se distancia do canal, o que deve, também, influenciar a composição das espécies (LIMA & ZAKIA, 2004).

Do ponto de vista ecológico, as zonas ripárias têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal. Além das espécies tipicamente ripárias, nelas ocorrem também espécies típicas de terra firme, e as zonas ripárias, desta forma, são também consideradas como fontes importantes de sementes para o processo de regeneração natural (GREGORY et al., 1992). Esta função ecológica já é, sem dúvida, razão suficiente para justificar a necessidade da conservação das zonas ripárias. A isto, deve-se somar a função hidrológica das zonas ripárias na manutenção da integridade da microbacia hidrográfica, representada por sua ação direta numa série de processos importantes para a estabilidade da microbacia, para a manutenção da qualidade e da quantidade de água, assim como para a manutenção do próprio ecossistema aquático (LIMA & ZAKIA, 2004).

2.7 BIOMASSA VEGETAL E SEQÜESTRO DE CARBONO

O termo biomassa representa a matéria orgânica armazenada em um determinado ecossistema, pois especifica o valor numérico dos componentes presentes, além de ser fundamental nos estudos de ciclagem de nutrientes, conversão de energia, absorção e armazenamento de energia solar e também possibilita tirar conclusões para uma exploração racional dos ecossistemas (CALDEIRA, 2003).

TEIXEIRA (2003) define a biomassa como a quantidade de material vegetal contida por unidade de área numa floresta e expressa em unidade de massa. Em geral, os componentes utilizados na medição da biomassa são; biomassa vertical acima do solo, composição das árvores e arbustos, composição da serapilheira e troncos caídos (fitomassa morta acima do solo) e composição de raízes (biomassa abaixo do solo). A biomassa média por hectare varia entre os tipos florestais e dentro de um mesmo tipo de floresta.

Alguns autores usam o termo fitomassa e, segundo BRIGADÃO (1992), esse termo é usado para medir o material seco da planta, o qual juntamente com a zomassa corresponde ao termo biomassa. Nesta definição não é feita menção sobre a unidade de medida do material vegetal seco. O termo fitomassa corresponde à medida em termos de massa, sendo obtida em plantas individuais, sejam florestais ou não.

Para CALDEIRA (2003), a fitomassa viva é constituída principalmente de água, cuja quantidade de armazenamento depende do componente arbóreo, da espécie, das condições edafoclimáticas e da estação do ano. Quando um determinado tecido vivo é seco e perde água, a matéria seca que constitui a biomassa é formada por compostos, principalmente de carboidratos, como celulose e lignina, e quantidades menores de proteína e por esqueletos de carbono e o restante por nutrientes.

O ciclo do carbono é um dos ciclos biogeoquímicos de maior importância e consiste na transferência do carbono na natureza, através das várias reservas naturais existentes, sob a forma de dióxido de carbono. Os processos envolvendo fotossíntese nas plantas e árvores funcionam na presença da luz, retirando o dióxido de carbono do ar e usando o carbono para crescer e retornam o oxigênio para atmosfera. Durante a

noite, na respiração, este processo inverte, e a planta libera CO_2 excedente do processo de fotossíntese. O carbono pode ficar retido na biomassa (tanto na parte aérea, como nas raízes) ou ser liberado para a atmosfera, se este material vegetal for queimado.

O acúmulo de biomassa é afetado por todos os fatores que afetam a fotossíntese e a respiração e a produtividade de um ecossistema está relacionada diretamente com o consumo e com a disponibilidade de dióxido de carbono no meio, pois este é o elemento que movimenta o processo de absorção das plantas, bem como com a água, a radiação solar e os nutrientes (URBANO, 2007).

As florestas são grandes acumuladores de biomassa e representam, além de uma alternativa de energia, uma contribuição na redução dos impactos ambientais do efeito estufa e das mudanças climáticas por acumular em sua estrutura carbônica poluentes que são nocivos ao planeta. Além destes benefícios, as florestas ainda fornecem água limpa, proteção para a fauna, flora e solo, madeira, alimentos, fibras e outros produtos e matérias-primas de uso imediato e reservam matérias e substâncias com potencial de utilização futura (BRANCO, 2006).

A biomassa constitui um dos aspectos mais importantes para a caracterização estrutural dos ecossistemas, pois expressa o potencial de acumulação de energia e nutrientes pela biota em interação com fatores ambientais. Desta forma, constitui-se em parâmetro relevante para a análise e monitoramento de todos os ecossistemas, bem como para avaliação de impactos, análise de estágios de sucessão e avaliação da capacidade de produção primária, quando se relaciona sua variação ao longo do tempo (MOREIRA-BURGER e DELETTI, 1999).

Apesar desta relevância, a biomassa é um dos aspectos menos conhecidos dos ecossistemas, especialmente os florestais, tendo em vista dificuldades na obtenção de dados de campo. Atualmente, as estimativas de biomassa tornaram-se ainda mais urgentes devido à sua contribuição aos estudos de mudanças globais, já que constitui um parâmetro indispensável para estimativas de alterações de reservatórios de carbono.

O Brasil é um país com grande potencial para o uso de floretas na fixação do carbono e a cada dia cresce o interesse pelo assunto, motivando cientistas e instituições a ampliar estudos sobre esse tema. O mercado de carbono está em fase de implantação e tem perspectivas interessantes de crescimento (BRANCO, 2006).

2.8 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As Mudanças Climáticas Globais (MCG) representam um dos maiores desafios da humanidade, envolvem vários setores da sociedade e necessitam de uma tomada de consciência da importância da questão o que exige mudanças em muitos hábitos de consumo de comportamento (BRANCO, 2006).

O uso crescente de combustíveis fósseis vem alterando a composição química e física da atmosfera, causando transtornos à humanidade e a todos os seres vivos. Esses transtornos tendem a se agravar no futuro, promovendo grandes modificações no clima global, com sérios riscos para a humanidade.

As queimadas decorrentes dos desmatamentos, ocorridas com maior intensidade nos últimos 150 anos devido à Revolução Industrial e o crescimento populacional, têm sido a maior causa de emissão de dióxido de carbono (CO_2). Este gás, juntamente com outros, como vapor d'água (H_2O), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e clorofluorcarbonos (CFCs), são conhecidos como gases de efeito estufa (GEE), que formam uma camada de gases na atmosfera. Essa camada tem um papel vital na maneira como a radiação solar interage com a Terra, fazendo com que a temperatura permaneça estabilizada e haja vida no planeta (GOLDEMBERG, 2000). De acordo com o último autor, a temperatura média da Terra sem os gases estufa seria de 15-20°C abaixo de zero. Portanto, essa camada exerce um papel benéfico: evita que haja grandes oscilações de temperatura e faz com que a radiação vinda do Sol seja em parte retida na superfície do planeta.

É comum as pessoas culparem o efeito estufa por essas alterações climáticas, mas o efeito-estufa é um fenômeno natural que existe para manter a Terra aquecida e

sem essa camada de proteção formada por gases, o nosso planeta seria coberto de gelo. O problema surgiu quando as indústrias, a queima de combustíveis fósseis e a degradação do meio ambiente passaram a emitir cada vez mais gases causadores do efeito estufa na atmosfera. O acúmulo desses gases potencializou o fenômeno e, com isso, a Terra passou a ser aquecida em excesso (DOMINGO, 2007).

O último relatório apresentado pelo IPCC (Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas, estabelecido pelas Nações Unidas e pela Organização Meteorológica Mundial em 1988), publicado em 02 de fevereiro de 2007, apresentou evidências científicas de que o aquecimento global está diretamente relacionado com as atividades humanas.

Evidências científicas apontam que caso a concentração de CO₂ continue crescendo, a temperatura média da terra vai aumentar entre 1,4 e 5,8° C até 2100, causando aumento no nível dos mares, efeitos climáticos extremos (enchentes, furacões e secas), alterações na variabilidade de eventos hidrológicos, descongelamento de geleiras, maiores incidências de doenças tropicais, a perda e a migração da biodiversidade, colocando em risco a vida na terra (GOLDEMBERG, 2000).

Cientes do perigo que as mudanças climáticas podem representar para a humanidade, autoridades mundiais têm tomado uma série de atitudes para reverter essa situação, com o objetivo de fazer com que os países diminuam os níveis de emissões de dióxido de carbono. Para isso, autoridades assinaram o Protocolo de Kyoto, um tratado internacional que determina metas de redução de emissões de gases e estimula o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis (DOMINGOS, 2007).

