440.6

CENTRAN

PROGRAMAS AMBIENTAIS DA RODOVIA BR-319

PROGRAMA DE PLANTIO COMPENSATÓRIO DAS ÁREAS DE APOIO E APP DO SEGMENTO "C" DA BR - 319

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DE TERRA FIRME E MATA CILIAR

Relatório

EXÉRCITO BRASILEIRO

DNIT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES

JANEIRO/2009

Exército Brasileiro

DNIT

Departamento Nacional de
Infra-Estrutura de Transportes

CENTRAN

MINISTÉRIO DA DEFESA, EXÉRCITO BRASILEIRO.

DEC – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO

CENTRAN – CENTRO DE EXCELÊNCIA EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES

PROGRAMAS AMBIENTAIS DA RODOVIA BR-319

PROGRAMA DE PLANTIO COMPENSATÓRIO DAS ÁREAS DE APOIO E APP DO SEGMENTO "C" DA BR - 319

Trecho: km 177,8 ao km 250,00

EQUIPE TÉCNICA

EQUIPE TÉCNICA

Coordenador

Paulo Roberto Galarça de Guimarães
CENTRAN/Núcleo Regional Norte

Sheila Maria Garcia da Silva
MS.c em Ciências Florestais e Ambientais - UFAM
Engenheira Florestal
CREA: 8527 D/AM
Registro IBAMA: 1317864
Registro IPAAM: 1571/05
CENTRAN/NRN

Gelsomina Della Monica Galati
Especialista em Gestão da Biodiversidade- UFRJ / JBRJ
Engenheira Florestal
CREA: 12820 D/AM
Registro IBAMA: 1764013
Registro IPAAM: 035/08
CENTRAN/NRN

Helio Francisco Sabino de Carvalho
Engenheiro Agrônomo
CREA: 13870 D/AM
Registro IBAMA: 3502829
Registro IPAAM: 264/08
CENTRAN/NRN

Fernando Silva Saldanha Menezes – Major de Engenharia
Engenheiro Civil
CENTRAN/Rio de Janeiro

Francisco Lombardo
Engenheiro Civil
CREA: 36874 D /RJ
Registro IBAMA: 241662
CENTRAN/Rio de Janeiro

SUMÁRIO

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

A elaboração desse PROGRAMA DE PLANTIO COMPENSATÓRIO reside na obediência a Autorização de Supressão de Vegetação (ASV) n° 219/2008, item 2.6 das Condições Especificas, expedida pelo IBAMA, Segmento "C", entre os km 177,8 a 250, conforme Processo IBAMA 02001.006860/2005-95.

Ainda, as obras de engenharia em geral, particularmente as rodoviárias, interferem significativamente no meio ambiente. Podem gerar Passivos Ambientais se construídas sem o cumprimento de requisitos, critérios técnicos, procedimentos operacionais e medidas de controle e ações para prevenir e reduzir os impactos ambientais decorrentes.

Pode-se pensar o empobrecimento dos recursos naturais como um desinvestimento e que, portanto, a degradação do meio ambiente deveria ser descontada da produção como depreciação do capital. Passivos Ambientais podem ser pensados como sendo uma depreciação do capital natural. O Passivo Ambiental de um empreendimento corresponde ao total das externalidades (impactos) ambientais, não amortizados (no caso, não mitigadas, controladas etc.), geradas pelo empreendimento sobre o meio ambiente, natural e antrópico, na sua área de influência.

A recuperação/erradicação dos Passivos Ambientais deve ser realizada, caso a caso, através de projetos ou soluções específicas e seus custos. Nesse caso, o PROGRAMA DE PLANTIO COMPENSATÓRIO define e especifica as atividades referentes ao plantio compensatório como forma de reabilitação/recuperação do passivo ambiental gerados pelas obras viárias.

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A estabilidade de uma floresta deve ser entendida no contexto do seu grau de ajustamento ao regime local de distúrbios (Engel & Parrota, 2003). Distúrbio, para floresta, é qualquer evento, natural ou antrópico, que cria uma abertura no dossel (Uhl *et al.*, 1990). Entretanto, distúrbios naturais em pequena escala são absorvidos pela floresta, que procura regular a variação na sua estrutura e nos processos ecológicos, tornando-a estável (Tivy, 1993).

Porém, nas florestas tropicais, os distúrbios antrópicos geralmente são de maior escala, maior intensidade e freqüência, comprometendo a estabilidade dos ecossistemas a partir do momento que ocorrem mudanças drásticas no seu regime de distúrbios característicos, onde as flutuações ambientais ultrapassam o seu limite homeostático, tornando a sua recuperação muito lenta ou incerta (Uhl *et al.*, 1990; Engel & Parrota, 2003).

Quando o ecossistema sofre danos irreversíveis como a extinção de espécies-chave e instauração de processos de degradação auto-reforçantes tais como doenças, erosão, lixiviação e endogamia, isso resulta não só na perda da capacidade de regeneração das espécies, mas na eliminação dos componentes bióticos e abióticos do mesmo (Oldeman, 1987; Engel & Parrota, 2003).

Nesses casos, a intervenção do Homem se faz necessária, a fim de estabilizar e reverter os processos de degradação, acelerando e direcionando a sucessão natural (Engel & Parrota, 2003). Os modelos de sucessão têm sido usados para desenvolver esquemas de plantio (Kageyama *et al.*, 1992; Reis *et al.*, 1999). Assim, a tendência atual dos projetos de restauração é a de criar, desde o começo do processo de recuperação, uma floresta rica em espécies nativas, em geral escolhidas de acordo com as suas aptidões ecológicas e seu potencial em atrair a fauna de dispersores de sementes que, vindos de áreas vizinhas, podem trazer novas sementes e acelerar o processo de recuperação local (Rodrigues & Gandolfi, 1996).

Então, o Programa de Plantio Compensatório especifica atividades baseadas na legislação, planejamento e parâmetros ambientais da sucessão natural, capazes de produzir reflorestamento de qualidade, procurando garantir a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade de florestas plantadas. Ainda, o programa segue as diretrizes do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para os três segmentos, A, B e C, elaborado por equipe multidisciplinar.

A rodovia BR 319 no trecho Manaus – Divisa AM/RO, foi projetada, implantada e pavimentada pelo então Departamento de Estradas e Rodagem do Amazonas – DER/AM, por delegação do DNER e com recursos aplicados pelo Ministério dos transportes e pelo Estado do Amazonas. A construção foi concluída pelo DNER em 1973, quando a BR 319 foi aberta ao tráfego. Oficialmente a rodovia foi inaugurada a 27 de março de 1976. Portanto, as atividades especificadas no Programa de Plantio Compensatório buscam recuperar as áreas de apoio e passivos ambientais decorrentes da construção da rodovia federal BR 319, assim como as áreas de apoio oriundas das Obras de Restauração, Melhoramentos e Pavimentação da referida rodovia executadas desde 2007.

2 JUSTIFICATIVA

2 JUSTIFICATIVA

Na literatura sobre manejo dos recursos naturais degradados costuma-se observar o uso de vários termos como recuperação, reabilitação, restauração, regeneração, revegetação, recomposição, entre outros, cujos métodos estendem-se ao manejo e conservação de solos degradados, áreas afetadas por mineração, florestas, pastagens, áreas abandonadas, recursos hídricos e outros (Lima, 1994).

Uma das primeiras preocupações dos estudiosos sobre o assunto foi uma questão de ordem terminológica, onde os termos acima descritos vêm sendo usados sem muito cuidado com a conceituação. Entretanto, comenta-se que foi escolhido recuperar e restaurar como os melhores termos para identificar e conceituar o assunto de recuperação de área degradada (Belensiefer, 1998).

A recuperação de uma área visa a "restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original", como definido pela Lei Federal nº 9.985/2000, que criou o SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Trata-se de retomar ás condições de funcionamento, pois objetiva recuperar a estrutura (composição em espécies e complexidade) e as funções ecológicas (ciclagem de nutrientes e biomassa) do ecossistema (Primack & Rodrigues, 2001).

Comentando ainda sobre **recuperação**, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 1990) o define como o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo. Isso implica na obtenção de uma condição estável em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da circunvizinhança, significando também, que o sítio degradado terá condições mínimas de estabelecer um solo e uma nova paisagem (figura 1).

Apesar das iniciativas de reflorestamentos serem muito antigas na história da humanidade (Cézar & Oliveira, 1992), somente na década de 1980, com o desenvolvimento da ecologia vegetal e a consolidação da disciplina ecologia da restauração, os trabalhos de restauração passaram a incorporar os conceitos e

paradigmas da teoria ecológica para a definição e sustentação conceitual das metodologias de restauração (Engel & Parrotta, 2003; Rodrigues & Gandolfi, 2004; van Andel & Aronson, 2005).

Então, os programas de recuperação de áreas degradadas deixaram de ser mera aplicação de práticas agronômicas ou silviculturais de plantios de espécies perenes e tentativas limitadas de remediar um dano que, na maioria das vezes, poderia ter sido evitado, para assumir a difícil tarefa de reconstrução dos processos ecológicos de forma a garantir a perpetuação e a evolução da comunidade no espaço e no tempo (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

Nesse novo referencial teórico, outras possibilidades foram incorporadas nas ações de restauração, principalmente àquelas relacionadas com a resiliência ecológica dessas áreas, como a possibilidade da chegada de propágulos da vizinhança, a presença de regenerantes naturais, etc., e com o resgate da diversidade regional, para garantir a sustentabilidade da comunidade restaurada (Mandetta, 2006; Attanasio *et al.*, 2006).

Os projetos de recuperação de áreas degradadas baseiam-se no desencadeamento ou na aceleração do processo de **sucessão ecológica**, que é o processo através do qual uma comunidade evolui no tempo, tendendo a se tornar progressivamente mais complexa, diversificada e estável (Attanasio *et al.*, 2006).

Para que um processo de sucessão se desenvolva, é necessário que: exista uma área aberta onde espécies vegetais possam se estabelecer e sobreviver, que novas espécies possam chegar ao longo do tempo, ou que sementes pré-existentes no solo germinem introduzindo novas espécies nessa área (figura 1), e também que as espécies que vão ocupando a área tenham comportamentos ecológicos distintos, promovendo uma gradual substituição de espécies na área, aspecto que caracteriza a sucessão (Rodrigues & Gandolfi, 2004).

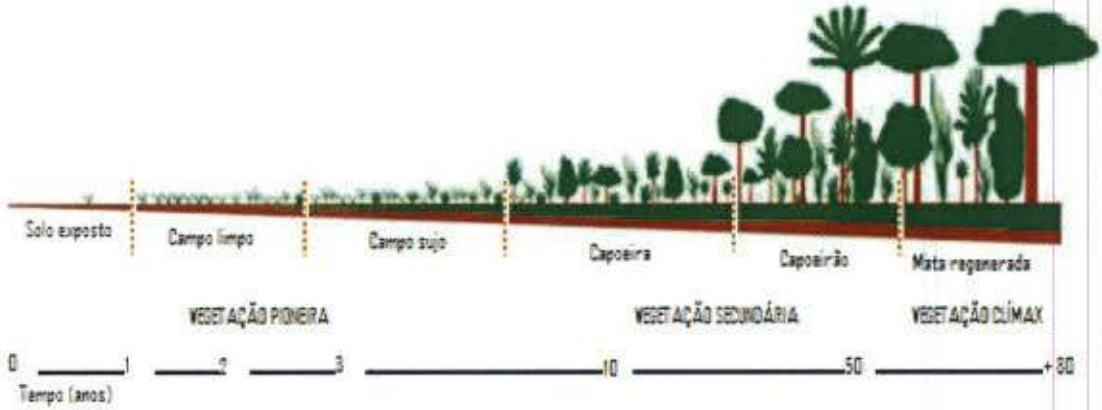

Figura 1. Esquema de Sucessão Natural. Note a evolução da vegetação.
Fonte: Adaptado de Junqueira *et al.*, 2006.

Os fatores fundamentais para o desenvolvimento de uma sucessão resumem de certa forma, a essência de qualquer programa de restauração de áreas degradadas, ou seja, esses programas visam fundamentalmente garantir que numa área todos esses fatores causais da sucessão estejam presentes (Figura 1). O processo de sucessão pode ser visto então, como um guia para o planejamento da restauração de uma área degradada.

3 OBJETIVOS

3 OBJETIVOS

Sistematizar as ações e atividades inerentes a recuperação de áreas de apoio já instaladas e passivos ambientais oriundos da construção da BR 319, assim como às obras decorrentes da Restauração, Melhoramentos e Pavimentação dessa mesma rodovia, como canteiro de obras, acampamentos, caixas de empréstimos, jazidas e bota-foras através do plantio compensatório.

Constituir maciços florestais, buscando restabelecer os serviço e funções atinentes aos ecossistemas naturais, tais como redução da emissão de carbono, a qualidade do ar, do solo e da água.

4 METAS

4 METAS

Constituem metas deste programa:

- Identificação e caracterização dos respectivos passivos ambientais;
- Recuperação de áreas degradadas pelos passivos ambientais;
- Monitoramento das atividades de recuperação das áreas degradadas.

5 INDICADORES

5 INDICADORES

Os indicadores elencados para este programa são:

- Número de mudas plantadas e as respostas;
- Controle de pragas e doenças;
- Presença da fauna dispersora e polinizadora (aves, morcegos, insetos);
- Percentual de regeneração natural da área degradada;
- Proteção efetiva do solo;
- Produção de serrapilheira;
- Chuva e banco de sementes;
- Formação de dossel;
- Outros problemas decorrentes.

Estes indicadores deverão constar de relatórios semestrais que servirão também para avaliação do programa, apontando os pontos críticos, permitindo a correta interpretação da realidade e subsidiando as tomadas de decisão quanto à continuidade ou reavaliação das ações adotadas.

6 PÚBLICO-ALVO

6 PÚBLICO-ALVO

Constitui-se público-alvo deste programa:

- Técnicos do CENTRAN encarregados pela orientação das atividades de recuperação de áreas degradadas;

- Integrantes do 6º Batalhão de Engenharia de Construção e/ou empresas contratadas que venham a executar a recuperação de áreas degradadas;

- A quem interessar.

7 METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO PROGRAMA

7 METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO PROGRAMA

Antes de se iniciar o plantio, devem-se avaliar as condições em que se encontram as áreas degradadas, buscando observar algumas condições que permitam diminuir os custos de uma reposição florestal, além de avaliar a qualidade ambiental da área degradada.

7.1 Fatores a considerar para a execução do plantio compensatório

7.1.1 Cobertura vegetal

Uma avaliação da cobertura vegetal em áreas a serem recuperadas e áreas próximas indicará o potencial de auto-recuperação de cada área através de mecanismos de fornecimento de propágulos. Esta avaliação poderá indicar se existe na área um banco de sementes ou possibilidade de dispersão do entorno, que dispensariam, em parte, a necessidade de plantios extensivos.

No presente caso, estudos ambientais foram realizados no segmento "C" da rodovia BR 319, a ser recuperado. A cobertura vegetal foi descrita, com suas respectivas tipologias vegetacionais amostradas em mapas.

