

ESTABILIZAÇÃO DE ENCOSTA UTILIZANDO TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA DE SOLO

Introdução.....	2
Objetivos.....	4
Barreira de contenção - paliçada.....	5
Espécies sugeridas	6
Esquema de plantio.....	7
Capim Vertiver	9
Espécies frutíferas arbustivas	11
Espécies frutíferas de grande porte	12
Cuidados com a mata existente	12
Calagem e Adubação	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

Introdução

As plantas vivem, ao contrário dos animais, ao mesmo tempo em dois ambientes, o terrestre - onde fincam suas raízes e extraem a água e os nutrientes necessários às suas funções – e o aéreo, normalmente o mais observado pelas pessoas dado o seu porte, beleza e utilidade – onde o ser interage mais intensamente com os elementos climáticos variáveis, absorvendo a radiação solar para realizar um dos processos biológicos mais importante do mundo – a fotossíntese. Com isso, as plantas transformam a energia radiante, que não pode ser armazenada, em compostos químicos estáveis passados ao longo da cadeia trófica. Tem-se início assim a geração de alimentos e compostos orgânicos por demais importantes à vida na Terra.

As plantas interagem grandemente com o local onde vivem por terem vida sésstil, o que leva a uma pressão de seleção muito maior do que aqueles que podem se mudar em busca de melhores condições. Assim, as plantas modificam a umidade do ar lançando toneladas de vapor de água na atmosfera condicionando a umidade local em grande extensão, refrigeram o local pela transformação da energia em vapor d'água, diminuem a velocidade do vento direcionando-o para o alto, reduzem sujidades e poeiras que se aderem a seus corpos, aumentam a ciclagem de nutrientes, sequestram carbono, produzem alimentos e fornecem abrigo à fauna, criam habitats onde outros seres podem prosperar dentre muitos outros fatores. É da interação sistema abiótico-biótico, e por estar viva, que as plantas, em especial as árvores dado seu porte e longevidade, conseguem estabilizar as condições locais.

Os solos são ambientes desenvolvidos lentamente por milênios sendo fruto das interações ambientais e biológicas. Dada a inércia de seus materiais constituintes estes refletem um passado de ações e atividades. Apesar de muitas vezes ser tratado como substrato com propriedades físicas e químicas, o solo está em evolução interagindo em especial com a biota e os agentes do clima estando sua classificação baseada nas condições de sua gênese (USAD, 1999).

Com a mudança do uso da terra ocorrem modificações das condições em que os solos - sustentáculos da vida - se encontram. Há assim alterações nos padrões de infiltração de água, redução da recarga dos lençóis freáticos, redução da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes, desagregação de partículas, desestruturação, erosão, redução da fertilidade etc. As obras de engenharia, onde ocorre grande movimentação

de terra, pode causar grandes impactos e levar a problemas ambientais, sociais e financeiros se não forem tomadas as devidas precauções.

A bioengenharia de solos resulta da união dos conhecimentos de engenharia e da biologia e que podem ser utilizados de forma a possibilitar ganhos e reduzir custos por fazer um melhor uso das condições locais. Com o uso dessas técnicas é possível realizar intervenções melhor ajustadas aos aspectos ecológicos e sociais visando a sustentabilidade das obras necessárias. Com a bioengenharia de solos é possível estabilizar taludes e encostas, proteger o solo como também recuperar terrenos. Para tanto, é possível fazer uso de estruturas de sustentação, uso de materiais industriais (têxteis, telas, aramados etc.) e naturais (toras de madeira, mantas biológicas etc.) e plantas, as responsáveis por responder ao ambiente atenuando-o. Além de poder reduzir os custos da obra, a adoção da bioengenharia de solos contribui em muito com o ecossistema local além de se constituir em uma obra de maior valor estético e social. Dessa maneira, a bioengenharia de solos faz uso de um conjunto de tecnologias que reúne princípios ecológicos, técnicos e econômicos a fim de garantir: a diminuição do potencial de erosão; o controle do fluxo de sedimentos a locais inapropriados; a estabilização do terreno e; a manutenção de obras da construção civil.