2.9 MERCADO DE NEUTRALIZAÇÃO VOLUNTÁRIO

Acompanhando o agravamento das condições ambientais do planeta, uma parcela significativa de nossa sociedade já reconhece a importância destas questões ambientais e está engajada em mudar a abordagem predatória com a qual nos

relacionamos com o meio ambiente. Dentro desta filosofia, este grupo busca o seu bem estar sem desprezar as relações com seus semelhantes e com o meio ambiente, recondicionando sua percepção de responsabilidade por gerações futuras.

O Mercado Voluntário é mais flexibilizado, ocorre paralelamente ao Protocolo de Kyoto e se diferencia na medida em que seus participantes não possuem cotas de emissões e a decisão em participar do mercado configura uma iniciativa voluntária.

Identificar as próprias interferências negativas no ambiente e, voluntariamente, mitigá-las implica em um novo tipo de relacionamento com o meio ambiente e conseqüentemente com a sociedade. Promover este ideal implica em uma busca incessante pelo aperfeiçoamento humano, através de abordagens criativas e inovadoras (INICIATIVA VERDE, 2005).

3 CONTEXTO AMBIENTAL

3.1 BIOMAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

O Estado de São Paulo possui área de 248.809 km² e população aproximada de 40 milhões de habitantes distribuídos em 645 municípios e três regiões metropolitanas. Existe grande diversidade de situações, tanto no que se refere às características do meio físico, e conseqüente suscetibilidade à erosão e perda de solo, quanto com relação à tipologia da atividade agrícola e às condições de vida da população rural.

Originalmente, a cobertura florestal do Estado de São Paulo era composta por dois biomas principais: Mata Atlântica (81%) e cerrados (cerca de 12%) que, ao longo de sua história, sofreram drástica devastação. Inúmeras formações vegetais foram reduzidas a pequenos fragmentos dispersos por várias regiões, e esses efeitos predatórios atingiram os grandes ecossistemas, acarretando expressiva redução de sua biodiversidade. Com início na região litorânea, seguindo para o interior, na segunda metade do século XIX e, sobretudo no século XX, intensificou-se o desmatamento, principalmente para difusão da cultura do café, do qual São Paulo era o maior produtor.

Assim, em pouco mais de um século foram destruídos 89,5% (15.776.848 ha) das formações florestais. Hoje, a cobertura vegetal do Estado resume-se a somente 7% das áreas originais de Mata Atlântica e 1% das áreas de Cerrado (SMA, 2002).

O Cerrado e a Mata Atlântica foram considerados pela ONG "Conservation International" como um dos 25 "Hot Spots" (ecossistemas mais ameaçados) do planeta, voltando-se a atenção nacional e internacional para sua preservação. Além de fragmentados, a vegetação remanescente distribui-se de forma muito heterogênea, concentrando-se na região do Litoral, Serra do Mar e Vale do Ribeira. Vastas áreas encontram-se praticamente desprovidas de vegetação nativa, inclusive nas zonas ciliares. Este fato, aliado à práticas agrícolas inadequadas, vem acarretando problemas ambientais e sociais significativos.

3.2 PROTEÇÃO AMBIENTAL EXISTENTE

Essas matas estão protegidas no art.2º da Lei nº4771/65, que abrange como áreas de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação existentes ao redor dos rios, lagos, nascentes, lagoas e reservatórios. A largura mínima da faixa marginal que deve ser preservada poderá variar de 30 a 600m, dependendo da largura dos cursos d'água. No caso das nascentes, mesmo que intermitentes, o raio mínimo de vegetação deverá ser de 50m. Para as lagoas e reservatórios, naturais ou artificiais, situados em áreas rurais, a largura mínima deverá ser de 50m, para aqueles com área de inundação de até 20 ha, e de 100m para os demais. Em áreas urbanas, a faixa de preservação deverá ser de 30m.

No estado de São Paulo, por exemplo, há somente cerca de 7,2% de áreas naturais que não foram alteradas pelo homem, o restante é constituído de áreas alteradas com diferentes graus de perturbação. Assim, a recuperação de áreas degradadas surge como uma importante estratégia de conservação para a manutenção da biodiversidade (BARBOSA, 2006b).

A preocupação com a consolidação de áreas protegidas, criadas antes da Rio-92, e o estabelecimento de novos instrumentos para a conservação da biodiversidade por influência daquela reunião internacional, têm marcado as políticas públicas relacionadas à biodiversidade e ecossistemas frágeis no Estado de São Paulo (SMA, 2002).

3.3 SITUAÇÃO DE DEGRADAÇÃO

A degradação ambiental ocasionada, principalmente, por intervenções antrópicas vem promovendo a redução, fragmentação e isolamento de áreas naturais comprometendo, assim, suas principais características e provocando a perda da biodiversidade e das funções a elas atribuídas (BARBOSA, 2006a).

No litoral do Estado de São Paulo, os registros de alterações dos biomas costeiros datam de mais de 8000 anos quando a população de caçadores/coletores migrava pela região, deixando resquícios como os sambaquis (MANTOVANI, 2000). Concentrando-se ao longo da costa, a Mata Atlântica, à época do descobrimento, cobria 15% do território brasileiro. Atualmente essa região abriga os maiores pólos industriais do País, além dos mais importantes aglomerados urbanos, restando somente 7% de sua área original. Ela encerra três tipos de formações florestais, com características peculiares e, ao mesmo tempo, semelhantes entre si: a Floresta Ombrófila Densa (conhecida como Mata Atlântica ou Mata de Encosta), a Floresta Estacional Semidecidual (Mata de Interior) e a Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária – Pinheiral). Estas formações abrigam parcela significativa da biodiversidade brasileira, com altos índices de riqueza e endemismo (SMA, 2002)

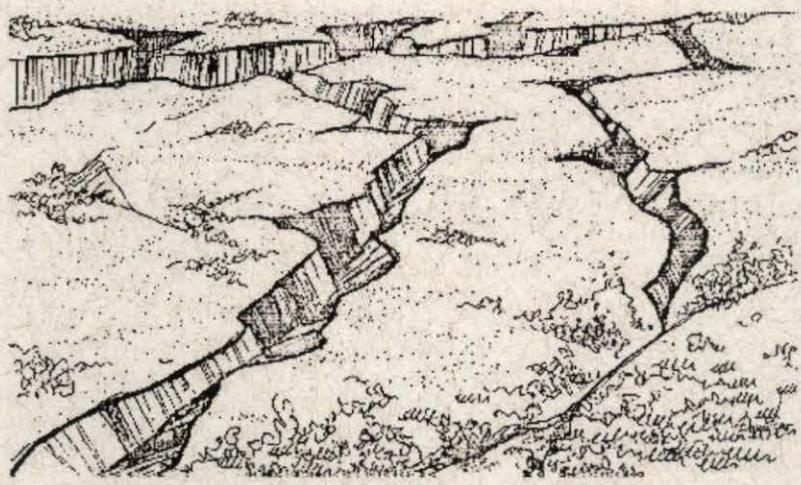


FIGURA 1 – ILUSTRAÇÃO DE VOÇOROCAS (NAPPO et al.)

O cerrado está presente em apenas 1% da área do Estado. As unidades de conservação protegem apenas 18% desses remanescentes. Muito rico em espécies e paisagens, apresenta fisionomia e composição florística variáveis (cerradão, cerrado, campo cerrado e veredas), determinadas pelo tipo de solo. A riqueza de biodiversidade das regiões de cerrados brasileiros é estimada em cerca de 166.000 espécies, com mais de 6.000 espécies de plantas com sementes, e é conhecido pela grande capacidade de regeneração após queimadas (53% da biomassa do ecossistema se encontra nas raízes, em profundidades de até um metro). É também habitat de uma fauna rica em espécies, que tem como mamífero símbolo, ameaçado de extinção, o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) (SMA, 2002) e apresenta variedade de aves, sendo que as endêmicas não ultrapassam 10% do total. A área remanescente de cerrado resume-se a vários fragmentos espalhados, cerca de 70% deles com área igual ou inferior a 20 há.