Uma visita *in loco* as áreas a serem recuperadas indicam que a regeneração natural se encontra no processo pioneiro (figura 1), entremeado com o processo secundário inicial (fase capoeira). Isso se deve a que no entorno dessas áreas se encontram maciços florestais que fornecem propágulos regenerativos (sementes), dispersados pela fauna e pelo vento. O plantio compensatório nessas áreas seria o de enriquecimento, visando acelerar o processo sucessório. Entretanto, em áreas onde o solo foi extremamente alterado, um tratamento deve ser efetuado antes de se proceder ao plantio propriamente dito. As técnicas de recuperação são descritas abaixo.

7.1.2 Inventário florístico

A caracterização florística da vegetação remanescente nas proximidades das áreas a serem recuperadas indicará a marcação de árvores matrizes para coleta de sementes, que serão usadas na produção de mudas para o reflorestamento local. Este inventário está sendo realizado pelo CENTRAN com auxílio de mateiros locais para uma caracterização florística geral e popular, gerando listas de espécies a serem utilizadas na recuperação das áreas degradadas.

7.1.3 Escolha das espécies

A escolha das espécies e o conhecimento de sua origem são fatores importantes para o sucesso da produção das mudas. Representa baixo custo e é fundamental nos reflorestamentos heterogêneos como se propõe nesse trabalho de recuperação vegetal de áreas degradadas.

Os principais parâmetros de qualidade que devem ser considerados são o aspecto nutricional (visual), altura das mudas, as quais devem estar acima de 20 cm e, o diâmetro do colo, devendo estar igual ou acima de 3 mm, para que a muda seja considerada apta para ir a campo (Carneiro, 1995; Faria, 1999).

O uso de mudas de melhor padrão de qualidade esta diretamente relacionada a uma maior percentagem de sobrevivência após o plantio, além de proporcionar um crescimento inicial mais rápido, diminuindo o número de capinas necessário na área plantada, implicando na redução dos custos de implantação (Carneiro, 1995).

Elaborou-se, com base nos dados dos estudos ambientais para o segmento "C", uma relação de espécies (tabela 1) que ocorrem naturalmente na Floresta Ombrófila Densa desse segmento, classificando-as com base no ambiente em que ocorrem e no estádio de sucessão em que se enquadram. A tabela 1 fornece um leque de alternativas na produção da muda, estando às mesmas adaptadas as condições ambientais das áreas a reabilitar, bem como apresentam funcionalidade em relação às atividades de reabilitação ambiental e recomposição paisagística.

Ainda, essas espécies podem atrair os polinizadores e dispersores estabelecidos nessa área, o que poderia enriquecer sobremaneira a diversidade florística do local.

As espécies foram divididas, quanto ao estádio de sucessão, em dois grupos (Martins & Rodrigues, 1999; Costa, 2000; Nakazono *et al.*, 2001; Nunes *et al.*, 2003; Silveira, 2003; Paula *et al.*, 2004; Pinto, 2005; Nappo *et al.*, 2006; Correa *et al.*, 2007; Azevedo *et al.*, 2008; Lopes *et al.*, 2008; Rocha *et al.*, 2008):

- Pioneiras e secundárias iniciais: espécies que crescem rapidamente à plena luz;
- Secundárias tardias e clímax: espécies de crescimento lento, desenvolvendo-se melhor à sombra;
- Espécies adaptadas a pulso de inundação periódico, para recuperação dos cursos de água (APP).

As mudas deverão ser distribuídas no terreno de tal forma que as espécies do primeiro grupo forneçam, em pouco tempo, sombreamento para as espécies do segundo grupo (ver módulo de plantio).

Entretanto, há que se ressaltar que a biologia reprodutiva dessas espécies seja desconhecida, e que por isso mesmo, pode gerar problemas na produção dessas mudas. Por isso, o recomendado é que seja feito um contrato/convênio com instituições de pesquisa que forneçam mudas de qualidade e sadias. Até porque, a produção de viveiros convencionais constitui-se de mudas para arborização urbana e frutíferas.

Tabela 1. Espécies vegetais que ocorrem na Floresta Ombrófila Densa do Segmento C. **GE**: grupo ecológico. **P** – pioneira; **SI** – secundária inicial; **ST** – secundária tardia; **C** - clímax. **TU**: tolerante a umidade. **I** – Inundado; **PI** – periodicamente inundado. **Porte**: hábito da espécie.

Famílias	Nome científico	Nome vulgar	GE	TU	Porte
Anacardiaceae	*Tapirira guianensis* Aubl.	Pau pombo	ST		Árvore
	Spondias lutea L.	Tapereba	C		Árvore
Apocynaceae	*Couma utilis* (Mart.) Muell. Arg.	Sorvinha	C		Árvore
Araliaceae	*Schefflera morototoni* (Aubl.) Frodin	Morototo	SI/C	PI	Árvore
Arecaceae	*Astrocaryum jauari* Mart.	Jauari	SI	PI	Árvore
	Euterpe precatória Mart.	Açai solteiro	SI	PI	Árvore
	Mauritiella aculeata (Kunth) Burret.	Buritirana	SI	I/PI	Árvore
	Mauritia flexuosa Mart.	Buriti	SI	I/PI	Árvore
Bignoniaceae	*Tabebuia barbata* (Mey.) Sandw.	Capitari	SI/C	PI	Árvore
	Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don.	Caroba	SI/C		Árvore
Caesalpiniaceae	*Campsiandra comosa* Bentrh.	Acapurana	ST	PI	Árvore
	Macrolobium acaciaefolium (Benth.) Nemth	Arapari	ST	PI	Árvore
	Hymenaea courbaril L.	Jatobá	C		Árvore
	Cassia tora L.	Mata pasto	SI		Árvore
	Bowdichia virgilioides H.B.K.	Paricarana do igapó	ST	PI	Árvore
	Sclerolobium setiferum Ducke	Taxi branco	ST/C	PI	Árvore
	Tachigali mymercophila Ducke	Taxi preto	ST/C	PI	Árvore
Capparaceae	*Crataeva benthamii* R.E. Fr.	Catoré	SI	PI	Árvore
Caryocaraceae	*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.	Piquiá	ST		Árvore
Cecropiaceae	*Cecropia distachya* Ruber	Imbaúba branca	P		Árvore
Clusiaceae	*Vismia cayannensis* (Jacq.) Pers.	Lacre branco	P		Árvore
	Vismia angusta Miq.	Lacre grande	P		Árvore
	Vismia japurensis Reichardt	Lacre vermelho	P		Árvore
Combretaceae	*Buchenavia guianensis*(Aubl.) Alwan.	Tanimbuca	ST		Árvore
Dilleniaceae	*Doliocarpus brevipedicellatus* Garcke	Cipó de fogo	P		Liana

Celastraceae	*Goupia glabra* Aubl.	Cupiúba	ST		Árvore
Euphorbiaceae	*Croton lanjouwensis* Jablonski	Dima	SI		Árvore
	Hevea brasiliensis (Will.) M. Arg.	Seringa verdadeira	ST/C	PI	Árvore
	Alchornea discolor Klotzsch	Supiarana	SI		Arbusto
	Mabea nitida Spruce ex Benth.	Taquari	SI		Árvore
Fabaceae	*Swartzia schomburgkii* Benth.	Arabá vermelho	ST		Árvore
	Swartzia sp.	Fava do igapó	ST		Árvore
Lauraceae	*Ocotea nitida* (Meissn.) Rohwer.	Lourinho	ND		Árvore
Lecythidaceae	*Bertholletia excelsa* Humb. & Ponpl.	Castanha do Brasil	C		Árvore
	Lecythis prancei S.A. Mori	Ripeiro branco	C		Árvore
Melastomataceae	*Miconia poeppigii* Triana	Buxixu tinteiro	P		Arbusto
	Clidemia novennervia Triana	Clidemia	P		Arbusto
	Bellucia grossularioides (L.) Triana	Goiaba de anta branca	P		Arvoreta
Menispermaceae	*Cissampelos andromorpha* DC.	Batatarana	P		Liana
Mimosaceae	*Stryphnodendron guianensis* (Aubl.) Benth.	Faveira camuzé	SI		Árvore
	Inga cinnamomea Spruce ex Benth.	Ingá Açu	SI		Árvore
	Inga gracilifolia Ducke	Ingá xixica	SI		Árvore
	Mimosa quadrivalvis L.	Juquiri	P		Arbusto
	Enterolobium schomburgkii Benth.	Orelha de macaco	C		Árvore
	Acacia multipinnata Ducke	Rabo de macaco	P		Liana
	Parkia pendula (Willd.) Walp	Visgueiro	ST		Árvore
Moraceae	*Ficus gardneriana* (Miq.) Miq.	Caxinguba	ST	PI	Árvore
	Naucleopsis caloneura (Hub.) Ducke	Muiratinga	C		Árvore
Poaceae	Brachyaria sp.	Braquiaria	P		Erva
	Panicum maximum Jacq.	Capim quicuiu	P		Erva
	Andropogon leocosthachyus H.B.K.	Rabo de cavalo	P		Erva
Polygalaceae	*Symmeria paniculata* Benth.	Carauaçu	ID		Árvore
Rubiaceae	*Spermacoce capitata* (Ruiz & Pav) DC.	Vassourinha de botão	P		Arbusto
Simaroubaceae	*Simarouba polyphylla* (Cavalcante) W. Thomas	Marupá	P/ST		Árvore

Sterculiaceae	*Guazuma ulmifolia* Lam	Mutamba	ST		Árvore
Strelitziaceae	*Phenaskospermum guianensis* (L.C. Rich) Endl.	Banana sororoca	P		Erva
Turneraceae	*Turnera ulmifolia* L.	Chanana	P		Arbusto
Verbenaceae	*Vitex cymosa* Bertero ex Spreng	Tarumã	SI	PI	Árvore

7.1.4Tipo de degradação da área a ser plantada

Antes de definir um plano de recuperação de uma área degradada, é necessário conhecer o estado e o nível de deterioração em que esta se encontra. O tipo de degradação a ser identificado vai definir o modelo de recuperação a ser aplicado a cada área e como devem ser tratados individualmente. Geralmente, os tipos de degradação encontrados são erosão, muitas vezes com formação de voçorocas, assoreamento de cursos de água e o efeito de borda nos maciços florestais.

De todos os processos degradatórios, a erosão é um dos fatores a ser controlado logo que se suprime a cobertura vegetal de uma dada área, principalmente em áreas de declínio e áreas de preservação permanente (APP).

O processo erosivo é extremamente prejudicial aos ecossistemas florestais, causando os seguintes danos, principalmente em APP (Vital, 1996; Machado & Souza, 1990; FAO, 1989; Megahan, 1977):

- Perda de solo por erosão laminar, principalmente na nossa região tropical de chuvas constantes. Esse processo erosivo ocorre pelo impacto da gota de chuva (efeito de *splash*) no terreno, e pode ser interceptado pela cobertura vegetal que, além disso, retém uma apreciável quantidade de água nos diversos estratos vegetais, retardando sua chegada ao solo (Casseti, 1991).
- Sedimentação dos cursos d'água ocasionada pela erosão laminar carreada pelas águas das chuvas. Outro processo contido pela cobertura vegetal, uma vez que a mesma é fator importante na remoção de sedimentos, no escoamento superficial e na perda de solo. O tipo e percentagem da cobertura vegetal podem reduzir os efeitos dos processos erosivos naturais (Guerra & Cunha, 2001);
- Poluição e degradação da qualidade da água das micro-bacias devido ao assoreamento de rios, aumento das temperaturas e diminuição dos níveis de oxigênio, chegando até a causar mudanças no ecossistema aquático;
- Obstrução da cama de desova de peixes pela sedimentação;
- Diminuição da vida útil de reservatórios pela sedimentação do leito do mesmo e comprometimento da qualidade da água;

•Perda da capacidade de produção futura da floresta pelo efeito de borda, que ocasiona mudanças ambientais drásticas nos maciços florestais;

•Perda de nutrientes (principalmente N, P e K) pela percolação ocasionada pelas chuvas torrenciais, que lava os solos tropicais. Sem cobertura vegetal, o escoamento superficial das águas das chuvas constantes implica em maior velocidade e aumento de infiltrações, desencadeando o processo de percolação (Junior & Filho, 1998);

•Degradação visual pela mudança no contexto geral da paisagem.

Por Erosão entende-se todo "o processo ou conjunto de processos, tais como desgaste, transporte e acumulação, que transforma e modela a superfície da Terra, sendo resultantes de agentes naturais como as chuvas, o vento, os rios, etc. À erosão é influenciada por vários fatores como precipitação, solo, topografia, cobertura vegetal e prática de manejo e conservação do solo, fatores que devem ser levados em consideração por ocasião da recuperação de áreas degradadas por erosão (Grace III *et al.*, 1996).

7.1.5 Condições do substrato

Para a correção do solo, devem-se realizar as coletas e uma análise química e física, determinando os teores de alumínio e potássio trocável, cálcio e magnésio, fósforo disponível, e teor de matéria orgânica. Esse procedimento visa reduzir custos na recomposição, uma vez que se utilizará à quantidade de adubos e fertilizantes necessárias a correção do solo. Para isso serão necessárias as análises de amostras de solo, podendo ser necessária a contratação de serviços de terceiros para análise dessas amostras.

7.1.6 Implantação de viveiros

De acordo com o PRAD elaborado pelo DNIT, existe a proposta de implantação de viveiro de produção de mudas. O primeiro cuidado que se deve ter é quanto à escolha do local e, para isso, é preciso seguir três orientações básicas.

•A primeira é que o terreno onde o viveiro vai ser construído não deve ser inclinado, pois nessas áreas, a enxurrada causada pelas chuvas, além de prejudicar o desenvolvimento das mudas, também pode danificar o viveiro.

•A segunda orientação é construir o viveiro o mais próximo possível de uma boa fonte de água. Assim, os gastos com irrigação serão menores.

•A terceira trata da legalização dos viveiros, uma vez que o produtor precisa se cadastrar no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esse registro, de produtor de mudas, é feito uma única vez. Mas cada vez que construir um novo viveiro, o produtor precisa registrá-lo (se fizer dez viveiros, cada um deles tem que ser cadastrado junto ao Ministério).

Os viveiros florestais são locais onde se empregam técnicas especiais para produção de mudas de qualidade. No presente caso, deve ser instalado um viveiro temporário para produção de mudas por um determinado período. A vantagem desse tipo de viveiro é que, por estar perto da área a ser recuperada, os custos serão reduzidos, assim como os eventuais danos causados no transporte das mudas.

A topografia deve ser plana com ligeira declividade (1 a 2%), o que facilita o escoamento da água e o solo livre de plantas daninhas. Deve ser protegido de ventos fortes e boa luminosidade, para suprir as necessidades e exigências das mudas (Macedo, 1993; Carneiro, 1995; Santos & Asperti, 2006).

Alguns cuidados como a limpeza do local e a remoção de vegetação existente, de tocos, raízes, pedras e outros materiais; terraplenagem do terreno; facilidade de acesso, construção ou adaptação de um local para guarda de material; disponibilidade de água e energia elétrica é fundamental no preparo do local. O tamanho do viveiro vai depender da quantidade de mudas produzidas.

Esse viveiro pode ter duas estruturas básicas: sementeiras e canteiros. As sementeiras seriam utilizadas para germinação de sementes pequenas. As sementes grandes são colocadas diretamente no recipiente para germinar, na base de duas a três sementes por recipiente. O canteiro deve abrigar as mudas transplantadas.