A importância da bioengenharia de solos reside no fato de o solo possuir um equilíbrio bastante instável sendo fortemente impactado em virtude da remoção da cobertura vegetal (árvores, palmeiras, arbustos, ervas e gramíneas) com a qual interage e que o protege. As modificações causadas por seu uso agrícola e as ocupações urbanas geradas pelos avanços das metrópoles ajudam a explicar sua desestabilização.

Dessa maneira, o solo precisa ser considerado de forma holística levando em consideração a vida nele existente (macro, meso e microfauna), suas interações com o ambiente e a vegetação acima dele, relevo, uso etc.

A importância das plantas na estabilização de taludes, margens de cursos de água e de encostas é conhecida há muito tempo. Suas porções aéreas e subterrâneas conferem ao local onde vivem uma maior capacidade de suportar as forças de cisalhamento e de degradação. A contribuição do cobrimento vegetal é fundamental para o controle de processos de dinâmica superficial, como as erosões hídrica ou eólica como também dos escorrimientos gravitacionais. A presença da vegetação pode melhorar a estrutura do solo tanto em quantidade como em estabilidade também

evitando o endurecimento de sua superfície; favorece a drenagem da água, diminuindo o potencial de encharcamento, cobre o solo protegendo-o do impacto das gotas de chuva evitando sua destruição física; aumenta a deposição de folheto elevando o teor da matéria orgânica e assim formando colóides e favorecendo a vida no solo; incrementa o ciclo biogeoquímico intensificando a ciclagem de nutrientes; reduz a perda de nutrientes, etc.

Também importante é considerar as funções sociais que uma obra dessa envergadura pode proporcionar como a melhoria da beleza cênica e a utilização recreativa e cultural de locais antes relegados a planos inferiores. Há assim a possibilidade de criar interesse das pessoas pela área e deste modo gerar motivações para sua preservação pelo uso.

Dessa maneira, com a finalidade de readequar e estabilizar o talude visando proteger a via de acesso local é apresentada uma proposta de uso da vegetação adotando-se técnicas de bioengenharia de solos. A fim de realizar uma obra integradora, é proposto o uso de toras de madeira e diferentes plantas como forma de restabelecer processos ecológicos e funcionais conferindo beleza cênica e redução de custos.

Objetivos

No desenvolvimento desta proposta estão sendo levados em consideração os principais aspectos do emprego da bioengenharia de solos em obras:

1. Técnico-funcionais - consolidação do talude pela ação das raízes e das estacas de madeira; redução dos efeitos erosivos; aumento da infiltração da água e da drenagem; melhorar a estrutura do solo a longo prazo pela adição de matéria orgânica; estabelecer uma rede de raízes e caules e copas com diferentes plantas visando a cobertura e a fixação do solo e assim sua proteção, utilizar em combinação plantas fixadoras de nitrogênio favorecendo o crescimento vegetal; etc.
2. Objetivos ecológicos – propiciar a cobertura do solo; favorecer a ciclagem de nutrientes; criar habitat pela modificação das condições locais; incrementar a biodiversidade fornecendo alimento e abrigo; estabelecer conexões na paisagem, fornecer alimentos e atrair a fauna etc.
3. Objetivos paisagísticos – melhorar o impacto visual construindo algo belo e agradável e ao mesmo tempo útil – tanto por suas funções estruturais

mecânicas como para desfrute pessoal; favorecer a beleza cênica ornando com as construções integrando a obra à paisagem.

4. Objetivos econômicos - redução de custos da obra; redução de custos de manutenção; minimizar o impacto da obra; valorizar o local.
5. Objetivos sociais – criar um local onde seja possível usufruir dos alimentos produzidos, sombra, cheiros etc.; produzir um local agradável.

Barreira de contenção - paliçada

Para a contenção e estabilização do talude recomenda-se a construção de uma paliçada subterrânea próximo ao topo do talude ao lado do passeio gramado (ver desenho esquemático da Figura 1). Essa paliçada subterrânea tem a função de, ao mesmo tempo, conter a massa de terra do aterro, formar pontos de ligação dessa massa com a face da encosta original aterrada (estimada a 4 m de profundidade a depender da posição) como também preservar a madeira que permanecerá enterrada e sob menores temperaturas e disponibilidade de oxigênio. Acreditamos que dessa maneira, a madeira permanecerá em boas condições por longo período.