No início deste século, estimava-se que as áreas de matas ciliares degradadas em São Paulo somavam 1,3 milhão de hectares, colocando em risco o sistema hídrico estadual. Na época, no entanto, as ações de reflorestamento enfrentavam dois obstáculos. O primeiro era a baixa capacidade de produção de mudas, de cerca de 13 milhões por ano, ante as necessidades do replantio, que demandava uma oferta de 2,6 bilhões de mudas. Mantido esse ritmo de produção, qualquer projeção para a reparação

dessas áreas ultrapassava um período de 200 anos. O segundo problema era a baixa qualidade dos projetos de reflorestamento, que utilizavam poucas espécies, geralmente as mudas mais baratas e mais facilmente disponíveis no mercado, limitando-se assim à reconstituição da paisagem.

3.4 PROJETOS DE RESTAURAÇÃO AMBIENTAL

A Resolução SMA 21, de 21 de novembro de 2001, estabeleceu os procedimentos técnicos para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas que foi aprimorado pela Resolução SMA 47/03 e 58/06 (SÃO PAULO, 2007a, b). Ela orienta quanto à diversificação das espécies de acordo com o bioma onde se encontra a área degradada, e à necessidade de monitoramento dos projetos implantados. É, ainda, uma ferramenta para as várias etapas dos processos de licenciamento ambiental, planos de recuperação de áreas degradadas por mineração e termos de ajustamento de conduta.

Nos locais onde a vegetação primitiva foi eliminada, é possível inverter a situação através de diversos processos de recuperação de florestas, buscando restaurar o meio biofísico local no tocante à flora. 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). O mais importante seria a tentativa de restabelecer as interações interespecíficas aumentando a sustentabilidade final da ação (REIS e KAGEYAMA, 2003)

Nas florestas tropicais, a sucessão florestal desenvolve um processo gradativo: primeiro instalam-se as espécies pioneiras, que darão condições para o surgimento das espécies secundárias, e essas proporcionarão as condições para as espécies mais tolerantes, as chamadas espécies clímax. Todo esse processo depende de vários fatores, entre eles os mecanismos de dispersão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS REGIÕES AMBIENTAIS DO ESTADO

Com base nas delimitações estabelecidas por VELOSO *et. al.* (1991), os ecossistemas encontrados dentro dos grandes Biomas do Estado de São Paulo se classificam em: Floresta Ombrófila Densa, Vegetação de Restinga, Manguezal, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual com duas subclasses (“de Cuesta” quando localizadas sobre cuevas basálticas e “Mata Ciliar” quando localizada junto aos corpos d’água), Mata de Brejo, Floresta Estacional Decidual e Cerrado.

No entanto, pode-se classificar todo o território do Estado seguindo as divisões geomorfológicas e dos grandes domínios climáticos, descritos abaixo (FIGURA 2) (BARBOSA e MARTINS, 2003):

- Litoral Sul (sul da Baixada Santista)
- Litoral Norte (norte da Baixada Santista)
- Sudeste (Complexo Cristalino e Vale do Paraíba)
- Centro (Serra Geral e Depressão Periférica)
- Sudoeste (sul do Arenito Bauru)
- Noroeste (norte do Arenito Bauru)



FIGURA 2 – ZONEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (BARBOSA; MARTINS, 2003).

4.2 DIVERSIDADE ARBÓREA

Do levantamento bibliográfico, pesquisa on-line e informações pessoais, pode-se analisar a existência de inúmeros trabalhos de levantamento florístico e fitossociológico que visavam à classificação das espécies, principalmente do estrato arbóreo, nas suas diversas formações e ecossistemas e suas regiões ecológicas existentes no Estado de São Paulo.

Como consequência dos trabalhos de COUTO (2005) e JOLY & MARTINELLI (2004) que amostraram muitas das formações florestais do estado, muitos projetos foram desenvolvidos e apresentados relatando os inúmeros resultados obtidos no levantamento proposto.

Contudo, em BARBOSA e MARTINS (2003) pode-se ver uma relação dos principais trabalhos de levantamento florístico e fitossociológico realizado em diferentes localidades, que produziram uma grande listagem de espécies, relacionando o bioma e a região ecológica em que se encontra. Essa listagem comparada com trabalhos pontuais como os de PAULA et al., CARDOSO-LEITE et al. (2004); BÉDIA (2005), BOTELHO et al, GONÇALVES et al. (2005), NAPPO et al; RENNER et al. (2007) entre outros, é mais ampla e portanto serve como facilitadora, pois sistematiza diversas informações e dados levantados e publicados que são de difícil acesso à população em geral. Além da listagem de espécies por nome científico e popular relatada, encontra-se também uma listagem geral de viveiros e suas espécies de produção florestal respectivas, facilitando os trabalhos de escolha, aquisição e plantio em trabalhos de restauração.

Esse trabalho identificou para o Estado de São Paulo um total de 584 espécies em 75 famílias, sendo que a mais representativa em número de espécies foi a "Myrtacea". Entretanto, como nem todos esses trabalhos foram especificamente voltados para as formações ripárias (matas ciliares), esse levantamento pode ser insuficiente para mostrar todas as espécies desses ecossistemas, mas já servirá como base para trabalhos de restauração através de plantio em conjunto com outras técnicas.

4.3 PRODUÇÃO E OFERTA DE MUDAS NO ESTADO

Verificam-se diferentes ofertas de mudas produzidas nos viveiros identificados em BARBOSA e MARTINS (2003) existindo a necessidade de melhores estudos e divulgação que propiciem esses produtores a pelo menos reproduzirem as 80 espécies diferentes que a resolução SMA42/07 orienta para os projetos de reflorestamento com nativas. O QUADRO 1 identifica o numero de espécies produzidas e mostra que, excetuando-se o ecossistema manguezal que possui realmente poucas espécies, a Floresta Ombrófila Mista na região ecológica “Sudeste” possui somente uma diversidade produtiva de 76 espécies, a Mata de Brejo na “Sudoeste” com 70 sp., a Floresta Estacional Decidual no “Centro” com 56 sp. e do Cerrado na “Noroeste” com 78.

QUADRO 1 – NUMERO DE ESPÉCIES PRODUZIDAS POR VIVEIROS FLORESTAIS, DISTRIBUÍDAS POR BIOMA / ECOSISTEMAS DE OCORRÊNCIA NO ESTADO DE SÃO PAULO.

Bioma / ecossistema	Total de espécies	Região ecológica	Nº de sp. por região
Restinga	200	Litoral Sul	132
		Litoral Norte	175
Manguezal	02	Litoral Sul	02
		Litoral Norte	02
Floresta Ombrófila Densa	445	Litoral Sul	243
		Litoral Norte	205
		Sudeste	396
Floresta Ombrófila Mista	76	Sudeste	76
Floresta Estacional Semidecidual	355	Sudeste	89
		Centro	336
		Sudoeste	114
		Noroeste	159

Floresta Estacional Semidecidual de "Cuesta"	84	Centro	84
Mata Ciliar	258	Centro	238
		Sudoeste	126
Mata de Brejo	125	Centro	101
		Sudoeste	70
Floresta Estacional Decidual	56	Centro	56
Cerrado	229	Centro	175
		Sudoeste	171
		Noroeste	78

FONTE: BARBOSA E MARTINS (2003)

4.4 MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO AMBIENTAL

A recomposição de matas ciliares deve partir de um diagnóstico e planejamento prévios, com estudos para os procedimentos do quê e como plantar, necessitando de informações primordiais desde a forma e estado da degradação ocorrida, fatores abióticos (solo, clima, luz, etc.) e bióticos (proximidade de fragmentos intactos, levantamento florístico dessas áreas, banco de sementes, etc.) a eles relacionados.

Outro aspecto fundamental é a escolha das espécies a serem plantadas, de preferência aquelas que ocorrem naturalmente em condições de clima, solo e umidade semelhantes às da área a ser reflorestada. Deve-se considerar para a sua recuperação desde o encharcamento do solo ou a submersão temporária do sistema radicular dos indivíduos plantados, como também a profundidade e fertilidade do solo, pois se tornam

seletivos para as espécies a serem usadas (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990; SMA, 2006).

Diferentes trabalhos realizados em matas ciliares abordam diversos aspectos para recomposição. Muitos projetos de reflorestamento heterogêneo com espécies nativas fracassaram em decorrência dos poucos conhecimentos técnicos, principalmente sobre a biologia das espécies utilizadas, ou de seu comportamento em reflorestamentos artificiais (GONÇALVES et al, 2005).