Os recipientes a serem utilizados são os sacos plásticos de polietilenos de 11x20 cm com espessura de 0,08 cm para mudas de crescimento rápido e, 18x25 cm com espessura de 0,07 cm para mudas de crescimento lento. Os sacos menores

podem ser colocados a base de 209 mudas/m^2, e os maiores a base de 75 mudas/m^2 (Yamazoe & Vilas Bâs, 2003, Santos & Asperti, 2006). O substrato a ser utilizado nos sacos plásticos pode ser terra de subsolo, devidamente solarizada. O viveiro deve ser coberto com sombrite a 50% ou palha, para proteger as mudas da chuva e do sol.

A solarização é um método de desinfestação do solo para o controle de fitopatógenos, plantas daninhas e pragas, que consiste na cobertura, com um plástico transparente, do solo em pré-plantio, preferencialmente úmido, durante o período de maior radiação solar. Suas vantagens são o baixo custo, simplicidade e o fato de não ser perigosa. O método não usa substâncias químicas, é de fácil aplicação e não deixa resíduos tóxicos nas plantas. Deve ser utilizado plástico transparente de PVC ou PVA de 0,038 a 0,05 mm de espessura. O tempo de exposição é de 4 semanas (o tempo de pré-tratamento depende da quantidade de radiação solar que incide no plástico). Para plantas daninhas mais resistentes ao calor, deixe o plástico por até 6 semanas. (Bettiol *et al.*, 1994; Ghini, 2001; Barros *et al.*, 2004).

As mudas da sementeira devem ser repicadas após apresentar a primeira folha definitiva. Devem ser repicadas as que apresentarem o melhor aspecto visual, as mais desenvolvidas e vigorosas. No caso da semeadura direta, deve ser feito o desbaste das mudas, considerando forma e vigor, deixando apenas uma muda por recipiente.

Medidas preventivas de controle de doenças, pragas e ervas daninhas devem ser tomados, visando a fitossanidade das mudas. Tais medidas seriam o controle manual de ervas daninhas, desinfecção de substratos e pulverização com fungicidas.

Os tratos culturais consistem de irrigação, adubação, poda de raízes, dança e expedição. Antes da expedição, as mudas devem passar pelo processo de rustificação, com exposição gradativa as condições do campo (redução do sombreamento e irrigação). As mudas devem ser expedidas com o substrato mais seco, de forma a evitar o esboroamento (Macedo, 1993).

7.2Áreas de Preservação Permanente (APP)

Embora protegidas legalmente desde a década de 60, muitas APP não foram poupadas do processo de degradação sob a necessidade do desenvolvimento. A destruição das matas ciliares não se fez e se faz unicamente sob o império da necessidade, mas sim, muitas vezes, em função do desrespeito ou ignorância para com as leis que visam manter áreas destinadas à preservação de recursos críticos à sociedade, tais como as águas. As APP são regidas pela legislação ambiental do Código Florestal, a Lei nº 4.771/65, Art. 2, e a Resolução CONAMA 302/00 e 303/00.

As matas ciliares são formações vegetais constituídas por essências florestais de ocorrência em áreas restritas, ao longo dos cursos d'água e locais sujeitos a inundações temporárias. Essa vegetação típica apresenta diferenças estruturais e florísticas relacionadas a fatores determinantes como elevados teor de água do solo e do ar (umidade), ocasionado pela superficialidade do lençol freático ou por inundações periódicas (Attanasio *et al.*, 2006).

As Áreas de Preservação Permanente **(florestas ciliares ou de galeria)** entre outros papéis ecológicos atuam na contenção de enxurradas, na infiltração do escoamento superficial, na absorção do excesso de nutrientes, na retenção de sedimentos e agrotóxicos, colaboram na proteção da rede de drenagem e ajudam a reduzir o assoreamento da calha do rio, favorecem o aumento da capacidade de vazão durante a seca (figura 2) (Attanasio *et al.*, 2006).

Ainda, essas matas fornecem matéria orgânica para as teias alimentares dos rios, troncos e galhos que criam micro-habitats dentro dos cursos d´água e protegem espécies da flora e fauna (Attanasio *et al.*, 2006). Assim, a destruição ou degradação dessas florestas poderá levar a extinção local de muitas espécies de plantas e animais, muita das quais talvez nem se chegue a conhecer, ou avaliar, em termos de suas potencialidades de uso em benefício do próprio homem.

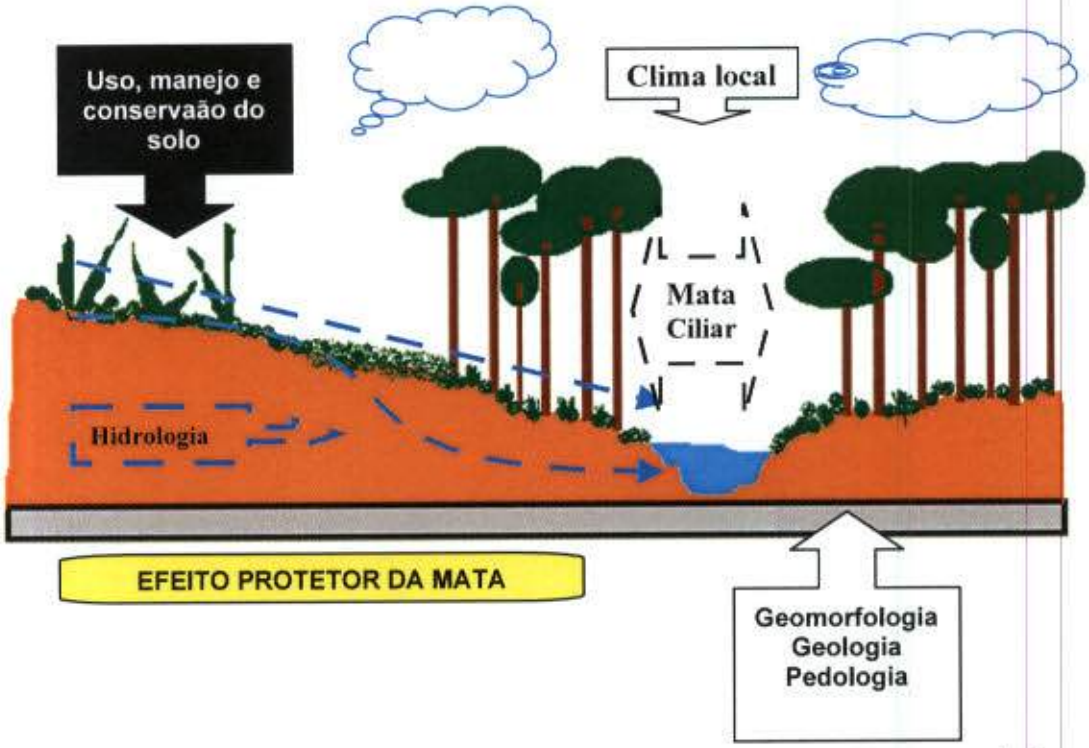

Figura 2. Fatores relacionados ao efeito protetor exercido pelas matas ciliares em relação aos cursos de água.

Fonte: Adaptado de Attanasio *et al.*, 2006.

Muitos aspectos teóricos e metodológicos da restauração de matas ciliares estão sendo exaustivamente discutidos e testados na academia. Nessa discussão, um dos pontos de quase total consenso é que o sucesso dessas propostas está baseado no efetivo restabelecimento dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução gradual da floresta e que esse restabelecimento depende da presença de elevada diversidade de espécies regionais, envolvendo não só as árvores, mas também as demais formas de vida vegetal, os diferentes grupos da fauna e suas interações com a flora (Attanasio *et al.*, 2006). Essa diversidade pode ser implantada diretamente nas ações de restauração e/ou garantida ao longo do tempo, pela própria restauração dos processos da dinâmica florestal (figura 1).

No segmento "C" da BR 319, as áreas de preservação permanente são todos os cursos de água transpostos pela rodovia, veredas de buritis, buritiranas e outras palmeiras, mais os charcos formados em caixas de empréstimos alagadas em via de regeneração.

7.2.1 Faixa de Domínio das APP's

A área de plantio deve considerar, no mínimo, a preservação permanente estabelecida pela Lei 4.771/65 e a Resolução CONAMA 303/00, a saber:

- 30 m para cada lado do rio, para rios com até 10m de largura;
- 50 m de cada lado, para rios com 10 a 50 m de largura;
- 100 m de cada lado, para cursos d'água com largura entre 50 e 200 m de largura;
- 200 m de cada lado, para rios entre 200 e 600 m de largura;
- 500 m para cada lado, para rios acima de 600 m de largura.

7.3 Técnicas de plantio

Taludes de corte devem receber aplicação de hidrosemeadura imediatamente após a realização da terraplenagem. Em taludes de corte com uma ou mais bancadas, a hidrosemeadura deverá iniciar pelo topo do talude superior, enquanto a terraplenagem é executada nos níveis inferiores.

Taludes de aterro e demais áreas de apoio como canteiros, acampamentos, jazidas, caixas de empréstimos, estradas de acesso, etc. devem ser recobertos por grama em leiva ou hidrosemeadura imediatamente após a terraplenagem, assim como plantio de arbóreas e arbustos.

No caso de plantio por leivas ou mudas, o solo deverá estar devidamente preparado e as placas de leivas deverão ter dimensões definidas. Quando necessário, serão utilizadas técnicas de fixação das leivas ao terreno, utilizando-se de estacas de bambu ou madeira. No caso de semeadura deverá ser adotado o processo de hidrosemeadura com equipamento apropriado. O solo deverá receber picoteamento manual visando maior fixação do adubo e sementes ao solo.

No caso de plantio de espécies arbóreas e arbustivas, as covas deverão ter as dimensões adequadas ao tipo de muda e, deverão contar com adubação e correção do solo.

7.3.1 Plantio de espécies arbóreas e arbustivas

A seleção das espécies de mudas estará relacionada a tabela 1, conjugado com o bom aspecto visual, baixo custo de aquisição e manutenção, acrescidas de características ecológicas adequadas, como vigor, sanidade e rusticidade, segundo normas específicas (figura 3).

Figura 3. Diversidade de espécies plantadas.

Outras características desejáveis e de relevância são: rápido desenvolvimento inicial, persistência, tolerância aos solos ácidos e tóxicos, resistência à seca, ao fogo e as pragas, consorciabilidade, tolerância a solos encharcados ou a inundação temporárias, eficiente fixação de nitrogênio, no caso das leguminosas. O objetivo final será a reformação de uma floresta com elevada diversidade regional (figura 3).

Atividades Específicas

•Preparo da Área

Geralmente, não se faz roçada em áreas onde o processo sucessório inicial está se estabelecendo. Nesse caso, o plantio é o de enriquecimento, com as mudas sendo plantadas entre as gramíneas e arbustos segundo espaçamento e consórcio definidos (figura 4).

Nesse caso, um coroamento deve ser feito para abertura da cova e plantio da muda (figura 4). Esse procedimento visa evitar a predação das mudas por insetos, o que provavelmente aconteceria se o plantio fosse realizado em solos limpos. Isso também evita a contaminação do ambiente pelo não uso de agrotóxicos para proteção das mudas.

Figura 4. Esquema de plantio de enriquecimento entre gramíneas e arbustos.

O solo de áreas próximas a florestas, mesmo em processo inicial de regeneração (figura 5), deve ser todo revolvido superficialmente, numa camada de 5 a 10 cm, visando sua aeração e descompactação, para induzir a germinação do banco de sementes autóctone, propiciando assim, a regeneração natural destas áreas.

Estas áreas devem ficar em repouso e isoladas para favorecer sua recuperação. Esta atividade será realizada em áreas ao redor ou próximas de fragmentos florestais. Após o revolvimento do solo, o plantio de enriquecimento deve ser

realizado com mudas que devem ser plantadas em espaçamentos e consórcios definidos.

Figura 5. Solo em processo de regeneração inicial no Segmento "C" da BR 319. Note a proximidade da floresta que propiciará o banco de sementes.

Em áreas de solo compactado, em que não nasce nem gramínea (figura 6), deve ser feito uma escarificação do solo a um mínimo de 50 cm de profundidade com um maquinário do tipo arado cinzel, que tem o mesmo princípio de rompimento do solo por propagação das trincas, ou seja, o solo não é cortado como na aração ou gradagem e sim rompido nas suas linhas de fraturas naturais ou através das interfaces dos seus agregados. Esse equipamento utiliza hastes que são cravadas no solo e provocam o seu rompimento para frente, para cima e para os lados. É o chamado rompimento tridimensional do solo em blocos. Isto permite dizer que este tipo de mobilização é menos agressiva do que aquelas nos quais as lâminas cortam o solo de forma indiscriminada e contínua, destruindo sua estrutura original (Lanças, 2002).

Figura 6. Solo compactado no Segmento "C" da BR 319. Note que até as gramíneas não conseguem sobreviver nesse tipo de solo. Uma liana está tentando se estabelecer (B).

De acordo com o mesmo autor, entre outros métodos de avaliação de um solo compactado, o método visual é o mais utilizado, procurando observar se as seguintes condições existem no solo da área a ser recuperada e, porventura, nas espécies regeneradas (figura 7):

- Sulcos de erosão (figura 7);
- Fendas nos rastros dos rodados (figura 7).

Figura 7. Solo com sulco erosivo (A) e fraturado (B) no Segmento "C" da BR-319. A regeneração inicial é incipiente, advinda da floresta do entorno (A). Note a marca das gotas de chuva no solo (B). Foi observado que o solo apresenta uma coloração esbranquiçada, indicando o componente caulinita (cor esbranquiçada em B) em maior proporção que o componente argila (cor amarelo em B).

- Crostas superficiais;
- Decomposição lenta de resíduos vegetais;
- Sintomas de carência de N e P e toxidez de Mn (calagem);
- Falhas localizadas de germinação;
- Emergência lenta da plântula;
- Raízes mal formadas;
- Sistema radicular raso e espalhado;
- Plantas com tamanhos menores que o padrão (figura 8);
- Coloração deficiente das folhas (amarelada).

A camada dura do solo limita o crescimento das raízes (A). A raiz é de extrema importância para uma planta, uma vez que a mesma absorve a umidade do solo e

retira os nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento, além de fixar a planta ao solo. A camada dura também dificulta a passagem da água para o subsolo, aumentando o risco de erosão laminar (B). A escarificação do solo devolve as condições ideais de arejamento do solo (C), permitindo a expansão das raízes das plantas em busca de água e nutrientes.

Figura 8. Esquema mostrando a camada compactada do solo (A). Note a altura das plantas em A (solo compactado) e C (solo descompactado).

Após a escarificação, deve ser adicionado substrato (solo) orgânico adubado (figura 9). Tanto para áreas pequenas quanto para áreas de grande extensão, as leiras de solo podem ser espalhadas por trator de lâmina.

Figura 9. Solo orgânico que deve ser espalhado sobre área de solo compactado e gradado.

Por último, deve ser plantado em toda a área um coquetel de sementes (adubo verde) como forma de recuperar as características físicas e químicas iniciais do solo. Somente após a recuperação do solo a um estágio pioneiro inicial é que as mudas devem ser plantadas.

Todo esse processo é extremamente necessário, visando o sucesso da recuperação do solo e sobrevivência das mudas plantadas. Caso contrário, o plantio tende a não ser bem sucedido, como nesse exemplo de plantio observado

em uma área de solo compactado no Segmento "C" da BR 319. Note que muitas das espécies plantadas morreram e, as sobreviventes, não apresentam um bom desenvolvimento (figura 10).

Figura 10. Plantio executado em solo compactado, com aspecto de piçarra. Note a quantidade de estacas de condução vazias, pela morte das mudas e, cujas plantas sobreviventes não apresentam um bom desenvolvimento (A e B).

Na decomposição dos adubos verdes incorporados ao solo, Stover (1962) e Patrick & Tousson (1965) citados por Sharma (1982), observaram grandes reduções nas populações dos patógenos fúngicos das plantas, auxiliando no controle de doenças. Esses autores constataram que a manutenção da matéria orgânica do solo é muito importante para o controle de nematóides. Verificaram também que todos os adubos verdes estudados (crotalária, lab-lab, mucuna e outros) foram altamente eficientes na redução da população ativa de nematóides fitoparasitas e saprófagos, sendo que o controle pareceu estar mais associado à produção de toxinas pelos adubos verdes do que pela produção de massa seca; sugerem ser a adubação verde um dos métodos mais baratos de controle de nematóides.

De acordo com Ferraz *et al.* (1977), citados por Tanaka *et al.* (1992), a mucuna-preta pode controlar nematóides e algumas espécies de plantas daninhas. Para Chabaribery (1988), o uso de adubos verdes possibilita diminuir o uso de herbicidas ou capinas, além de proporcionar benefícios residuais, promover a reciclagem de nutrientes de camadas profundas do solo para a superfície, em formas assimiláveis pelas plantas cultivadas, quando utilizadas espécies com

sistema radicular profundo, como é o caso das gramíneas (Sampaio & Maluf, 1999).

Mas onde talvez resida seu maior potencial é na capacidade de substituir parcialmente os fertilizantes nitrogenados derivados do petróleo, através da fixação biológica do Nitrogênio efetuada pelas leguminosas, via atuação do Rhizobium, fungo micorrízico que age em simbiose com as plantas fixadoras de nitrogênio no solo, auxiliando-as nesta tarefa (Sampaio & Maluf, 1999).

Em áreas de APP's, regra geral, as margens dos rios são áreas de difícil trabalhabilidade, mecanização, com topografia irregular e solo excessivamente úmido, além de muito sujeita a erosão, quando inclinadas. Proceder da mesma forma que para solos de terra firme, levando em consideração o processo erosivo instalado (figura 11), a topografia (figura 11), e as espécies a serem plantadas, que são as adaptadas a ambientes permanentemente encharcados ou sazonais.

Toda obra de engenharia, se não tomar os devidos cuidados em relação ao processo erosivo, acaba assoreando os cursos de água, como nesse exemplo observado na BR 319. Esse passivo é oriundo do desmoronamento do leito estradal, por ocasião do abandono da estrada. Note que o solo destorroado e carreado pelas águas das chuvas constantes na região, assoreou a maioria dos cursos de água transpostos pela estrada (figura 11). Isso não é diferente no Segmento "C".

Figura 11. Igarapés assoreados transpostos pela BR-319. Note que em A e C, o assoreamento esta ocupando parte do leito do igarapé. Em B e D, o curso de água quase desapareceu devido ao assoreamento.

Uma técnica bem simples de evitar o carreamento do solo, por ocasião da execução de qualquer obra de engenharia próxima aos cursos de água, é utilizar sacos de ráfia cheios de areia, barro tabatinga e solo orgânico. O barro tabatinga agirá como ligante com a areia e o solo orgânico. O solo orgânico é rico em propágulos vegetais, que poderão germinar através das fibras do saco de ráfia. Esses sacos devem ser empilhados nas margens do igarapé (figura 11 – D), formando uma barreira que impedirá a passagem do solo granulado, mais não impede a passagem da água, devido à porosidade da areia e do saco de ráfia, pela composição do trançado de suas fibras. O exemplo mostrado na figura 11 – D mostra a barreira formada por sacos de ráfia empilhados uns sobre os outros, cuja mistura consiste de areia/barro/cimento. Nesse caso, foi necessário o cimento, uma vez que a barreira formada é permanente, além de apresentar altura elevada. No caso do trecho citado, os cursos de água de terra firme de fundo de vale não apresentam altura elevada (topografia suavemente ondulada), permitindo formar barreiras de até 1,5 m, sem desmoronar, além de ensejar a formação de vegetação secundária rasteira.

Outra forma de proteger o solo das margens dos cursos de água é utilizar gramíneas locais. Nesse exemplo do 7º BEC, a gramínea quicuio da Amazônia foi coletada, cortada as pontas, separadas em touceiras e plantada. Essa prática é econômica e protege o solo (figura 12).

Figura 12. Plantio de capim quicuio da amazônia nas margens do cursos de água do Lote 1 Sul, Segmento "B". Em A, caminhão carregado com a gramínea coletada. Em B, corte da gramínea. Em C, plantio da gramínea. Em D, E e F, aspecto das áreas plantadas com a gramínea.

•Abertura de covas

As covas devem ser planejadas de modo a acomodar diferentes espécies e exigências especiais das mudas. Para plantio de espécies arbóreas as covas deverão ter no mínimo, 0,50m x 0,50m x 0,50m, com o espaçamento definido para cada espécie. Para arbustos, as covas devem ter tamanho de 0,40m x 0,40m x 0,60m. O espaçamento sugerido para mudas florestais poderá ser o de 3x3, totalizando $9m^2$, que se aproxima da distância média de árvores adultas nas matas naturais. Intercalado com esse, espécies arbustivas devem ser plantadas no espaçamento 2x2, totalizando $4m^2$. Entre as espécies pioneiras, oportunistas e clímax devem ser plantados os arbustos (ver módulo de plantio I). Esse espaçamento sugerido procura evitar, na medida do possível, o desbaste das espécies quando a competição se intensificar. O plantio em linha e consorciada deve obedecer ao módulo de plantio sugerido, de acordo com a espécie. As covas deverão ser deixadas abertas pelo menos 24 horas, visando à aeração e ação bactericida do sol;

•Módulo de plantio

Consiste na combinação de diferentes espécies com comportamentos ecológicos distintos, porém, complementares, de forma a imitar e acelerar o processo de sucessão natural. Os módulos para reflorestamentos indicados serão formados por indivíduos classificados pelo estádio sucessional típico em que ocorrem naturalmente (categoria ecológica – pioneiras, oportunistas e climácicas), assim como por tipo de vegetação a ser recuperada. A classificação de espécies nos respectivos grupos ecológicos tem esbarrado em dois fatores primordiais:

•Os critérios utilizados diferem entre autores, o que leva algumas espécies a serem classificadas em grupos distintos;

•Dependendo da característica genética da espécie, a mesma pode responder de forma diferente, diante das condições ambientais ocorrentes em regiões com solos e clima distintos, uma vez que estas respostas não se dão para um único fator do meio isoladamente.

No quadro 1 abaixo descrevem-se as categorias ecológicas das espécies a serem utilizadas nos módulos de reflorestamento, com os respectivos símbolos utilizados nas pranchas que ilustram cada módulo de plantio (Martins & Rodrigues, 1999, Rolim *et al.* 1999; Tavares *et al.*, 1999; Costa, 2000; Nakazono *et al.*, 2001;

Salimon & Negrelle, 2001; Nunes *et al.*, 2003; Aguiar, 2003; Ribas *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2003; Silveira. 2003; Silva *et al.*, 2003; Silveira, 2003; Oliveira Filho *et al.*, 2004; Paula *et al.*, 2004; Medeiros, 2004; Pinto, 2005; Kuchetscki *et al.*, 2006; Nappo *et al.*, 2006; Correa *et al.*, 2007; Lobo *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2007; Azevedo *et al.*, 2008; Lopes *et al.*, 2008; Rocha *et al.*, 2008).

Quadro 1. Categorias ecológicas das espécies indicadas para reflorestamento.

	**Espécies pioneiras** – tipicamente heliófilas e adaptadas a condições adversas do meio físico. São espécies que deverão ter o crescimento rápido e que fornecerão condições ao desenvolvimento das espécies oportunistas e climácicas, através do sombreamento e adição de matéria orgânica ao solo. São de grande importância nos primeiros anos após plantio da área recuperada, perdendo importância conforme as espécies oportunistas e climácicas se desenvolvam.
	**Espécies oportunistas** – têm grande valencia ecológica, pois toleram condições diversas do ambiente, como sombreamento, insolação e condições variáveis de umidade do solo. São encontradas ocorrendo espontaneamente tanto em áreas de vegetação secundária ou alterada quanto em área clímax.
	**Espécies climácicas** – ocorrem tipicamente em vegetação secundária tardia ou primária. Por serem normalmente tolerantes a sombra na sua fase jovem, podem se desenvolver sob tutoramento das espécies pioneiras e oportunistas. Algumas das espécies deste grupo são heliófilas na fase adulta, sendo espécimes de dossel e emergentes. Outras permanecem tolerantes ao sombreamento, caso característico das espécies de sub-bosque.

Para cada categoria ecológica deverão ser tomadas mudas aleatoriamente, de modo a preencher cada posição no módulo, como exemplificado abaixo. A tomada das mudas poderá, alternativamente, ser feita por revezamento regular de espécies. Ambos os métodos visam garantir a maior diversidade de espécies por área. A opção por módulos permitirá uma grande flexibilidade na implantação destas áreas, uma vez que a recomposição poderá ser feita por trechos e por entidades e / ou indivíduos de modo parcelado e seqüencial.

Atividades Específicas

- A consorciação sugerida é de uma espécie clímax (**C**) entre duas espécies pioneiras (**P**), uma secundária inicial (**SI**) e outra secundária tardia (**ST**). O espaçamento das espécies arbóreas é de 3x3m (16 m²). O espaçamento das espécies arbustivas é de 2x2m (4m²). Esse módulo se aplica a todos os tipos de áreas secas de terra firme (figura 13).

As essências florestais que irão compor as áreas secas serão as do tipo **P** (espécie pioneira), **NP** (espécie não pioneira). As espécies arbóreas terão uma área por planta de 9m², e as espécies arbóreas arbustivas terão uma área por planta de 4m².

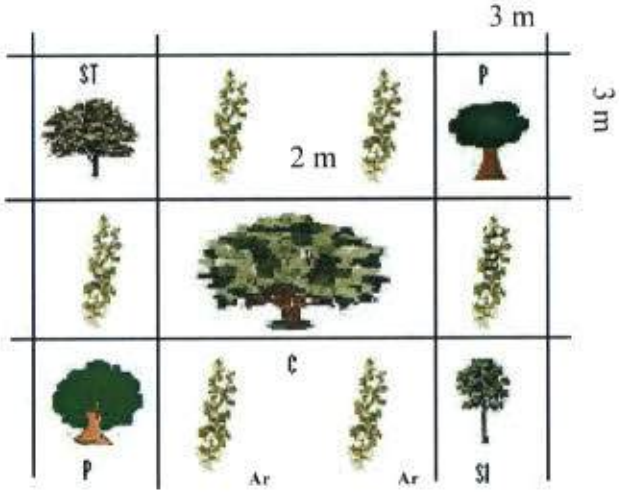

Figura 13. Módulo de plantio I.

Legenda: ST: secundária tardia; SI: secundária inicial; P: pioneira; C: clímax; Ar: arbusto.

Para calcular o quantitativo de mudas necessárias para recuperar determinada área, tem-se que conhecer a área total a ser recuperada (comprimento e largura). Por exemplo, considerando-se que a soma da área de um canteiro de obras a ser recuperado seja de 10.000 m². A quantidade de mudas a serem utilizadas nesta área será a razão entre a área do canteiro de obras (10.000 m²) pela área de cada planta (9m²), o que irá corresponder a ± 1.112 mudas, dos quais 556 mudas serão

de espécies pioneiras (**P**) e as outras 556 mudas serão de espécies não pioneiras (**NP**).

Em seguida é feita uma distribuição proporcional para cada tipo de essência florestal, que ficaram com as seguintes proporções: 50% para Pioneiras (**P**); 25% para Secundária inicial (**SI**); 15% para Secundária tardia (**ST**) e 10% para espécies clímax (**C**). Seguindo as proporções mencionadas será obtida a seguinte quantidade de mudas para cada tipo de essências florestais: 556 mudas de P, 278 mudas de SI, 167 mudas de ST e 112 mudas de C, totalizando 556 mudas de espécies **P** e **NP**.

O mesmo procedimento será utilizado para as espécies arbustivas, cujo resultado é de 2.500 mudas arbustivas. A porcentagem de distribuição pode ser utilizada em relação à diferença entre as espécies arbustivas a serem plantadas entre as arbóreas. Resumindo, para se fazer a recomposição de um canteiro de obras de 10.000m^2, serão necessárias 1.112 mudas de espécies arbóreas e 2.500 mudas de espécies arbustivas.

Vale ressaltar que essa medida é hipotética, uma vez que cada nova área de apoio a ser recuperada por ocasião de sua desmobilização, possui um PRAD próprio registrado no IPAAM. Esses PRAD's caracterizam a respectiva área de apoio, e determinam as técnicas de recuperação da área afetada.

- Na recomposição de matas ciliares, o Sistema de Faixas Paralelas (SFP) e sucessional será o sistema adotado, como o do exemplo abaixo, utilizado na recuperação da micro-bacia do Bacuri (Hernandez *et al.*, 1998). Nesse trabalho foi estabelecido um módulo de 1000m de extensão por 33,5m de largura (Resolução CONAMA 303/2000), multiplicados pelas duas margens (área total de 6,7 ha). O módulo II (figura 14) mostra o espaçamento estabelecido de espécies tanto para a faixa marginal quanto para a faixa complementar, assim como a composição ecológica das espécies a serem plantadas (ver legenda abaixo).