RODRIGUES e GANDOLFI (2000) reportam de maneira simples e comum uma seqüência de etapas para a recuperação das áreas ciliares que passa da escolha do sistema de reflorestamento (1-implantações em áreas bastante perturbadas que perderam suas características bióticas e abióticas originais, 2-enriquecimento áreas com perturbações intermediarias e 3-recuperação natural onde as áreas foram pouco perturbadas, isolando-se as perturbações para que os processos de sucessão natural possam atuar). Passa-se para a fase de escolha das espécies baseados nos levantamentos florísticos das formações ciliares originais remanescentes próximas à área em recuperação, sendo que essa lista pode ser acrescida de espécies frutíferas e melíferas para a atração maior da fauna associada. O próximo passo é a decisão da combinação das espécies, considerando os estágios sucessionais das espécies bem como o regime de manejo adotado (espaçamento e densidade) e a distribuição em campo de acordo com as características adaptativas de cada espécie (insolação, umidade, alagamento, solo, etc.). Finalizando as etapas vem o plantio propriamente dito e sua posterior manutenção (preparo do terreno, combate às formigas, abertura e marcação das covas, adubação de base, distribuição das mudas em campo, plantio e manutenção e adubação de cobertura).

Contudo, para o sucesso de projetos de restauração ambiental das áreas degradadas tanto da Floresta Atlântica como de outras florestas tropicais é fundamental a identificação e conhecimento, ou seja, o diagnostico inicial das interações interespecificas e da auto-ecologia das espécies como polinização, dispersão de sementes e toda a relação como o meio abiótico (ALMEIDA, 2000).

REIS et al. (1999) cita que para que o ambiente degradado ganhe uma nova resiliência, ou seja, capacidade de voltar a um estado de equilíbrio é necessário promover a sucessão de todos os elementos (solo, microflora, flora e fauna).

ALMEIDA (1999), entre outros autores, relaciona além do plantio de mudas considerando seus estágios ecofisiológicos, mais várias outras técnicas e manejos para se alcançar o objetivo de restaurar o ambiente, entre as principais pode-se citar:

1. **Isolamento da área:** implantação de cercas para impedir a entrada de animais e favorecer a regeneração natural e a não destruição das outras técnicas.
2. **Condução de regeneração natural:** realização de tutoramento, podas e capinas para priorizar o crescimento dos elementos rebrotados.
3. **Técnicas de nucleação:** implantação de estruturas (poleiros, comedores, bebedores) que servirão para pouso e atração, principalmente de aves provenientes de outras áreas florestais, trazendo consigo em suas fezes grande diversidade de sementes.
4. **Semeio direto:** possibilidade de combinação de espécies de diferentes estágios e de redução de custos, aumentando a diversidade, mas deve-se considerar a dormência das sementes. Variações podem ocorrer como:
Semeadura aérea: processo de alto custo, dependente da finalidade do plantio e exige um monitoramento para verificar a germinação e desenvolvimento e **Hidrosemeadura:** semeadura utilizando jato de água com fertilizantes, muito usada para a contenção de taludes.
5. **Plantio de estacas:** limitado ao uso de algumas espécies arbóreas e arbustivas, necessitando de água em abundância.
6. **Uso da serrapilheira:** uso do material superficial do solo solto e depositado em um ecossistema florestal, que além de trazer os mesmos benefícios do uso de matéria orgânica (MO), fornece uma grande quantidade de propágulos que garantem uma rápida cobertura do solo. A coleta do material deve ser feito em época de chuvas e com a mesma característica da área a ser restaurada.

7. **Plantio de mudas:** seleção das espécies garantindo os grandes grupos sucessionais (pioneiras, secundárias e climácicas) e distribuídas em campo conforme espaçamento e posicionamento indicados, necessitando se acompanhamento para a realização de manutenções.
8. **Utilização de telas naturais, matéria orgânica e aplicação de organismos e microrganismos:** apesar do custo alto por unidade de área, retém o solo de encostas, é de fácil aplicação e permite a germinação e estabelecimento da vegetação, devendo ser utilizado em combinação com outros métodos. Reduz a amplitude de temperatura e aumenta a capacidade de absorção de água, propiciando a recolonização de macro e microrganismos. Já a aplicação dos microrganismos usados com associação de outros métodos, serve para o tratamento do componente solo, o que ajuda na fertilidade, reciclagem de nutrientes, maior resistência a patógenos o que faz o custo final ficar mais barato.

Para regiões de cerrado existem poucas informações disponíveis sobre a vegetação natural das margens dos rios e ainda menos resultados de pesquisas disponíveis sobre técnicas de revegetação. Os solos nessas áreas são pobres em nutrientes, ácidos, tem elevada saturação de alumínio e, muitas vezes, drenagem deficiente. Essas características, juntas, tornam essas áreas extremamente difíceis de serem reflorestadas (DURIGAN et al., 1999).

Pode-se referir de trabalhos como ALVARENGA (2004), BARBOSA et al. (2003), CARDOSO-LEITE et al. (2004), CNRBMA/SOS (2003), BOTELHO et al., DURIGAN et al. (1999), KAGEYAMA et al. (1990) que se baseiam em processos de restauração na sucessão natural e na divisão das espécies em grupos ecológicos.

Como um modelo genérico pode-se sugerir o de MACEDO (1993), onde as espécies são classificadas em relação à sucessão ecológica, utilizando-se mais de uma espécie de pioneiras e não-pioneiras (secundárias e climácicas) visando à dinâmica da floresta, baseada tanto nos levantamentos fitossociológicos como sucessionais. Propõe-se um espaçamento geral de 3m X 3m, ou seja, três metros na entrelinha e três

metros entre mudas, totalizando 1111 mudas por hectare ou 3m X 2m totalizando 1666 mudas, o que dependerá do estado de degradação e/ou facilidades e potencialidades naturais para a auto-regeneração, adotando o esquema de distribuição da FIGURA 3.

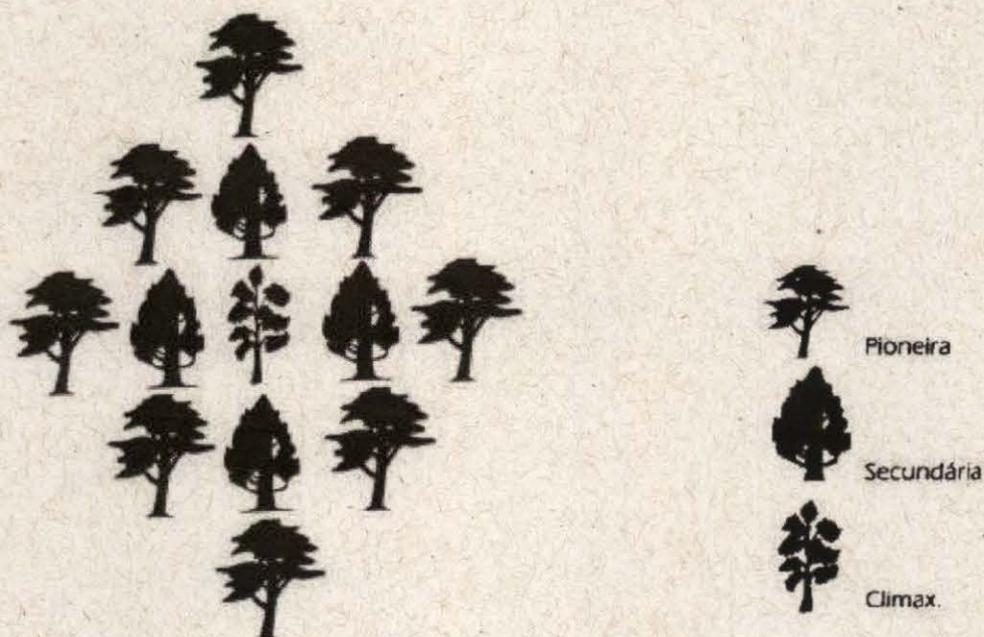


FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES PARA PLANTIO DIRETO NO CAMPO SEGUNDO SUAS CARACTERÍSTICAS SUCESSIONAIS (MACEDO,1993).

Utilizou-se uma matriz adaptada de RODRIGUES e GANDOLFI (2000) para fazer a correlação entre os potenciais de dispersão do entorno (relacionada mais à presença de fragmentos próximos), com o potencial de auto-recuperação da área (associado ao grau de degradação) para saber as ações que devem ser tomadas no processo de restauração (QUADRO 2).

QUADRO 2 – AÇÕES EMPREGADAS EM DIFERENTES MODELOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DE ACORDO COM O POTENCIAL AUTO-RECUPERAÇÃO DA ÁREA DE DEGRADADA E O POTENCIAL DE DISPERSÃO DO ENTORNO DA ÁREA DE DEGRADADA.

Potencial auto-recuperação da área de degradada (associado ao grau de degradação no ambiente)	Potencial de dispersão do entorno da área degradada		
	Ausente ou Pequeno	Médio	Grande
Ausente ou Pequeno	1/3/4/5/6/7/8	1/3/4/5/6/7	1/3/5/6/7
Médio	1/2/3/4/5/7	1/2/3/7	1/2/3/7
Grande	1/2/3/4/7	1/2/7	1/2/7

Ações usadas nos modelos:

(adaptado de RODRIGUES & GANDOLFI, 2000)

1. Isolamento da área
2. Condução da Regeneração Natural
3. Introdução de técnicas de nucleação junto com preparo da área para recepção de propágulos vindos por dispersão e indução da germinação de sementes autóctones
4. Semeadura direta
5. Plantio de estacas de pioneiras atrativas a dispersoras
6. Transferência da serrapilheira ou de banco de sementes alóctone
7. Plantio / enriquecimento de mudas das diferentes classes sucessionais
8. Introdução de telas, mantas e microrganismos para melhorar a qualidade do solo

Como proposta desse trabalho, recomenda-se usar sempre o plantio de mudas como metodologia de restauração, pois pautará a existência de um denominador comum em todos os projetos, independentemente do uso consorciado de outras metodologias, servindo, então, como um quociente para a divisão dos custos totais pelo número de árvores plantadas. Assim se indexa um valor econômico ao projeto que pode ser financiado por neutralizações voluntárias.

Já os critérios de avaliação e monitoramento em áreas recuperadas devem contemplar os parâmetros: social, solo/substrato, vegetação (composição, estrutura, processos e dispersão), fauna e entorno, durante um período de quatro anos em

projetos de áreas de Mata Ciliar, também com intervalos semestrais, o que é raramente identificado.

4.5 BIOMASSA DAS FORMAÇÕES FLORESTAIS

A estimativa direta da biomassa de florestas é dificultada pelas dimensões das árvores, tornando-se trabalhosa, cara e dependente de tempo e recursos humanos adequados. Além disso, a legislação ambiental vigente visa proteger os ecossistemas, dificultando a aplicação de métodos destrutivos. Métodos indiretos foram desenvolvidos por vários autores, baseados nas relações alométricas existentes entre o peso das árvores e suas dimensões lineares. WHITTAKER et al. (1974) e GOLLEY et al. (1978), entre outros, desenvolveram modelos para estimativa de biomassa a partir de diâmetro e altura das árvores, ou através da associação dessas variáveis.

A quase inexistência de dados primários de campo e o pequeno número de trabalhos científicos publicados dificultam a verificação da adequação dos modelos, que podem variar em função da arquitetura das florestas e das densidades das madeiras presentes (MOREIRA-BURGER e DELETTI, 1999).

Alguns trabalhos foram feitos por métodos destrutivos, uma vez que o uso da área em questão havia sido aprovado e licenciado por órgãos competentes, de modo que foram aproveitados os dados das formações a serem suprimidas, mas isso nos tempos de hoje é uma exceção.

Índices da quantificação de biomassa arbórea e herbáceo-arbustiva foram encontrados em trabalhos das diferentes formações vegetais, como em SANQUETTA para Floresta Ombrófila Mista em estágio avançado de recuperação do Paraná (461,99 ton/ha). GUARINO (2005) relata alguns valores encontrados por ele e outros autores para Florestas Estacionais Deciduais (140,24 ton/ha) e Cerrado (23,28 ton/ha). MOREIRA-BURGER et al.(1999) em seu trabalho mostrou um valor de fitomassa para uma formação florestal de Mata Ciliar da região de Itapira-SP (118 ton/ha) sendo que equacionou uma relação entre áreas basais para ecossistemas semelhantes para servir

como um método quantitativo não destrutivo. PAULA et al. trabalhando em matas ripárias do Estado de Goiás observaram o valor de 132 ton/ha de biomassa. Já KUNTCHIK (2003) com seu estudo através de imagens de satélite da região do Oeste de São Paulo quantificou o Cerradão (90,08 ton/ha) e Mata ciliares bem preservadas dessa região (120,35 ton/ha). Outro trabalho que levantou a biomassa de mata ciliares foi o de MELO et al (2006) que amostrou as formações dos ecossistemas Floresta Estacional Semidecidual (159,4 ton/ha) e de Cerrado (99,9 ton/ha) na região do Vale do Paranapanema.

Esses dados coletados referem-se a locais onde a vegetação não sofreu muita perturbação e/ou já passaram por processos de regeneração naturais avançados.

FEARNSIDE (1994), no entanto, salienta que todos os componentes da biomassa devem ser acrescentados às estimativas para uso nas estimativas de estoque de carbono, mas trata-se de levantamentos mais elaborados e onerosos, sendo que as grandes diferenças nos estudos que quantificam biomassa referem a não inclusão de alguns componentes do ecossistema florestal, tais como a biomassa morta e a biomassa subterrânea, indivíduos de menor porte (sub-bosque), além de cipós, palmeiras, gramíneas, bromélias, etc.

Para a conversão das estimativas de carbono relacionado ao dióxido de carbono emitido equivalente usou-se a multiplicação do valor estipulado para a biomassa seca média com o teor de carbono médio (aproximadamente 45%) sendo que esse produto multiplicou-se pelo fator de conversão de C para CO₂ (3,6667) (IPCC, 2003; CORTE et al., 2007).

Este trabalho usará como valor de biomassa florestal das matas ciliares, o valor médio encontrado nos estudos das diferentes formações florestais que estão presentes no Estado de São Paulo e servirá para quantificar os projetos de seqüestro de carbono nas restaurações dos ecossistemas ripários (Mata Ciliar).

O valor médio definido da biomassa das formações do Estado de São Paulo é de 188,97 ton/ha, que comparando com dados de literatura para Florestas Tropicais Estacionais (110,14 ton/ha), Florestas Tropicais Chuvosas (de 185 a 406 ton/ha), mostra que está dentro da faixa dessas categorias, indicando que pode ser usada numa

forma genérica. Com o valor médio podemos achar a quantidade total de seqüestro de CO₂ equivalente por hectare (311,80 ton CO₂/ha) (QUADRO 3). Esse valor serve para se calcular o numero de arvores para se seqüestrar uma tonelada de CO₂ mas que dependerá da quantidade de mudas a serem usadas nos projetos de restauração para um hectare. Quando a situação for favorável a um espaçamento maior (3m x 3m), ou seja para restaurar o hectare deverão ser plantadas 1111 mudas, além das outras técnicas, calcula-se que para seqüestrar uma tonelada é necessários o plantio e a conservação 3,5 arvores/ton. Já para casos que necessite de espaçamentos menores (3m x 2m) o valor sobe para 5,3 arvores/ton. O mesmo calculo é feito para se obter o custo unitário por arvore, ou seja, o valor total do projeto é dividido pelo números de arvores plantadas que dependerão das condições.

QUADRO 3 – VALORES DE BIOMASSA DAS DIFERENTES FORMAÇÕES FLORESTAIS, MÉDIA DOS VALORES, ÍNDICES DE TEOR DE CARBONO E CONVERSÃO DE C PARA CO₂ E QUANTIDADE DE CO₂ EQUIVALENTE SEQÜESTRADO POR HECTARE.