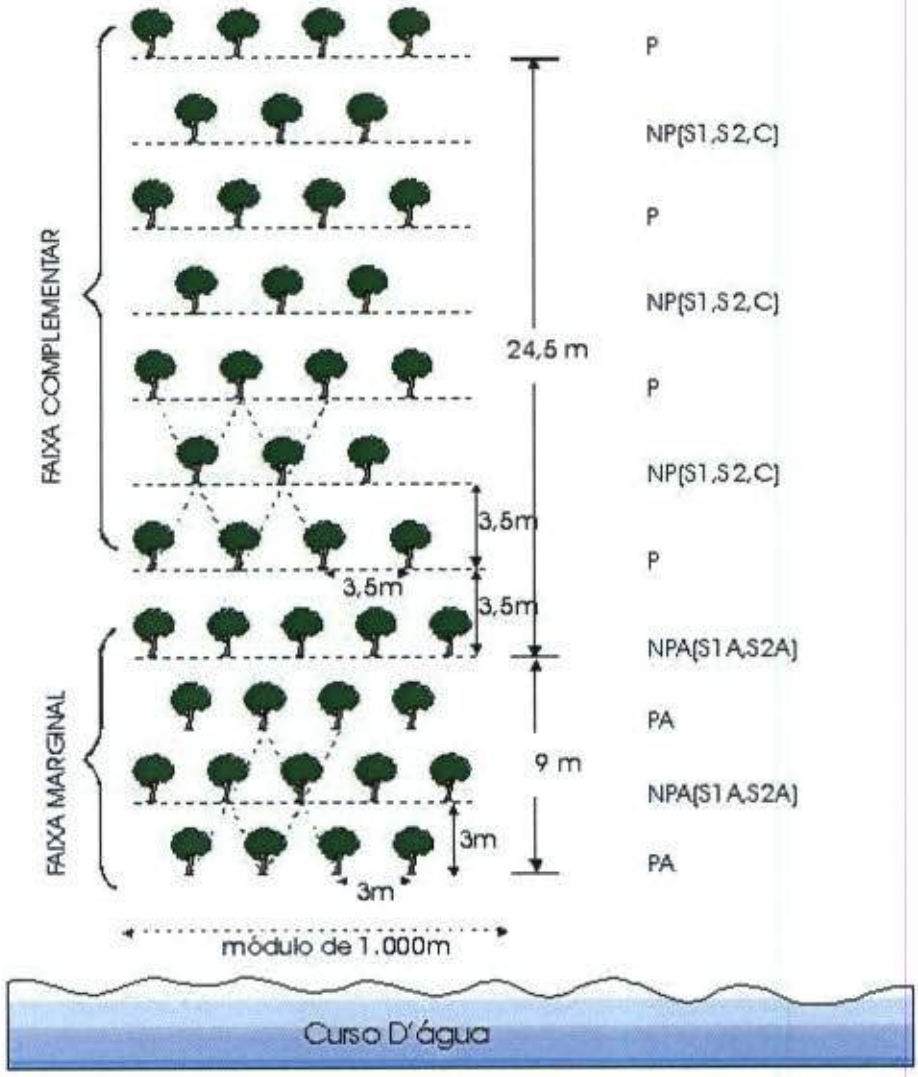

Figura 14. Módulo II para plantio ciliar pelo sistema de faixas paralelas.

Fonte: Hernandez *et al.*, 1998.

Legenda: **PA**: pioneira de água; **NPA**: não pioneira de água; **P**: pioneira; **NP**: não pioneira; **S1**: secundária inicial; **S2**: secundária tardia; **S1A**: secundária inicial tolerante a água; **S2A**: secundária tardia tolerante á água.

Esse modelo será adaptado para a recuperação de áreas degradadas das APP do Segmento C, uma vez que tanto a extensão (paralelo a pista da rodovia) quanto à largura (faixa de domínio da rodovia) da APP a ser recuperada poderá variar. Segundo dados de levantamento de campo, a extensão do módulo poderá variar de zero até 300 m, assim como a largura.

Isso é devido às condições em que se encontram as áreas das APP's. Nas APP's que não sofrerão nenhum tipo de intervenção, as mesmas se encontram muito bem conservadas. Nas APP's que sofrerão algum tipo de intervenção, como no caso das obras de arte (pontes) e troca de bueiros, a largura poderá atingir os 30 m, segundo o que preconiza as condicionantes das ASV para supressão de vegetação liberada pelo órgão ambiental competente.

Entretanto, observação de campo demonstraram que a supressão se limita ao *off-set* da rodovia, ou seja, a supressão ocorre de maneira parcimoniosa. Logo, tanto a extensão quanto a largura da faixa de domínio a ser recuperada dependerá das duas condições expostas acima.

Como exemplo, a extensão de uma dada área da APP é de 300 m, com a largura de 2 m. Na composição das essências florestais **PA** (pioneiras de água) e **NPA** (não pioneiras de água) da faixa marginal, consideraram-se uma área por planta de 9 m^2 (3x3 m) que irão povoar uma faixa de 2 m. Se considerarmos que o módulo apresenta 300 metros de extensão, a área a ser composta por estas espécies será de 1.200 m^2, levando em consideração as duas margens.

A quantidade de mudas a serem utilizadas nesta área será a razão entre a área do módulo composto por estas espécies (1.200 m^2) pela área de cada planta (9 m^2), o que irá corresponder a ≈ 134 mudas por módulo. Como nessa faixa, serão utilizadas essências florestais do tipo **PA** e do tipo **NPA**, foi realizada uma distribuição proporcional para cada tipo, que ficaram com as seguintes proporções: 50% para Pioneiras de água (**PA**); 30% para Secundária inicial de água (**S1A**) e 20% para Secundária tardia de água (**S2A**). Seguindo as proporções mencionadas foi obtida a seguinte quantidade de mudas para cada tipo de essências florestais: 67 mudas de **PA**, ≈ 41 mudas de **S1A** e ≈ 26 mudas de **S2A**, totalizando 134 mudas.

As essências florestais que irão compor a faixa complementar serão as do tipo **P** (pioneiras) e **NP** (espécie não pioneira), que terão uma área por planta de 9 m^2 (3x3 m) e irão povoar uma faixa de 3 metros de largura ao longo das margens dos corpos d'água. Considerando os 300 metros de um módulo e duas margens teremos uma área de 2.700 m^2. A quantidade de mudas a serem utilizadas nesta área será a razão entre a área do módulo composto por estas espécies (2.700 m^2)

pela área de cada planta (9 m^2), o que irá corresponder a 300 mudas por módulo, onde 150 mudas serão de espécies pioneiras e as outras 150 mudas serão de espécies não pioneiras. Assim como na faixa marginal foi realizada uma distribuição proporcional para cada tipo de essência florestal, que ficaram com as seguintes proporções: 50% para Pioneiras (**P**); 25% para Secundária inicial (**S1**); 15% para Secundária tardia (**S2**) e 10% para espécies clímax (**C**). Seguindo as proporções mencionadas foi obtida a seguinte quantidade de mudas para cada tipo de essências florestais: 150 mudas de **P**, 75 mudas de **S1**, 45 mudas de **S2** e 30 mudas de **C**, totalizando 300 mudas.

Resumindo, para se fazer a recomposição de um módulo serão necessário 434 mudas, sendo 134 para compor a faixa marginal e 300 para compor a faixa complementar e ainda, destas 434 mudas, 217 serão de espécies pioneiras (**PA** e **P**) e 217 serão de espécies não pioneiras (**NPA** e **NP**).

•Adubação das covas

A camada de solo orgânico existente deverá ser retirada por ocasião da abertura das covas e depositada separadamente do restante do solo. Concluída a escavação, deve ser recolocada uma camada de terra descompactada de aproximadamente 0,50 m. O adubo orgânico deve ser **curtido**, e seu volume deverá corresponder a 1/3 do volume da cova.

Após a colocação do adubo na cova, deve-se adicionar 1/3 do restante do solo retirado quando da abertura da cova, promovendo-se sua mistura com o adubo orgânico. Indica-se a adubação orgânica que, na maioria dos casos, é suficiente para proporcionar um bom crescimento às mudas.

Recomenda-se para cada cova a aplicação de 6 litros de composto orgânico (20% do volume da cova), 6 litros de esterco de curral (20% do volume da cova) ou 3 litros de esterco de galinha (10% do volume da cova). Os adubos orgânicos são isentos de sementes de ervas, palhas ou outros materiais estranhos. O emprego de adubos comerciais e corretivos é permitido, desde que não contenham agentes tóxicos e ou sejam, poluidores do meio ambiente. Entretanto, para uma adubação eficiente, sua respectiva quantidade será aplicada de acordo com os resultados da análise de solo.

•Aquisição de mudas

A obtenção de mudas em viveiros existentes na área da obra deve ser priorizada, uma vez verificada a capacidade de atendimento à demanda. Deve-se evitar o alto custo de aquisição e transporte, mediante diminuição de perdas por locomoção e adaptação. As mudas adquiridas devem ser as mesmas que foram amostradas na área de estudo.

•Época do Plantio

Os plantios devem ser efetuados na época das chuvas (dezembro a abril), sendo que em áreas sujeitas à inundação, o plantio no final da estação chuvosa tem mais chances de não ser destruído pelas cheias, que são menos freqüentes a partir de fevereiro.

•Etapas do plantio

a)Cave um buraco com as dimensões estipuladas para abertura de covas (figura 15 – A). Após abertura da cova, faz-se uma mistura de terriço florestal (matéria orgânica) mais a terra retirada da cova, e 6 litros de esterco de curral curtido ou composto orgânico, ou 3 litros de cama de aviário e forra-se o fundo da cova com essa mistura (figura 15 – C);

b)Examine se a muda apresenta raízes grandes ou danificadas e, com cuidado corte essas raízes;

c)Com cuidado tire a planta do saco plástico ou outro recipiente em que se encontra (figura 15 – B). Na figura 16 é demonstrado que as mudas foram plantadas com o saco plástico que envolvia o torrão de proteção da raiz da muda. Note que ambas as mudas tentam sobreviver através da expansão de suas raízes (A e B), perfurando o saco plástico;

d)Coloque a muda na cova que será plantada (figura 15 – C). Levante sempre a muda pelo torrão e nunca pelo coleto. Espalhe as pontas da raiz para fora;

e)Evite plantar a muda muito fundo. Tenha certeza de que a linha do solo da muda nova esteja mais alta que a superfície da cova que a envolve;

f)Cheque a profundidade e ajuste se necessário. Confirme que a planta está reta. Encha o buraco suavemente mais com firmeza. Dê tapinhas no solo em volta da base da raiz (figura 15 – D).

g)Regue a nova planta minuciosamente com um regador não muito forte para assentar o solo;

h)Acompanhamento e manutenção.

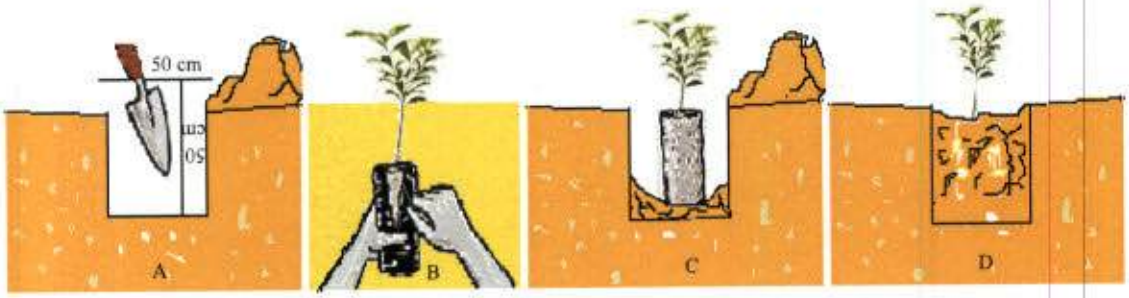

Figura 15. Esquema do plantio de arbóreas. O mesmo esquema orienta também o plantio de arbusto cuja diferença está no tamanho das covas.

Figura 16. Plantio de mudas sem a retirada do saco plástico (A e B). Note a qualidade do desenvolvimento da muda.

•Estaqueamento da muda.

Definição da posição exata de cada muda através de estaca com a identificação de cada espécie. Neste caso amarra-se cada muda a uma estaca de cerca de

1,5m, fixada ao lado da muda (figura 17). A essa estaca deve ser afixada uma placa de alumínio com o nome vulgar da muda, ou então, o nome vulgar da muda deve ser escrito com pincel pilot (tinta indelével). Essa mesma estaca sustentará a muda por ocasião do seu crescimento, evitando o seu tombamento por ocasião da ocorrência de ventos fortes (figura 16).

Figura 17. Muda de Castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*) em A. Pela seqüência em B, muda de Imbauba vermelha (*Cecropia purpurascens*), Mangueira (*Mangifera indica*), Castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*), Azeitona (*Syzygium cumini*), Caju (*Anacardium ocidentale*).

•Condução das Mudas

A condução das mudas compreende somente coroamento para controle de lianas e ervas daninhas até o fechamento das copas e controle permanente das formigas cortadeiras. A remoção de plantas próximas da cova pode transmitir doenças a muda plantada. As ervas daninhas próximas da cova devem ser removidas, uma vez que estas competirão com a raiz por ar e nutrientes. Proteger a muda para que ela não seja destruída por animais. As mudas, uma vez plantadas, deverão receber pelo menos duas adubações por ano.

7.3.2 Hidrossemeadura

A hidrosemeadura será aplicada em solos expostos de taludes de corte e aterro, canteiros diversos, valetas e sarjetas de drenagem superficial, áreas de jazidas de solos, caixas de empréstimos e bota-foras de terraplenagem. A mesma consiste de uma pasta pastosa composta por uma camada protetora, fertilizantes, adesivos e coquetel de sementes.

A cobertura vegetal propiciada pela hidrosemeadura deverá ser consorciada de gramíneas e leguminosas de porte herbáceo e arbustivo dotado de alta rusticidade e fertilidade e com diversificado tempo de germinação e características vegetativas que permitam, inicialmente, a cobertura do solo e, em seguida, favoreça a sua estabilização por um sistema radicular profundo e consistente.

A fixação de Nitrogênio pelas leguminosas *Calopogonium muconoides* (Calopo), *Cajanus cajan* (feijão Guandu), *Centrocema pubescens* (Centrocema), *Estizolobium anterinum* (feijão Mucuna) e *Leucaena leucocephala* (Leucena) é de 370-450 kg/ha/ano para Calopo, de 41-280 kg/ha/ano para Guandu, de 112 kg/ha/ano de Centrosema, de 157 kg/ha/ano de Mucuna, de 310-800 kg/ha/ano de Leucena (Sampaio & Maluf, 1999).

Das gramíneas, somente o *Paspalum notatum* (grama Batatais) será indicado para compor o coquetel, devido sua grande utilização no combate à erosão, pois suas raízes se entrelaçam cobrindo o terreno e retendo o solo, por sua resistência ao pisoteio, alta rusticidade e alta luminosidade, o que lhe confere uma característica importante, o de não invasor de áreas florestais (Maeda & Pereira, 1997).

Várias outras gramíneas são listadas pelo Instituto Hórus como invasoras agressivas, de raízes profundas e de difícil controle. Segundo estudos realizados pelo Instituto, essas gramíneas substituem a vegetação nativa, invadem e dominam áreas abertas de floresta e áreas úmidas, obstruem pequenos cursos d'água, prejudicando a qualidade de água e fauna aquática, além de dificultar o restabelecimento da vegetação florestal.

Tamanho é o potencial de espécies exóticas de modificar sistemas naturais que as plantas invasoras são atualmente consideradas a segunda maior ameaça à biodiversidade, perdendo apenas para a destruição de hábitats e a exploração humana direta e constituindo um problema subestimado (IUCN, 2000).

Dada a escala em que se encontram diversas áreas invadidas e a falta de políticas de prevenção ao problema, a contaminação biológica está sendo equiparada a mudanças climáticas e à ocupação do solo como um dos mais importantes agentes de mudança global por causa antrópica (Mack *et al.*, 2000).

Além disso, as mesmas espécies exóticas são invasoras de diversos países e sua dominância tende a levar à homogeneização da flora mundial (Lugo, 1988).