FORMAÇÕES FLORESTAIS	BIOMASSA	observação
	ton/ha	
Floresta Estacional Decidual	140,24	
Floresta Estacional Semidecidual	159,40	
Cerrado	23,28	
Cerradão	90,08	
Floresta Ombrófila Mista	461,99	
Floresta Ombrófila Densa	384,40	
Brejo	134,80	
Mata Ciliar	117,56	média
VALOR MÉDIO	188,97	
TEOR DE CARBONO	45%	
COEFICIENTE DE CONVERSÃO DE CARBONO PARA CO₂ EQUIVALENTE	3,67	

SEQÜESTRO DE CO₂ EQUIVALENTE (TON/ HECTARES)	311,80	
COMPARAÇÃO COM ÍNDICES GERAIS		
Florestas Tropicais Estacionais	110,14	
Florestas Tropicais Chuvosas	295,50	média

4.6 EXEMPLOS DE PROJETOS EXISTENTES

Foram identificadas algumas iniciativas de ações de recuperação de ecossistemas florestais financiados por pessoas/entidades dispostas a neutralizar voluntariamente suas emissões de gases do efeito estufa (GEE) e que são realizadas por uma gama de instituições. As ONG's SOS Mata Atlântica (www.sosmatatlantica.org.br) com seus programas "CLICK ARVORE e FLORESTAS DO FUTURO", Iniciativa Verde (www.iniciativaverde.org.br), Vale Verde (www.valeverde.org.br), Instituto Ecoplan (www.ecoplan.org.br), e empresas ou outros tipos de instituições como Oficina do Carbono (www.oficinadocarbono.com.br), CarbonoNeutro (www.carbononeutro.com.br), Eco Terra BRASIL (www.ecoterrabrasil.com.br) e seu projeto "Minha Arvore", Recicle Carbono (www.reciclecarbono.com.br/) que entre outros fazem trabalhos relacionados a reflorestamento financiados pelo mercado voluntário.

Contudo, cada um conta com metodologias de quantificação independentes e fazem a ação na diversas regiões do Estado e do Brasil, sendo que algumas dessas só realizam as ações localmente previstas em seus estatutos, regulamentos e missões.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De modo geral, a gestão ambiental brasileira ainda apresenta forte compartimentação e pouca articulação setorial, o que tem dificultado a integração das políticas e sistemas de gestão vinculados aos recursos hídricos e florestais e, em consequência, restringido o alcance das iniciativas de desenvolvimento sustentável nas bacias hidrográficas.

A necessidade de maior atenção para esses problemas inicia-se na questão de aumentar a quantidade e qualidade de dados confiáveis para poderem ser usados como ferramentas de gestão e manejo.

Pode-se citar como referência o trabalho de BARBOSA e MARTINS (2003) para descrever a divisão das regiões ecológicas do Estado de São Paulo, pois está baseado nos agrupamentos das categorias edafo-climáticas encontradas. Essas regiões contêm um mosaico de biomas e formações florestais que foram amostradas e produziram uma grande lista de espécies. No entanto, o parâmetro biomassa total desses ecossistemas nem sempre foram levantados em outros trabalhos, e quando sim, o foram através de diferentes metodologias e amostrando diferentes partes (aérea, subterrânea, tronco, folhas, solo, etc.). Faz-se necessário, então, mais estudos que sejam padronizados para a totalidade de formações encontradas nesse trabalho, o que traria dados mais próximos da realidade e não seriam usadas médias ou aproximações da quantidade de biomassa das formações para cálculo do seqüestro de carbono florestal.

A intervenção em áreas degradadas, através das técnicas de manejo, pode acelerar o processo de regeneração, permitir a sucessão e evitar a perda da biodiversidade, exigindo uma abordagem sistemática de planejamento com visão em longo prazo, e não apenas tentativas limitadas de remediar um dano que, na maioria das vezes, poderia ter sido evitado.

Alguns fatores têm dificultado (ou impedido) a recuperação de áreas degradadas, em especial em zonas ciliares, e podem ser sistematizados em sete grupos, conforme segue:

- Dificuldade de engajamento de proprietários rurais que, de maneira geral, entendem a obrigação de preservar matas ciliares como uma expropriação velada de áreas produtivas da sua propriedade.
- Insuficiente disponibilidade de recursos para a recuperação de matas ciliares e ineficiência no uso dos recursos disponíveis.
- Déficit regional (qualitativo e quantitativo) na oferta de sementes e mudas de espécies nativas para atender a demanda a ser gerada por um programa de recuperação de matas ciliares;
- Dificuldade de implantação de modelos de recuperação de áreas degradadas adequadas às diferentes situações.
- Falta de instrumentos para planejamento e monitoramento integrado de programas de recuperação de áreas degradadas.
- Falta de reconhecimento, pela sociedade, da importância das matas ciliares e dificuldades para a implementação de programas em larga escala para mobilização, capacitação e treinamento dos agentes envolvidos.
- Necessidade de aproveitamento econômico máximo da propriedade.

A degradação das áreas ciliares, a insuficiência de ações e entraves gerais listados para sua recuperação têm representado um risco à integridade da mata atlântica e do cerrado, biomas de importância global presentes em São Paulo.

Existem condições tecnológicas e uma razoável consciência coletiva da necessidade da "recuperação" e da real proteção desses ecossistemas. O problema existente relaciona-se à lentidão das decisões político-administrativas destinadas a estimular as práticas de mecanismos de reversão da degradação. A velocidade de reação e as decisões desencadeadoras dos processos corretivos e preventivos não acompanham a destruição.

Qualquer trabalho de restauração deve se iniciar num grande diagnóstico sócio-ambiental que leve em conta tanto a parte física como biótica do ambiente a ser recuperado para verificar e analisar as possíveis metodologias e suas respectivas

viabilidades técnicas e econômicas e classificar as áreas prioritárias a serem restauradas. Essa etapa é de fundamental importância uma vez que a sustentabilidade e a restauração do ambiente degradado estão intimamente ligados ao histórico de degradação, proximidade de áreas preservadas e metodologia aplicadas.

Esse diagnóstico deve ser pautado em questões como:

- Presença de remanescentes de vegetação nativa.
- Existência de áreas degradadas, sujeitas a processos erosivos intensos.
- Existência de pontos de captação de água para abastecimento público.
- Avaliação do potencial de regeneração natural.
- Histórico e grau de degradação.
- Levantamento dos parâmetros edafo-climáticos locais.
- Levantamentos e informações sobre a fauna e flora nativas.
- Existência de Unidades de Conservação (coincidente com áreas abrangidas pela microbacia ou em seu entorno).
- Potencial para constituição de corredores ecológicos.

Fica claro que a tentativa de se modelar uma ferramenta para a restauração desses ecossistemas (mata ciliares) tão diversos é um objetivo quase que inatingível exatamente por essa enorme diversidade que o compõe. No entanto, pode-se usar os princípios relatados que deverão ser aplicados segundo as características locais do projeto de restauração do ambiente degradado, uma vez que se identificou um valor médio de biomassa, que servirá como base para calcular toda a quantificação de árvores a serem plantadas.

Em projetos de restauração ambiental financiados por terceiros, deve-se sempre usar o plantio de mudas, além de levantar todas possibilidades de combinação de outras metodologias e seus respectivos custos totais para que se defina um valor médio de custo por árvore a ser custeado por projetos de neutralização voluntária.

Mesmo cientes que o valor citado como a biomassa total do ambiente a ser restaurado é muito menor do que o valor real a ser alcançado, uma vez se tratando de uma média de valores os quais foram obtidos por diferentes metodologias, é importante

o conceito de restauração ambiental seja à base do processo. Aplicado corretamente, será responsável por um seqüestro de carbono maior do que foi calculado, e principalmente, será a ação necessária para a restauração dos processos e funções ecológicas e recuperação da biodiversidade local.

As áreas a serem restauradas devem ser definidas conforme prioridades ambientais, de modo que área que façam a conexão de fragmentos e/ou Unidades de Conservação juntamente com aquelas relacionadas com fontes de abastecimento público de água serão priorizadas em relação aos inúmeros fragmentos aleatórios a serem restaurados. Esse é um dos grandes problemas nos projetos existentes, uma vez que estão mais interessados na venda do plantio das arvores ao invés da restauração das funções ambientais.

No contexto implícito de usar os recursos provenientes da neutralização das emissões equivalente de CO₂ da população em geral para financiar projetos de recuperação, esse trabalho passa a ser um divisor de águas, mudando a visão de simplesmente neutralizar plantando arvores e recuperando o ambiente degradado, o que é visto quase em todas as instituições levantadas, para realmente embutir o conceito maior de restauração da degradação. Entram nesse conceito os valores sociais (pelo repasse de porcentagem do recurso ao proprietário de terras, como um fomento para a restauração e preservação vitalícia), ambientais (com a melhoria dos processos e interações ambientais como produção de água, regulação do clima, reciclagem de nutrientes, controle de erosão, etc.) e, finalmente, biológicos (recuperação da diversidade biológica e genética da área e todas suas relações interespecíficas). Neste caso, o valor pago poderia ser calculado pela somatória total dos custos (repasse, preparo da área, cercamento, metodologias de restauração, manutenção e monitoramento) dividido pelo número de arvores realmente plantadas numa determinada área, fazendo com que quem adquirisse esses créditos pagasse por algo muito maior que o simples seqüestro de carbono e sim uma restauração ambiental que trará muito mais ganhos a médio e longo prazo.