Atividades específicas

•Preparo do solo – regularização da superfície, consertando as ravinas das erosões, retirada de tocos, pedras, etc.;

•Abertura de sulcos – de 10 cm de diâmetro por 10 de profundidade, por meio de enxada ou enxadões no sentido perpendicular a declividade, dispostos alternadamente e espaçados entre si de 15 cm ou do outro;

•Fertilização e correção do solo – incorporação de fertilizantes (N, P, K) e corretivos (calagem) nos sulcos, de acordo com o padrão de adubação e sua regularização no fundo do sulco. A quantidade a ser aplicada depende dos resultados da análise de solo da área a ser recuperada;

•Preparo da solução: para isso é necessário tanques espécies com capacidade média de 6.000 litros, equipado com bomba apropriada para lançamento de massa consistente. A mistura aquosa segue a seguinte seqüência:

•Introduzir no tanque 3.000 litros de água;

•Acionar ao aparelho agitador. É extremamente importante que o agitador fique funcionando durante todo o processo, para evitar a sedimentação dos elementos da hidrosemeadura, correndo risco de entupir o sistema;

•Adicionar o fertilizante oriundo do composto orgânico vegetal em razão do mesmo conter todos os elementos que a planta precisa, como NPK, micro elementos e matéria orgânica, ou o organo mineral 3-6-3 com 50% químico e 50% orgânico a razão de 1.500 kg/ha na aplicação, ou seja, 150 kg por 1.000 m^2 de área e mais 2.000 kg/ha em adubação NPK no plantio e cobertura;

•Adicionar o adesivo fixador hidroasfalto na dosagem de 1.000 litros/ha, diluído em água na razão de 1/20;

•Adicionar camada protetora constituída por fardos de fibras de celulose a razão de 3.000 kg/ha. A camada vegetal é obtida da trituração de várias fibras vegetais (serragem, palha de arroz, etc.) e acetato de celulose, que assume a

forma assemelhada a do algodão, tendo por objetivo fixar as sementes e demais materiais, dando uma proteção imediata ao solo no combate a erosão;

•Acrescentar as sementes selecionadas, com o tanque sempre em agitação. As sementes podem ser de procedência nacional ou importada e de boa qualidade. A quantidade sugerida é de 60 kg para a grama Batatais, 10 kg de Mucuna e Guandu, 6 kg de Leucena e Calopo e, 4 kg de Centrocema. A mistura de 100 kg é indicada para mais ou menos um hectare. Entretanto, essa quantidade pode ser modificada segundo critérios técnicos empregados pela contratada, desde que atendam normas técnicas vigentes;

•Após a colocação de todos os insumos agrícolas no tanque, completar o volume do tanque com água;

•Aplicação da mistura – deve ser feita pulverizando-se uniformemente a mistura aquosa sobre a superfície preparada. Durante todo o processo de aplicação o misturador deverá estar em constante movimento a fim de garantir a suspensão do material e a homogeneização da mistura no tanque. Durante o processo de jateamento os cuidados com a aplicação são os seguintes:

•Dirigir o jato para a superfície a ser revestida de modo a recobrir toda a área, procurando desenvolver a operação o mais uniforme possível e;

•A aplicação deverá ser feita das partes mais altas para as mais baixas, evitando-se o empoçamento ou o escorregamento da mistura.

•Replantio - se necessário proceder ao replantio da área, até que a mesma esteja completamente coberta;

•Manutenção de garantia - após 45 dias de implante do coquetel, deverá ser feita a primeira aplicação de fertilizantes, visando corrigir as deficiências nutricionais das plantas;

•Incorporação - a partir de 150 dias ou quando do florescimento da Mucuna.

•Irrigação;

•Acompanhamento e manutenção.

7.3.3 Plantio de leivas

O plantio de leivas de gramíneas e leguminosas também pode ser utilizado:

- Preparo do solo – igual ao processo anterior;
- Fertilizantes – incorporação de fertilizantes e corretivos na área regularizada, segundo padrão estabelecido;
- As placas são assentadas sobre o solo previamente preparada. Em talude de corte e áreas afins, as leivas devem ser fixadas por estacas de bambu ou madeira;
- Irrigação;
- Acompanhamento e manutenção.

7.3.4 Plantio escalonado para talude de corte acentuado

Este processo garante a sustentação do plantio em taludes com inclinação acentuada, através da construção de degraus (figura 18). Compreende a seguinte seqüência de construção:

- Recorte dos degraus, cravação das estacas verticais e trancamento dos espelhos com estaca de bambu ou madeira, preso com arame;
- Preenchimento dos espaços entre o terreno e os espelhos e regularização topográfica;
- Correção do pH e adubação da superfície dos degraus, incluindo a adição de solo orgânico, se ainda houver estoques;
- Plantio com sementes e / ou mudas;
- Irrigação;
- Acompanhamento e manutenção.

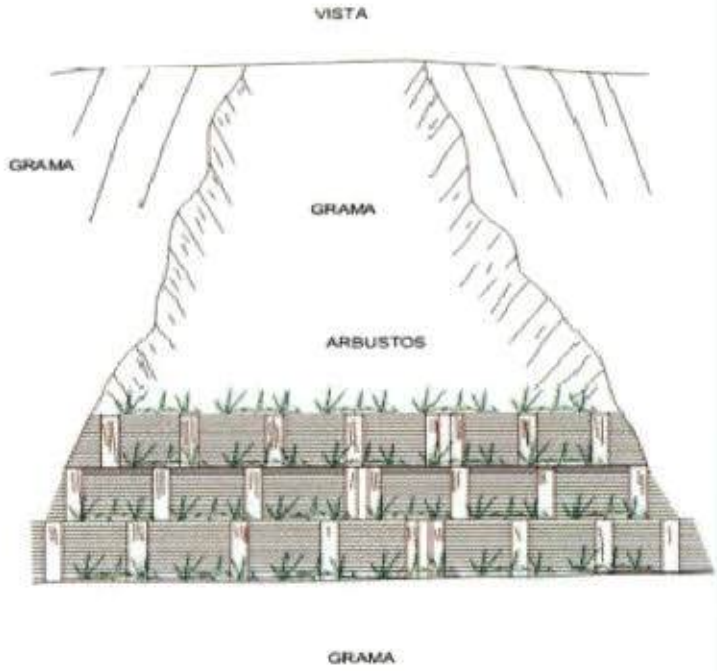

Figura 18. Esquema de plantio escalonado.

Fonte: Norma VALEC 11 (OIKOS, 2002).

7.4 Recuperação de áreas de empréstimos e de extração de materiais de construção

Normalmente, o re-espalhamento da camada vegetal (se reservada à época da remoção) e/ou plantio de mudas de árvores e arbustos podem reverter o processo de degradação destas áreas. Deve-se registrar que os solos expostos estão sujeitos à incidência direta as águas pluviais, tornando-se altamente suscetíveis à erosão, o que pode exigir, em alguns casos, a instalação de dispositivos de drenagem antes de iniciar o processo de revegetação. A recuperação da área deve obedecer às seguintes etapas:

- Escarificação da área;
- Espalhamento do solo orgânico;
- Correção do pH (calagem) e adubação;
- Gradeamento para homogeneização dos solos;
- Plantio de espécies definidas em projeto;
- Irrigação;
- Acompanhamento e manutenção.

7.5 Materiais e Equipamentos

Os materiais e equipamentos necessários à execução do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e Passivo Ambiental estão listados abaixo:

- Terra vegetal – camada orgânica do solo proveniente da limpeza das áreas de apoio, a qual deve ser espalhada após o término das obras ou terraplenagem;
- Adubos e corretivos – deverão ser usados preferencialmente adubos de origem animal, isentos de sementes ou ervas quaisquer, palhas ou outros materiais estranhos. O uso de adubos comerciais ou corretivos só será permitido mediante a apresentação de certificados de laboratório idôneo e de órgão governamental responsável pelo meio ambiente, atestando não conter agentes tóxicos e / ou poluidores do meio ambiente;
- Leivas de gramíneas e leguminosas – cada leiva deverá ser formada considerando as condições locais em que será implantada a obra de recuperação. Assim, para recuperação de áreas de apoio, taludes de cortes e aterros, bota-fora, a leiva deverá ser formada de pelo menos uma gramínea, quatro ou mais leguminosas, inclusive para hidrosemeadura, e que atendam as necessidades técnicas de cobertura e contenção exigidas para o local;
- Árvores e arbustos – as mudas deverão ser de espécies que atendam as exigências ecológicas em pioneiras, secundárias iniciais e tardias, e clímax de espécies nativas da região e, principalmente do local de estudo;
- Trator agrícola de pneus para aração, gradagem e homogeneização do solo, com a função de arrastar carretas agrícolas que transportam material necessário ao plantio. Além de rebocar os equipamentos de aração, de gradagem, de calagem, de adubação e de mistura ou incorporação da camada orgânica estocada;
- Ferramentas usuais como pás, picaretas, enxadas, para o plantio e regularização do solo;
- Equipamento agrícola distribuidores de calcário dolomítico, adubos orgânicos e químicos;

•Caminhões basculantes ou de carroceria para a aplicação de leivas, quando este for o processo selecionado;

•Trator de esteira com lamina; Motoniveladora; Pá carregadeira, e outros que se fizerem necessários por ocasião da estocagem e recomposição do solo orgânico;

•Irrigadeira ou caminhão pipa para umedecimento e distribuição de água nas áreas revegetadas.

7.6 Monitoramento das atividades de recuperação das áreas de apoio

Após o processo de recuperação da área degradada, a faixa de servidão deverá ser mantida limpa ao término das obras, devendo-se remover todos os resíduos de materiais, entulhos, vestígios de construções abandonadas, base de instalações industriais, além de outros. O monitoramento destes plantios se dará por meio de visitas e de relatórios semestrais a serem apresentados ao órgão licenciador, para acompanhamento do desenvolvimento das mudas e do sucesso ou não dos plantios.

7.7 Áreas de apoio a serem recuperadas no Segmento C da BR 319

A recuperação de áreas utilizadas no Segmento C da BR 319, sub-trecho Manaus-Careiro da Várzea, através do Processo IBAMA 02001.00686/2005-95, visa obedecer as condicionantes 2.1 e 2.6 da Autorização de Supressão de Vegetação (ASV) nº 219, de 24 de abril de 2008.

A condicionante **2.1** se refere à supressão de vegetação de áreas de preservação permanentes situadas nas margens dos cursos hídricos interceptados pela rodovia e que ainda não tiveram a sua estrutura de transposição implantada, totalizando 19,2 ha. A condicionante **2.6** se refere à recuperação das áreas de apoio com área mínima de 61,92 ha, através de técnicas apresentadas no Programa de Plantio Compensatório, conforme Resolução CONAMA 359/06.

Os dados da tabela 2 abaixo foi cedido pelo 6º BEC. Os dados são referentes às APP desse Segmento (134 APP), constando do Projeto de Engenharia do Batalhão, totalizando 40,216645 ha.

Tabela 2. Áreas de Preservação Permanente – locais de troca de bueiros do Segmento C da BR 319, km 177,6 ao km ao km 250.

No	Estaca		km	Faixa de Domínio	Extensão da APP LD (m)	Extensão da APP LE (m)	Área total da APP LD (m^2)	Área total da APP LE (m^2)
1	32	11,00	178,45	50	30	30	3001	3001
2	44	0,00	178,68	50	30	30	3001	3001
3	69	10,00	179,19	50	30	30	3001	3001
4	85	40,00	179,5	50	30	30	3003,05	3003,05
5	108	10,00	179,97	50	30	30	3002	3002
6	130	5,00	180,41	50	30	30	3001	3001
7	152	3,00	180,86	50	30	30	3001	3001
8	166	8,00	181,13	50	30	30	3001	3001
9	172	15,00	181,26	50	30	30	3001	3001
10	185	17,00	181,52	50	30	30	3001	3001
11	206	0,00	181,92	50	30	30	3001	3001
12	223	5,00	182,27	50	30	30	3001	3001
13	268	8,50	183,17	50	30	30	3001	3001
14	268	5,00	183,57	50	30	30	3001	3001
15	304	3,00	183,88	50	30	30	3001	3001
16	333	0,00	184,46	50	30	30	3001	3001
17	348	13,00	184,77	50	30	30	3003,05	3003,05
18	368	0,00	185,16	50	30	30	3001	3001
19	376	7,00	185,33	50	30	30	3001	3001
20	457	6,00	186,95	50	30	30	3001	3001
21	476	0,00	187,32	50	30	30	3001	3001
22	503	4,00	187,86	50	30	30	3001	3001
23	519	17,00	188,2	50	30	30	3001	3001
24	547	0,00	188,74	50	30	30	3001	3001
25	565	13,00	189,11	50	30	30	3001	3001
26	575	12,00	189,31	50	30	30	3002	3002
27	595	12,00	189,71	50	30	30	3001	3001
28	610	11,00	190,01	50	30	30	3001	3001
29	630	4,50	190,4	50	30	30	3001	3001
30	653	11,00	190,87	50	30	30	3001	3001
31	683	7,00	191,47	50	30	30	3001	3001
32	707	4,00	191,94	50	30	30	3002	3002
33	723	14,00	192,27	50	30	30	3001	3001
34	775	11,00	193,31	50	30	30	3001	3001
35	799	0,00	193,78	50	30	30	3001	3001

36	826	15,00	194,34	50	30	30	3001	3001
37	855	7,00	194,91	50	30	30	3003	3003
38	890	12,00	195,61	50	30	30	3001	3001
39	908	0,00	195,96	50	30	30	3001	3001
40	930	9,00	196,41	50	30	30	3001	3001
41	955	10,50	196,91	50	30	30	3001	3001
42	963	2,50	197,05	50	30	30	3001	3001
43	973	5,00	197,27	50	30	30	3001	3001
44	990	0,00	197,6	50	30	30	3001	3001
45	1027	1,00	198,34	50	30	30	3001	3001
46	1062	15,00	199,06	50	30	30	3001	3001
47	1102	6,00	199,85	50	30	30	3001	3001
48	1141	13,00	200,63	50	30	30	3003,05	3003,05
49	1160	11,50	201,01	50	30	30	3001	3001
50	1305	7,00	203,91	50	30	30	3001	3001
51	1342	10,00	204,65	50	30	30	3001	3001
52	1376	10,00	205,33	50	30	30	3001	3001
53	1406	0,00	205,92	50	30	30	3001	3001
54	1432	15,00	206,46	50	30	30	3001	3001
55	1453	19,00	206,88	50	30	30	3001	3001
56	1479	7,00	207,39	50	30	30	3001	3001
57	1525	14,00	208,31	50	30	30	3001	3001
58	1543	6,00	208,67	50	30	30	3001	3001
59	1558	0,00	208,96	50	30	30	3001	3001
60	1591	13,00	209,63	50	30	30	3003	3003
61	1601	18,00	209,84	50	30	30	3001	3001
62	1620	7,00	210,21	50	30	30	3001	3001
63	1683	8,00	211,57	50	30	30	3001	3001
64	1697	6,50	211,75	50	30	30	3001	3001
65	1739	14,50	212,59	50	30	30	3001	3001
66	1770	14,00	213,21	50	30	30	3001	3001
67	1793	19,00	213,68	50	30	30	3001	3001
68	1822	4,00	214,24	50	30	30	3001	3001
69	1848	14,50	214,77	50	30	30	3001	3001
70	1854	18,00	214,9	50	30	30	3001	3001
71	1894	3,00	215,65	50	30	30	3002	3002
72	1896	1,00	215,72	50	30	30	3002	3002
73	1904	18,50	215,9	50	30	30	3001	3001
74	1920	17,00	216,22	50	30	30	3001	3001
75	1929	14,50	216,39	50	30	30	3002	3002
76	1942	6,00	216,65	50	30	30	3002	3002
77	1953	18,50	216,88	50	30	30	3001	3001
78	1958	8,00	217,17	50	30	30	3002	3002
79	1992	14,50	217,65	50	30	30	3001	3001
80	2020	5,50	218,21	50	30	30	3001	3001

81	2038	6,50	218,57	50	30	30	3001	3001
82	2073	5,00	219,27	50	30	30	3001	3001
83	2096	17,00	219,74	50	30	30	3001	3001
84	2137	7,50	220,55	50	30	30	3001	3001
85	2160	17,00	221,02	50	30	30	3001	3001
86	2206	5,00	221,93	50	30	30	3001	3001
87	2254	0,00	222,88	50	30	30	3002,5	3002,5
88	2276	17,50	223,38	50	30	30	3002,5	3002,5
89	2301	5,00	223,63	50	30	30	3001	3001
90	2338	7,00	224,57	50	30	30	3001	3001
91	2357	13,50	224,95	50	30	30	3001	3001
92	2374	0,00	225,28	50	30	30	3001	3001
93	2383	2,00	225,47	50	30	30	3001	3001
94	2427	10,00	226,35	50	30	30	3003	3003
95	2429	0,00	226,38	50	30	30	3002	3002
96	2438	6,00	226,53	50	30	30	3001	3001
97	2483	9,00	227,47	50	30	30	3001	3001
98	2545	12,00	228,73	50	30	30	3002	3002
99	2571	5,00	229,23	50	30	30	3002	3002
100	2589	18,00	229,5	50	30	30	3001	3001
101	2613	0,00	230,06	50	30	30	3002	3002
102	2661	0,00	231,02	50	30	30	3001	3001
103	2708	0,00	231,95	50	30	30	3001	3001
104	2766	7,00	233,13	50	30	30	3001	3001
105	2819	8,00	234,19	50	30	30	3001	3001
106	2843	0,00	234,55	50	30	30	3001,2	3001,2
107	2856	3,00	214,92	50	30	30	3002	3002
108	2866	3,00	235,12	50	30	30	3002	3002
109	2902	12,00	235,65	50	30	30	3001	3001
110	2922	7,00	236,25	50	30	30	3001	3001
111	2929	0,00	236,38	50	30	30	3001	3001
112	2942	1,00	236,64	50	30	30	3001	3001
113	2965	8,50	237,11	50	30	30	3002	3002
114	2973	5,00	237,27	50	30	30	3000	3000
115	3055	12,00	239,13	50	30	30	3001,2	3001,2
116	3133	6,50	240,47	50	30	30	3001	3001
117	3147	1,50	240,74	50	30	30	3001	3001
118	3182	0,00	241,44	50	30	30	3001	3001
119	3185	12,00	241,51	50	30	30	3001	3001
120	3217	13,50	242,15	50	30	30	3001	3001
121	3226	10,00	242,33	50	30	30	3001	3001
122	3249	0,00	242,78	50	30	30	3001,2	3001,2
123	3273	13,00	243,27	50	30	30	3002	3002
124	3325	11,00	244,33	50	30	30	3001	3001
125	3344	5,50	244,69	50	30	30	3001,5	3001,5

126	3382	0,00	245,44	50	30	30	3001	3001
127	3445	0,00	245,7	50	30	30	3001,2	3001,2
128	3465	12,00	247,11	50	30	30	3001	3001
129	3495	18,00	247,72	50	30	30	3001	3001
130	3507	17,00	247,96	50	30	30	3001	3001
131	3536	5,00	248,53	50	30	30	3001	3001
132	3553	0,00	248,86	50	30	30	3001	3001
133	3565	18,00	249,12	50	30	30	3002	3002
134	3594	6,00	249,69	50	30	30	3001	3001
							402.166,45	402.166,45

Os passivos ambientais decorrentes da atual fase das obras de melhoramento e repavimentação dessa rodovia estão sendo monitorados pelo CENTRAM, os quais também serão recuperados pelo 6º Batalhão de Engenharia de Construção de Boa Vista (tabela 3). O total de áreas utilizadas atualmente é de 30,76808 ha.

Tabela 3. Áreas de Apoio a serem recuperadas no Segmento C da BR 319, km 177,6 ao km250.

Atividade	Número da Licença	KM	Tamanho da Área	Estaca	Coordenada Geográfica
Jazida	LO 603/07	257,2	2,70 ha	3973 LE	S 04°41'59,78"/ W 61°17'08,69"
Jazida	LO 604/07	252,1	0,72 ha	3716 LE	S 04°39'27,32"/ W 61°15'58,84"
Jazida	LO 648/07	192,6	2,90 ha	740 LD	S 04°17'59,65"/ W 60°52'10,45"
Jazida	LO 051/08	184,6	1,3762 ha	340 LE	S 04°16'59,65"/ W 60°52'10,45"
Jazida	LO 052/08	181,6	1,1852 ha	193 LE	S 04°12'58,39"/ W 60°49'10,28"
Cx. Depósito	LO 085/08	236,92	2,2003 ha	2958 LE	S 04°33'18,6"/ W 61°10'37,5"
Cx. Empréstimo	LO 280/08	243,44	0,90 ha	3282 LE	S 04°35'46,78"/ W 61°13'03,63"
Cx. Empréstimo	LO 281/08	236,66	0,9053 ha	2973 LE	S 04°33'09,27"/ W 61°10'27,57"
Cx. Empréstimo	LO 282/08	235,28	0,90 ha	2874 LE	S 04°32'37,88"/ W 61°09'57,72"
Cx. Empréstimo	LO 283/08	239,0	0,60 ha	3060 LE	S 04°34'03,55"/ W 61°11'22,82"
Cx. Depósito	ASV 070/08	198,0	0,40 ha	-	S 04°19'44,30"/ W 60°54'06,5"
Cx. Depósito	ASV 070/08	211,0	2,21 ha	-	S 04°24'14,2"/ W 60°59'09,1"
Cx. Depósito	ASV 070/08	212,5	0,25 ha	-	S 04°24'32,1"/ W 60°59'33,2"
Cx. Depósito	ASV 070/08	213,3	0,48 ha	-	S 04°24'50,6"/ W 60°59'53,9"
Cx. Depósito	ASV 070/08	214,5	0,09 ha	-	S 04°25'23,4"/ W 61°00'30,9"
Cx. Depósito	ASV 043/08	218,6	0,7327 ha	2055 LE	S 04°27'11,5"/ W 61°02'48,8"
Cx. Depósito	ASV 044/08	222,52	2,011 ha	2240 LE	S 04°28'32,60"/ W 61°04'36,70"
Jazida	LO 305/08	184,58	0,3787 ha	339 LD	S 04°14'24,62"/ W 60°49'46,62"
Cx. Empréstimo	LO 307/08	225,0	0,9173 ha	2360 LD	S 04°29'12,01"/ W 61°05'34,74"
Cx. Empréstimo	LO 306/08	226,16	0,5248 ha	2423 LD	S 04°29'35,46"/ W 61°06'04,08"

Cx. Empréstimo	LO 304/08	239,0	0,6 ha	3060 LD	S 04°34'00,59"/ W 61°11'25,83"
Cx. Depósito	ASV 047/08	227,6	2,40 ha	2495 LE	S 04°30'9,69"/ W 61°06'43,79"
Jazida	LO 315/08	237,94	3,36 ha	3007 LE	S 04°33'37,51"/ W 61°10'57,40"
Jazida	LO 329/08	228,9	0,80648 ha	2558 LE	S 04°33'07,99"/ W 61°10'35,91"
Jazida	LO 330/08	223,3	1,9612 ha	2276 LE	S 04°28'45,25"/ W 61°4'51,80"

Existem outras áreas embargadas da construtora GAUTAMA, que estão sendo utilizadas pelo 6° BEC para depósito de materiais (areia, seixo e brita). As referidas áreas foram liberadas pela Autorização n° 070/2008 expedida pelo IPAAM, perfazendo 3,35 ha. Essas áreas também devem ser recuperadas após seu uso pelo 6° BEC (tabela 4).

Tabela 4. Áreas de Apoio embargadas da GAUTAMA utilizadas pelo 6° BEC, Segmento C da BR 319, km 177,6 ao km250.

Atividade	Número da Licença	KM	Tamanho da Área	Estaca	Coordenada Geográfica
Cx. Depósito	Aut. 070/08	198	0,4 ha		S 04°19'44,30"/ W 60°54'06,50"
Cx. Depósito	Aut. 070/08	211	2,21 ha		S 04°24'14,20"/ W 60°59'09,10"
Cx. Depósito	Aut. 070/08	212,5	0,25 ha		S 04°24'32,10"/ W 60°59'33,20"
Cx. Depósito	Aut. 070/08	213,3	0,4 ha		S 04°24'50,60"/ W 60°59'53,90"
Cx. Depósito	Aut. 070/08	214,5	0,09 ha		S 04°25'23,40"/ W 61°00'30,90"

8 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS

8 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS

Este programa se relaciona com os demais listados a seguir:

- Programa de Controle de Supressão;
- Programa de Controle de Processos Erosivos;
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

9 ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS

9 ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS

Este programa foi desenvolvido com base nos critérios estabelecidos nos seguintes dispositivos legais:

▪Lei nº 4.771/65 – que institui o Código Florestal;

▪Medida Provisória 2.166-67/01 – que regulamenta e acresce dispositivos ao Código Florestal;

▪Resolução CONAMA 303/02 – trata de áreas de Preservação Permanente, seus parâmetros e definições;

▪Decreto nº 5.523/05 – dispõe sobre conduta e atitudes lesivas ao meio ambiente;

▪Instrução Normativa nº 2/01 – estimula modelos apropriados de uso dos recursos naturais na Floresta Amazônica;

▪Decreto nº 856/04 – regulamenta o cadastro da atividade florestal;

▪DNER – ES 341/97 – Proteção de corpo estradal – Proteção Vegetal;

▪Norma DNIT 071/06 – ES – Tratamento ambiental de áreas de uso de obras e do passivo ambiental de áreas consideradas planas ou de pouca declividade por vegetação herbácea;

▪Norma DNIT 073/06 – ES – Tratamento ambiental de áreas de uso e do passivo ambiental de áreas consideradas planas ou de pouca declividade por revegetação arbórea e arbustiva;

▪ES – MA – 01 – Recomposição Vegetal. Departamento Estadual de Infra Estrutura de Santa Catarina;

▪ES – MA – 02 – Hidrosemeadura. Departamento Estadual de Infra Estrutura de Santa Catarina;

▪Norma VALEC no 11/2002. Levantamento anual e recuperação do passivo ambiental. OIKOS, 2002.

▪DER/PR – ES/OC – 15/2005. Obras complementares: Proteção Vegetal;

10 CRONOGRAMA

10 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Nº	Metas e Atividades	Resultados		Cronograma Trimestral de Execução Física (24 meses)							
		Unidade de Medida	Quant.	1	2	3	4	5	6	7	8
1	**Identificação e caracterização de passivos ambientais**			**Período no início das atividades de repavimentação do Segmento "C" da rodovia BR-319**							
Visita de campo para catalogação dos passivos ambientais		Relatório de Atividades	01								
Diagnóstico da área após o término das obras		Relatório de Atividades	01								
2	**Recuperação das áreas degradadas**										
Contratação de serviços de Terceiros de deslocamento (caminhão, carros, etc.)		Deslocamento planejado	24	X	X	X	X	X	X	X	X
Contratação de serviços de terceiros de coleta e análise do solo		Amostras de solo analisadas	200	X							
Contratação de técnicos e ajudantes para implantação de viveiros e plantios de mudas vegetais		Equipe técnica contratada se for o caso	05		X						
Construção de viveiros de mudas se for o caso		Viveiros construídos	05		X						
Germinação de Mudas vegetais nativas		Mudas vegetais desenvolvendo				X	X	X	X		
Plantio de espécies vegetais nas áreas degradadas		Relatório de Atividades	12				X	X	X	X	
3	**Monitoramento das atividades de recuperação da área**										
Verificação do desenvolvimento das espécies vegetais plantadas		Relatório de Monitoramento	12					X	X	X	X

11 ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

11 ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

O monitoramento destes plantios se dará por meio de visitas e de relatórios semestrais a serem apresentados ao órgão licenciador, para acompanhamento do desenvolvimento das mudas e do sucesso ou não dos plantios. No primeiro ano de monitoramento, as visitas devem ser feitas a cada dois meses para verificar o estabelecimento das espécies florestais plantadas nas áreas. No segundo ano, o técnico deverá observar se a vegetação incorporada está sendo eficaz no controle de erosão e se for o caso indicar novas intervenções na área.

Os relatórios de acompanhamento e avaliação poderão indicar adequações na metodologia utilizada ou mesmo mudanças nas diretrizes do programa, baseados nos resultados apresentados pelos indicadores elencados para este programa, as quais deverão ser prontamente submetidas à aprovação do IBAMA.

12 RESPONSÁVEIS PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA

12 RESPONSÁVEIS PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA

O Programa de Plantio Compensatório poderá ser executado pelo 6º Batalhão de Engenharia assessorado por uma equipe técnica do CENTRAM, pelo DNIT ou por uma empresa terceirizada, desde que a equipe conte com um Engenheiro Florestal ou Agrônomo, um Técnico Auxiliar e três auxiliares de campo. Para a execução dos trabalhos de campo, será necessário que a mão de obra contratada seja local. Isso beneficiará os comunitários locais.

13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, O.T. de. **Comparação entre os métodos de quadrantes e parcelas na caracterização da composição florística e fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa no Parque Estadual Carlos Botelho – São Miguel Arcanjo, São Paulo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003, 140 p. Dissertação de Mestrado.

Attanasio, C. M.; Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S.; Nave, A. 2006. **Adequação ambiental de propriedades rurais. Recuperação de áreas degradadas: Restauração de matas ciliares**. Piracicaba: ESALQ.

Azevedo, C.P. do; Sanquetta, C.R.; Silva, J.N.M.; Machado, S. do A. Efeito da exploração da madeira e dos tratamentos silviculturais no agrupamento ecológico de espécies. Curitiba-PR: **Floresta** 38(1): 53-69, 2008.

Barros, B.C.; Patrício, F.R.A.; Lopes, M.E.B.M.; Freitas, S.S.; Sinigaglia, C.; Malavolta, V.M.A.; Tessarioli Neto,J.; Ghini.R. Solarização do solo com filmes plásticos com e sem aditivo estabilizador de luz ultravioleta. Brasília: **Horticultura Brasileira** 22(2): 253-259, 2004.

Bettiol, W.; Ghini, R.; Galvão, J.A.H. Solarização do solo para o controle de Phytium e plantas daninhas em cultura de crisântemo.Piracicaba: **Sci. Agri**. 51(3): 459-462, 1994.

Carneiro, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR / FUPEF, 1995. 451 p.

Carvalho, P.E.R. Produção de mudas de espécies nativas por sementes e a implantação de povoamentos. In: **Reflorestamento de Propriedades Rurais**. Brasilia, 2000, p. 19-55.

Cézar, P.B.; Oliveira, R.R. **A Floresta da Tijuca e a cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1992, 172 p.