Existe a necessidade de criação de compensação econômica para os pequenos proprietários rurais uma vez que necessitam de maior área possível para sua

subsistência. Serão essas pessoas que realmente irão perpetuar as ações, servindo de fiscais e conservadores dessas áreas, podendo ver os ganhos reais que virão no médio e longo prazo. Pode ser desde um repasse de recursos até o fomento de florestas homogêneas, pois esta proporcionará a sustentação econômica do empreendimento enquanto a restauração de matas ciliares nativas recompõe a base para a diversificação biológica nos diversos estratos da cadeia alimentar da vida silvestre.

Ficam aqui, como recomendações aos governantes, cientistas, instituições e todas as pessoas que realmente estão preocupadas com a situação ambiental atual e futura:

- Incentivar mais pesquisas científicas a fim de se conhecer mais especificamente as diferentes formações florestais fluviais (matas ciliares ou de galeria) e suas particularidades do Estado de São Paulo.
- Melhorar as metodologias de quantificação de biomassa total, padronizando os parâmetros das diversas formações florestais.
- Melhorar a divulgação dos dados e publicações científicas para facilitar o acesso da população em geral aos resultados encontrados.
- Discutir intensamente a questão da preservação ambiental para evitar ter que se recuperar depois.
- Levantar através de parcerias institucionais entre ONG's, setor público e privado e demais instituições, a real situação da degradação ambiental do Estado de São Paulo e as áreas prioritárias a serem atacadas em projetos de restauração e disponibilizar ao público geral essas informações.
- Analisar criticamente a questão da neutralização, mostrando que antes de fazer o seqüestro através de plantios, deve-se realizar a redução efetiva do carbono equivalente emitido.
- Quando se quiser a neutralização voluntária, procurar sempre projetos reconhecidos e que mostrem claramente os resultados obtidos, além de serem pautados na questão da restauração ambiental e não no simples plantio de árvores.

- Rever toda a postura entre o meio ambiente e a sociedade local que o envolve, para ressaltar que existe diferença entre consciência ambiental e atitude da sociedade em geral.

Para finalizar, deve-se fomentar um questionamento e reflexão para a sociedade em geral sobre o próprio conhecimento das questões ambientais locais, principalmente sobre a existência real e legal de matas ciliares em seus municípios de residência, os programas de restauração existentes e o que se pode fazer para a melhoria do meio ambiente local, regional e global.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Danilo Sette de. Recuperação ambiental da Mata Atlântica. Ilhéus: Editus, 2000. 130p.

ALVARENGA, Auwdréia Pereira. AVALIAÇÃO INICIAL DA RECUPERAÇÃO DE MATA CILIARES EM NASCENTES. Lavras, 2004. 194p. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) UFLA.

AMBIENTAL CONSULTING. Animais da Mata Atlântica: Patrimônio Natural do Brasil. São Paulo: Empresa das Artes, 2004. 188p.

BARBOSA, Luiz Mauro, Coordenador. ANAIS DO WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: Modelos Alternativos para Recuperação de Áreas Degradadas em Matas Ciliares no Estado de São Paulo. **Anais** - São Paulo: Instituto de Botânica, 2006a. 94p.

_____. **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006b. 149p.

BARBOSA, Luiz Mauro; MARTINS, Suzana Ehlin. **Diversificando o reflorestamento no Estado de São Paulo: espécies disponíveis por região e ecossistema**. Manual 10. São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. 64p.

BARRELA, W. As relações entre as mata ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. ed. **Matas ciliares: Conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP e FAPESP, 2000 . 320 p

BÉDIA, Carla Cristina Maria. CONDIÇÕES PARA A RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR EM ÁREA RURAL NA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ. **III Simpósio Nacional de Geografia Agrária – II Simpósio Internacional de Geografia Agrária Jornada Ariovaldo Umbelino de Oliveira – Presidente Prudente, 2005**. 10p.

BOTELHO, Soraya Alvarenga; DAVIDE ,Antonio Cláudio. **MÉTODOS SILVICULTURAIS PARA RECUPERAÇÃO DE NASCENTES E RECOMPOSIÇÃO DE MATAS CILIARES**. Disponível em: <http://www.cemac-ufla.com.br/trabalhospdf/Palestras/PALESTRA%20Soraya.pdf> Acessado em: 7 de outubro de 2007

BRAGA, R A P. A Água e a Mata Atlântica. IN: CNRBMA. **Anais do VII Seminário Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. Ilhéus , 1999. p. 01-10.

BRANCO, João Gabriel. **O SEQÜESTRO DE CARBONO**. 2006. Disponível em: <http://www.cimm.com.br/cimm/environment/sequestro.htm>. Acesso em: 7 de outubro de 2007.

BRAZ, Evaldo Muñoz. Sustentabilidade Florestal Brasileira. **Revista da Madeira**. Nº79 ano 14, março de 2004. Disponível em: http://www.remade.com.br/pt/revista_materia.php?edicao=79&id=510.

BRIGADÃO, C. **Dicionário de Ecologia**. Rio de Janeiro: Toop Books Editora e Distribuidora Ltda, 1992. 344 p.

CALDEIRA, M. V. W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná**. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal – UFPR. Curitiba, 2003. 176p.

CARDOSO-LEITE, Eliana; COVRE, Tiago Batista; OMETTO, Raquel Gardenal; CAVALCANTI, Denise Cidade; PAGANI, Maria Inez. FITOSSOCIOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO SUCESSIONAL DE UM FRAGMENTO DE MATA CILIAR, EM RIO CLARO/SP, COMO SUBSÍDIO À RECUPERAÇÃO DA ÁREA. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 31-41, jun. 2004.

CNRBMA/SOS. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Fundação S.O.S Mata Atlântica. **Águas e Florestas da Mata Atlântica : Por Uma Gestão Integrada**. São Paulo : CNRBMA/SOS, 2003. 34p.

CORTE, A. P. D. & SANQUETTA, C. R. QUANTIFICAÇÃO DO ESTOQUE DE CARBONO FIXADO EM REFLORESTAMENTOS DE Pinus NA ÁREA DE DOMÍNIO DA

FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 32-39, jan./mar. 2007.

COUTO, Hilton Thadeu Zarate do. **Métodos de Inventário da Biodiversidade de Espécies Arbóreas**. Relatório Final de Projeto Temático. Piracicaba: ESALQ/FAPESP, Processo no.: 1999/08515-0, 2005. 121p.

DOMINGOS, Sabrina. **Mudanças Climáticas**. 2007 Disponível em: <http://www.carbonobrasil.com/mudancas.htm?id=125611> Acessado em: 7 de outubro de 2007

DURIGAN, Giselda.; NOGUEIRA, J. C. B. Recomposição de matas ciliares. **IF Série Registros**, São Paulo, n. 4, p. 1-14, 1990.

DURIGAN, Giselda; SILVEIRA, Éliton Rodrigo da. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **SCIENTIA FORESTALIS**, Piracicaba: IPEF, n. 56, p. 135-144, dez. 1999.

FEARNSIDE, P.M. Biomassa das florestas amazônicas brasileira. In.: **Seminário Emissão e Seqüestro de CO₂: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil**. Porto alegre. Anais. CVRD, Rio de Janeiro, 1994. p. 95-124.

GOLDEMBERG, José. **Mudanças climáticas e desenvolvimento**. 14 (39): 77-83, 2000.

GOLLEY, F.B., MCGINNIS, J.T., CLEMENTS, R.G., CHILD, G.I. & DUEVER, M.J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. EDUSP, São Paulo, 1978.

GONÇALVES, Rosa Maria Galera; GIANNOTTI, Edegar; GIANNOTTI, Juliana Di Giorgio; SILVA, Araci Aparecida da. APLICAÇÃO DE MODELO DE REVEGETAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS, VISANDO À RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA MICROBACIA DO CÔRREGO DA FAZENDA ITAQUI, NO MUNICÍPIO DE SANTA GERTRUDES, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 73-95, jun. 2005.