Chabaribery, D. **Tecnologia socialmente apropriada: adubação verde**. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola , 1988. 26p. (Relatório de Pesquisa, 1/88).

Correa, S.; Filho, B. de M. Levantamento florístico do estrato lenhoso das áreas mineradas no Distrito Federal. Viçosa-MG: R. **Árvore** 31(6): 1099-1108, 2007.

Costa, D.H.M. **Dinâmica da composição florística e crescimento de uma área de floresta de terra firme na Flona do Tapajós após a colheita de madeira**. FCAP/EMBRAPA Amazônia Oriental, extraído da Dissertação de Mestrado, 2000, 31 p.

CUCAÚ. **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADE) da Usina Cucaú**. CUCAÚ AGROPECUÁRIA. Pernambuco, 2007.

Engel, V.L.; Parrota, J.A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais In: Gandara, F.G. *et al* (Eds.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003, cap. 1, p 3-26.

FAO. Watershed management field manual: road design and construction in sensitive watersheds. Roma: 1989. 218p.

Faria, J.M.R. Propagação de espécies florestais para recomposição de matas ciliares. In: **Simpósio de Mata Ciliar: Ciência e Tecnologia, Belo Horizonte, outubro de 1999**. Belo Horizonte: UFLA/CEMIG, 1999, p. 69-79.

Ghini, R. **Solarização do solo.** EMBRAPA Meio Ambiente, 2001, 4 p.

Grace III, J.M.; Wilhoit, J.; Rummer, R.; Stokes, B. Surface erosion control techniques on newly constructed forest roads. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, Phoenix, 1996. Proceedings. Phoenix, 1996. 14p.

Griffith, J.J.; Dias, L.E.; Jucksch, I. Recuperação de áreas degradadas usando vegetação nativa. São Paulo: **Saneamento Ambiental** n° 37, 1996.

Guerra, A.J.T.; Cunha, S.B. da. **Geomorfologia e meio ambiente**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 39 gt, 4p.

Hernandez, F.B.T.; Lopes, A. da S.; Salis, A.C. de; Saad, A.M.; Morais e Araujo, C.A.; Cruz, C.S.; Silva, C.R. da; Kanda, C.S.; Nakazato,D.; Baggio Filho, F.C.; Leite de Morais, J.F.; Zocoler, J.L.; Alves Junior, J.; Rosseti, J.C.; Canevari, K.R.V.; Silva, L.C.C. da; Suzuki, M.A.; Shimada, M.M.; Tarsitano, M.A.A.; Salis, M.C. de; Alves, R.R.; Pitelli, R.A.; Braga, R. da S.; Lima, R.C.; Souza, S.A.V. de. **Projeto Piloto de Conservação dos Recursos de Solo e**

Água e Irrigação Coletiva nas Microbacias Hidrográficas dos Córregos Sucuri, Bacuri e Macunã em Palmeira D'Oeste – São Paulo: Aproveitamento hidroagrícola no Estado de São Paulo. Convenio 300/98: Governo Federal/Universidade Estadual Paulista. Disponível na internet http://www.agr.feis.unesp.br/noroeste/18equipe.htm. Consultado em junho de 2008.

IBAMA. **Manual de Recuperação de áreas degradadas pela mineração**. Brasília, IBAMA, 1990. 96 p.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. 51st meeting of Council, February 2000.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES). 2000 IUCN *Red List of Threatened SpeciesTM*. The IUCN Species Survival Commission, 2000. http://iucn.org/redlist/2000/index.html

Junqueira, R.G.P.; Campos Filho, E.M.; Peneireiro, F.M. **Cuidando das águas e matas do Xingu**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2006. 44 p.

Kageyama, P; Freixedas, V.M.; Geres, W.L.; Dias, J.H.P; Borges, A.S. Consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio – SP. **Revista do Instituto Florestal** 4(2): 527-533, 1992.

Kobiyama, M.; Minella, J.P.G.; Fabris, R. Áreas degradadas e sua recuperação. Belo Horizonte: **Informe Agropecuário** n° 210, v.22, 2001.

Kulchetscki, L.; Carvalho, P.E.; Kulchetscki, S.S.; Ribas, L.L.F.; Gardingo, J.R. Arborização urbana com essências nativas: uma proposta para a região centro-sul brasileira. Ponta Grossa: **UEPG Ciências Exatas da Terra, Ciências Agronômicas e Engenharia** 12(3): 25-31, 2006.

Lanças, K.P. Subsolagem ou escarificação. **Revista Cultivar Máquinas** n° 14, 2002.

Lima, M. A. **Avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no município de Rio Claro, SP**. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de

Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994, 264 p.

Lima, W.P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ/USP/Departamento de Ciências Florestais, 1996. 318p.

Lisboa, L.P. Passivo Ambiental. **XVI Congresso Brasileiro de Contabilidade**. Goiânia, 15 a 20 de outubro de 2000. 11 p.

Lobo, D.; Leão, T.; Tabarelli, M. Espécies indicadas para recuperação de áreas degradadas na região da Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco. Recife: **CEPAN** – Relatório Técnico Preliminar, 2007, 18 p.

Lopes, S. de F.; Oliveira, A.P. de; Dias Neto, O.C.; Vale, V.S. do; Gusson, A.E. Schiavini, I. Estrutura e grupos ecológicos em uma Floresta Estacional Semidecidual em Uberlândia, MG. In: **II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS e IX SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócios e recursos naturais**, 12 a 17 de outubro de 2008, PortaMundi, Brasília, DF.

Lugo, A.E. Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. In: WILSON, E.O., ed. *Biodiversity*. Washington: National Academy Press, 1988. p. 58-70.

Macedo, A.C. **Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas**. Revisado e ampliado por P.Y. Kageyama e L.G.S. Costa. São Paulo: Fundação Florestal/SMA, 1993, 21 p.

Machado, C.C.; Souza, A.P. Impacto ambiental das estradas florestais no ecossistema: causas e controle. **Boletim técnico SIF** 1: 1-12, 1990.

Mack, R.N.; Chair, M.; Simberloff, D.; Lonsdale, W.M.; Evans, H.; Clout, M.; Bazzaz, F. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. In: **Issues in Ecology** n. 5, Spring 2000. 20p.

Maeda, J.A.; Pereira, M.F.D.A. Caracterização, beneficiamento e germinação de sementes de *Paspalum notatum* Flugge. **Revista Brasileira de Sementes** 19(1): 100-105, 1997.

Martins, S.V.; Rodrigues, R.R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no Município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 22: 405-412, 1999.

Medeiros, R.A. **Dinâmica de sucessão secundária em floresta de transição na Amazônia Meridional**. Universidade Federal de Mato Grosso – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2004, 102 p. Dissertação de Mestrado.

Megahan, W.F. Reducing erosional impacts of roads. In: FAO. **Conservation guide: guidelines for watershed management.** Roma: FAO, 1977, cap.14, p. 237-261.

Michel, J.: Pelczar, JR.: Chan, E.C.S.; Noel, R.; Krieg, G. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações.** 2a edição. São Paulo: Makron Books Do Brasil Editora Ltda. 1996.

Moreira, P. R. **Manejo do solo e recomposição da Vegetação com vistas à recuperação de áreas degradadas pela extração de Bauxita, poços de caldas, MG**. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Rio Claro. São Paulo, 2004.

MRN - MINERAÇÃO RIO DO NORTE. **Castanheira do Brasil**. 7 Edição. Setembro de 2003. 26 p.

Nakazono, E.M.; Costa, M.C.; Futatsugi, K.; Paulilo, M.T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. São Paulo: **Revista Brasileira de Botânica** 24 (2): 173-179, 2001.

Nappo, M.E.; Gomes, L.J.; Chaves, M.M.F. **Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares.** Universidade Federal de Lavras, 2006, 27 p.

Nunes, Y.R.F.; Mendonça, A.V.R.; Botezelli, L.; Machado, E.L.M.; Oliveira-Filho, A.T. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botânica Brasilíca** 17(2): 213-229, 2003.

Oldeman, R.A.A. Tropical Forest: the ecossistem. In: Beusekon, C.F.; Van Goor, C.P.; Schimidt, P. (Ed.) **Wise utilization of tropical rain florest lands**. Ede: MAB-Unesco, 1987, p. 46-67.

Oliveira-Filho, A.T.; Carvalho, D.A.; Vilela, E.A.; Curi, N; Fontes, M.A.L. Diversity and structure of the tree community of a fragment of tropical secondary forest of the Brazilian Atlantic Forest domain 15 and 40 years after logging. **Revista Brasileira de Botânica** 27(4): 685-701, 2004.

Paula, A. de; Silva, A.F. da; De Marco Junior, P. de; Santos, F.A.M. dos; Souza, A.L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Vi;cosa-MG. **Acta Botânica Brasilíca** 18(3):407-423, 2004.

Peixoto. R. T. G. **Compostagem – opção para o manejo orgânico do solo**. Londrina: IAPAR, 1988. 48 p. (IAPAR. Circular, 57).

Pinto, S.I. do C. **Floresta, estrutura e ciclagem de nutrientes em dois trechos de Floresta Estacional Semidecidual na Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa-MG**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005, 12 p. Dissertação de Mestrado.

Primack, R. B.; Rodrigues, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328p.

Reis, A.; Zambonim, R.M.; Nakazono, E.M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. São Paulo: **Conselho Nacional de Reserva da Biosfera**, 1999, 42 p.

Ribas, R.F.; Meira Neto, J.A.A.; Silva, A.F. da; Souza, A.L. de. Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. Revista **Árvore**, 27 (6): 821-830, 2003.

Rocha, K.D. da.; Brandão, C.F.L. e S.; Silva, J.T. da; Silva, M.A.V. da; Alves Junior, F.T.; Maragon, L.C. Classificação sucessional e estrutura fitossociológica do componente arbóreo de um fragmento de Mata Atlântica em Recife, Pernambuco, Brasil. Cruz das Almas – BA: **Magistra** 20(1): 46-55, 2008.

Rodrigues, R.R. Modelos de RAD para a aplicação em diferentes situações em matas ciliares do Estado de São Paulo. In: **Anais do workshop sobre recuperação de áreas degradadas em matas ciliares: modelos**

alternativos para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares no Estado de São Paulo. São Paulo, 2006, p. 13-23.

Rodrigues, R.R.; Gandolfi, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de Florestas Ciliares. In Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H.F. (Ed.) **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. EDUSP / FAPESP 3 ed., 2004, p.235-247.

Rodrigues, R.R.; Gandolfi, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** 2(1): 4-15, 1996.

Rolim, S.G.; Couto, H.T.Z.; Jesus, R.M. de. Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). **Scientia Forestalis** 55: 49-69, 1999.

Salimon, C.I.; Negrelle, R.R.B. Natural Regeneration in a Quaternary Coastal Plain in Southern Brazilian Atlantic Rain Forest. Brazilian Archives of **Biology and Technology** 44(2): 155-163, 2001.

Sampaio, M.T.; Maluf, W.R. Adubação verde: como contribuir para a saúde da horta, do Homem e ainda obter lucro. UFLA: **Boletim Técnico** nº 38, 1ª dd. Novembro de 1999.

Santos, M.R.O.; Asperti, L.M. Viveiros florestais: da análise de sementes à produção de mudas de espécies nativas. In: Barbosa, L.M. (Coord.) **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: matas ciliares do interior paulista.** São Paulo: Instituto de Botânica, 2006, p. 85-105.

Sharma, R.D. **Eficiência de adubos verdes no controle de nematóides associados à soja nos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1982. 30p.

Silva, A.F. da; Oliveira, R.V. de; Santos, N.R.L.; Paula, A. de. Composição florística e grupos ecológicos de um trecho de Floresta Semidecídua Submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. Viçosa-MG: R.**Árvore** 27(3):311-319, 2003.

Silva, E.M.R.; Almeida, D.L. de; Franco, A.A.; Döbereiner, J. Adubação verde no aproveitamento do fosfato em solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 9: 85-88, 1985.

Silveira, M. Vegetação e flora das campinaranas do sudoeste amazônico. Rio Branco: **Associação SOS Amazônia**, 2003, 28 p.

Silveira, N.D. **Indicadores de sustentabilidade ambiental em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Floresta. Curso de Engenharia Florestal. RJ – **Seropédica**, 2003, 83 p. Monografia de conclusão de curso.

Souza, F.A.; Aquino, A.M.; Ricci, M. dos S.F.; Feiden, A. Compostagem. EMBRAPA: **Agrobiologia**, dezembro de 2001, p. 2. Comunicado Técnico n° 50.

Souza, P.B. de S.; Ignácio, M.; Amado, J.C.L.; Batista, M.L.; Raggi, F.; Almado, R. de P.; Meira Neto, J.A.A. Grupos ecológicos da série sucessional de uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Zona de Amortecimento do Parque Estadual do Rio Doce, MG. Porto Alegre: **Revista Brasileira de Biociências** 5(supl. 2): 222-224, 2007.

Tanaka, R.T.; Mascarenhas, H.A.A.; Dias, O.S.; Campidelli, C.; Bulisani, E.A. Cultivo da soja após incorporação de adubo verde e orgânico. Brasilia: **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 27(11): 1477-1483, 1992.

Tavares, S.R.L.; Silveira, N.D.; Mello, R.B.; Andrade, A.G. Avaliação e monitoramento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais visando a conservação e a biodiversidade de ecossistemas tropicais na região da Mata Atlântica. **PRODETAB**, 1999, 4 p. Projeto financiado pelo Banco do Brasil.

Tivy, F. Ecossistem stability and disturbanc. In: Biogeography: a study of plants in the ecosphere. Essex: **Longman Scientific & Technical,** 1993, p. 293-310.

Uhl, C.; Nepstad, D.; Buschbacher, R.; Clarck, K.; Kauffma, B.; Subler, S. Studies of ecosystem response to natural and anthropogenic disturbances provide guidelines for designing sustainable land-use systems in Amazonia. In: Anderson, A. (Ed.) **Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest.** New York: Columbia University Press, 1990, p. 24-42.

VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. Norma n° 11: Levantamento anual e recuperação de passivo ambiental. Versão 5, 2002.

Disponível na internet http://www.**valec**.gov.br/download/navas/NAVA**11**-PassivoAmbiental.pdf

van Andel, J.; Aronson, J. *Restoration Ecology: the new frontier*. Blackwell Publishing Oxford, 2005. 254 p.

Vital, A.R.T. **Efeito do corte raso no balanço hídrico e na ciclagem de nutrientes em uma microbacia reflorestada com eucalipto.** Piracicaba, 1996. 106 p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

Weber, M. **Compostagem a nível de administração municipal (Relato de uma experiência no Exterior)**. Porto Alegre. Centro de Educação e Informação Ambiental. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. PMPA. 4p. 1989.

Yamazoe. G.; Vilas Bôas, O. **Manual de pequenos viveiros florestais**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2003, 120 p.

Ziller, S.R.; Piza, L.; Bolzani Junior, G.M.; Ribeiro, R.C.; Rosa, F.L. de O.; Bolzani, G.; Angelo, L.; Hildebrand, E.; Howes, H.; Hildebrand, I.; Franco, A.; Segalla, M. Instituto HÓRUS de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Programa de Espécies Invasoras da the Nature Conservancy para a America do Sul. Disponível na internet http://www.institutohorus.org.br/inst_equipe.htm. Consultado em junho de 2008.