GREGORY, S.V.; F.J. SWANSON; W.A. MCKEE; K.W. CUMMINS, 1992. An ecosystem perspective of riparian zones. **BioScience**, 41 (8):540-551.

GUARINO, Ernestino de Sousa Gomes. Levantamento da fitomassa dos estratos arbóreos e herbáceo-arbustivo da área de influência direta do aproveitamento hidrelétrico Corumbá IV (GO). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento ISSN 1676-1340; 84**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005.

INICIATIVA VERDE. **Boletim Mundo Sustentável -Radio CBN**. São Paulo, 2005. 22p Disponível em: <http://www.thegreeninitiative.com/files/pdf/cbn.pdf> Acessado em: 27/9/7

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Good practice guidance for land use, land-use change and forestry**. Tóquio: [s.n.], 2003.

JOLY, Carlos Alfredo; MARTINELLI, Luiz Antônio. **Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar**. São Paulo: FAPESP 03/12595-7, 2004. 128p.

KAGEYAMA, P. Y.; BIELLA, L. C.; PALERMO JR., A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v. 1, p. 109-113.

KUNTSCHIK, Gerardo; BITENCOURT, Marisa Dantas. QUANTIFICAÇÃO DE FITOMASSA FLORESTAL AÉREA DE CERRADO E CERRADÃO A TRAVÉS DE IMAGENS ORBITAIS SAR. **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 2201 - 2208.

LIMA, Walter de Paula. O Papel Hidrológico da Floresta na Proteção dos Recursos Hídricos. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, 1986, Olinda IN: **Silvicultura**, V.41, p.59-62. 1986.

LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, Maria José Brito. Hidrologia de Matas Ciliares. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, 2004. Disponível em: <http://www.ipef.br/hidrologia/mataciliar.asp> Acessado em: 03/01/2008

_____ (organizadores). **As florestas plantadas e a água – implementando o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento**. São Carlos: RiMa, 2006. 226p.

LINO, Clayton Ferreira. Textos de divulgação. **Brasil o país da Mata Atlântica**. CN-RBMA. 2002

MACEDO, A. C. REVEGETAÇÃO: matas ciliares e de proteção ambiental. São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 24p.

MANTOVANI, Waldir. A região litorânea paulista. In. BARBOSA, L.M. (coord). **Recuperação de áreas degradadas da serra do mar e formações florestais litorâneas**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2000. p23-32.

MELO, Antônio Carlos Galvão de; DURIGAN, Giselda. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. Piracicaba: IPEF. **Scientia Forestalis**, n. 71, p. 149-154, agosto 2006

MOREIRA-BURGER, Déborah; DELITTI, Welington B. C. Fitomassa epigéa da mata ciliar do rio Mogi-Guaçu, Itapira – SP. **Revta brasil. Bot.**, São Paulo, V.22, n.3, p.429-435, dez. 1999.

NAPPO, Mauro Eloi; GOMES, Laura Jane; CHAVES, Maria Madalena Ferreira. **REFLORESTAMENTOS MISTOS COM ESSÊNCIAS NATIVAS PARA RECOMPOSIÇÃO DE MATAS CILIARES.** Disponível em: http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdf/bol_30.pdf Acessado em: 23 de out. 2007

NAHUZ, Marcio. Neutralização do Carbono por plantio de Árvores. PSAs e o Ciclo do Carbono. **SEMINÁRIO "MATA ATLÂNTICA E SERVIÇOS AMBIENTAIS"**. São Paulo: CETESB - SMA, 2007. 5p.

PAULA, José Elias de; IMANÃ-ENCINAS, José; Pereira, PEREIRA, Benedito A. Silva. **PARÂMETROS VOLUMÉTRICOS E DA BIOMASSA DA MATA RIPÁRIA DO CÓRREGO DOS MACACOS.** Disponível em: www.dcf.ufla.br/Cerne/revistav2n2-1996/021_95.DOC Acessado em: 27/9/7

REIS, Ademir; KAGEYAMA, Paulo Yoshio. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, Paulo Y. (org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais.** Botucatu: FEPAF, 2003. 304p.

REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Série Cadernos da Biosfera, 14. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.** São Paulo, 1999. 42p.

RENNER, Rosana Maria; BITTENCOURT, Sérgio Mudrovitsch de. **ESTIMATIVA DE ESTOQUE E INCREMENTO DE CARBONO DAS ESPÉCIES NATIVAS PLANTADAS PELO PROGRAMA MATA CILIAR NO ESTADO DO PARANÁ.** Curitiba, 2007. 4p

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: Rodrigues, R.R. e Leitão Filho, H.F. (Eds.) **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação.** São Paulo: EDUSP e FAPESP, 2000. 320p.

RODRIGUES, R. R.; SHEPERD G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. ed. **Matas ciliares: Conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP e FAPESP, 2000 . 320 p

SANQUETTA, C. R. **FIXAÇÃO DE CARBONO EM FLORESTAS COM ARAUCÁRIA.** Disponível em: <http://www.nossofuturoroubado.com.br/0606te%20carbono.htm> Acessado em: 27/10/07

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: _____. **As florestas e o carbono.** Curitiba: UFPR, 2002. p. 119-140.

SÃO PAULO a. **Resolução SMA-8, de 07-03-2007**. Altera e amplia as resoluções [SMA 21](#), de 21-11-2001; e [SMA 47](#), de 26-11-2003. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Diário Oficial Poder Executivo, São Paulo, SP, 8 de março de 2007. Seção I, 117(45)- 28p.

_____ b. **Resolução SMA - 42, de 26-9-2007**. *Institui o Projeto Estratégico Mata Ciliar e dá providências correlatas*. Diário Oficial Poder Executivo, São Paulo, SP, 27 de setembro de 2007. Seção I, 117(183)- 4p.

SMA, Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Agenda 21 em São Paulo 1992-2002**. São Paulo: SMA, 2002. 160 p

SMA, Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Preservação e Recuperação de Nascentes: de água e de vida**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. 2ªed. São Paulo: SMA/ CPLEA, 2006. 32 p

SNUC - SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. **LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: [http:// www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf](http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf) Acessado em: 24 out. 2007

TEIXEIRA, L. M. **Influência da Intensidade de Exploração Seletiva de Madeira no Crescimento e Respiração do Tecido Lenhoso das Árvores em uma Floresta Tropical de Terra-Firme na Região de Manaus**. Dissertação Mestrado - INPA/UFAM. Manaus, 2003. 61p.

TRIGUEIRO, André. **Meio Ambiente no Século 21**. 4ªedição. Editora: Autores Associados, 2005. 367p.

URBANO, Edilson. **QUANTIFICAÇÃO E ESTIMATIVA DA BIOMASSA AÉREA E DO CARBONO FIXADO EM ÁRVORES DE BRACATINGAIS NATIVOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA**. Dissertação mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. CURITIBA, 2007. 160p.

VELOSO, Henrique Pimenta; RANGEL FILHO, Antonio Lourenço Rosa; LIMA, Jorge Carlos Alves. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada ao sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

WHITTAKER, R.H.; BORMANN, F.H.; LIKENS, G.E. & SICCAMA, T.G. The Hubbard Brook ecosystem study: forest biomass and production. **Ecological Monographs** 44:233-252. 1974.

ZANETTI, Éderson Augusto. **ARQUITETURA, AGRICULTURA E FLORESTA SUSTENTÁVEL – ENCONTRANDO UMA NOVA ABORDAGEM DOS CENÁRIOS RURAIS**. 2005, 4p. Acessado em: 03/01/2008. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigos>

ZULAUF, Werner E. O meio ambiente e o futuro. **Revista Estudos Avançados**. 14 (39): 85-100, 2000.

sites consultados:

<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/>

<http://www.centroclima.org.br/>

<http://www.biota.org.br/>

<http://www.bioclimatico.com.br/>

<http://www.ecoplan.org.br/>

<http://www.carbonozero.com/>

<http://www.carbononeutro.com.br/>

<http://www.ecoterrabrasil.com.br/>

<http://www.reciclecarbono.com.br/>

<http://www.oficinadocarbono.com.br/>

<http://www.valeverde.org.br/>

<http://www.wwf.org.br/>

<http://www.agroline.com.br/>

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - UNICAMP