Dentre as características mais importantes das árvores quanto à qualidade da madeira podemos destacar as propriedades físicas e mecânicas. A qualidade da madeira se refere à combinação das características físicas, mecânicas, químicas e anatômicas da árvore, as quais permitem a melhor utilização da madeira para um determinado uso (Gonzalez et al., 2006). Normalmente associa-se a qualidade da madeira à sua densidade que em grande medida explica seu comportamento físico-mecânico dando sua destinação (Bortoletto, 2008)

Dada a facilidade de encontrar no mercado a custos relativamente baixos pensou-se em utilizar toras de madeira de eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson) ou cloeziana (*Eucalyptus cloeziana* F. Muell) ou postes antigos de aroeira. Sugere-se o uso de madeiras de alta densidade. As toras de eucalipto citriodora apresentam uma densidade média da madeira de $0,87 \text{ g.cm}^{-3}$ (IPT, 2022) enquanto que as do eucalipto cloeziana apresentam densidade da madeira de $0,73 \text{ g.cm}^{-3}$ (Oliveira et al., 2005). Essas características são similares às madeiras de ótima qualidade, com cerne denso e abundante sendo uma madeira que pode durar décadas.

Caso seja possível, pode-se empregar também – ainda mais interessante – antigos postes de madeira de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão), madeira de alta densidade e que poderá durar por décadas enterrada. Segundo FLÖRSHEIM e TOMAZELLO Filho (1998) a aroeira apresenta uma densidade da madeira ao redor de $0,73 \text{ g.cm}^{-3}$.

Se for possível, sugere-se o emprego de madeiras tratadas o que aumenta ainda mais sua durabilidade. Caso haja possibilidade, as madeiras poderão ainda ser tratadas com antifúngicos e/ou besuntados previamente com óleo queimado.

As toras de madeira devem ter no mínimo Φ 30 cm de diâmetro sendo preferível aquelas de maior diâmetro por conterem proporcionalmente maior volume de cerne, parte mais resistente, aumentando a durabilidade da intervenção.

Destaca-se que os topos das toras devem estar totalmente enterrados no solo a no mínimo 20 – 30 cm de profundidade evitando-se sua exposição ao tempo e reduzindo sua degradação. As toras deverão estar enterradas a 2m de distância entre si ao longo de todo o perfil. Na parte superior do terreno, junto a essas deverão ser dispostas uma linha de toras horizontalmente ao terreno apoiadas a montante nas estacas cravadas no terreno. A primeira linha de árvores deverá ser plantada logo acima (a montante) dessa linha da paliçada.

Espécies sugeridas

Com a finalidade de ajudar na contenção e firmamento da encosta do talude sugere-se o emprego de uma séria e espécies em combinação. As espécies e sua sequência foram pensadas visando a segurança do talude dado pelo crescimento extensivo das raízes e sua ancoragem no sistema, a estética do local, sua longevidade, como também a atração de fauna. Assim foi pensado o uso das seguintes espécies: capim vertiver, espécies frutíferas arbustivas (Acerola, Araçá, Cereja do Rio Grande, Cabeludinha, Pitanga, Uvaia, Jabuticaba) e espécies frutíferas de grande porte (Abacateiro, Mangueira, Calabura, Jaqueira). Os interessados poderão optar pelas espécies de maior interesse como também pela disponibilidade de mudas de qualidade. Visando evitar a sobrecarga sobre o terreno sugere-se o emprego de espécies de menor porte na cabeceira do terreno com as árvores frutíferas fazendo a interface com a mata a jusante.

Esquema de plantio

No desenho esquemático abaixo pode-se observar a sequência de plantios pensada ao longo do perfil do terreno. Sempre pensando em árvores de menor porte (frutíferas arbóreas) na porção superior do talude, aumentando o porte destas em sua base – essas com a finalidade de criar uma área de proteção e de fornecimento de alimentos às pessoas e à fauna. Na sequência, de cima para baixo do talude, a sugestão é ir das menores para as de maior porte (parte de baixo do talude). Nessa sequência ficaria: araçá ou acerola, cereja do rio grande ou cabeludinha, pitanga, uvaia, jabuticaba e, faceando a mata (porção mais abaixo) abacate, manga, calabura ou jaqueira. (ver Figura 1).

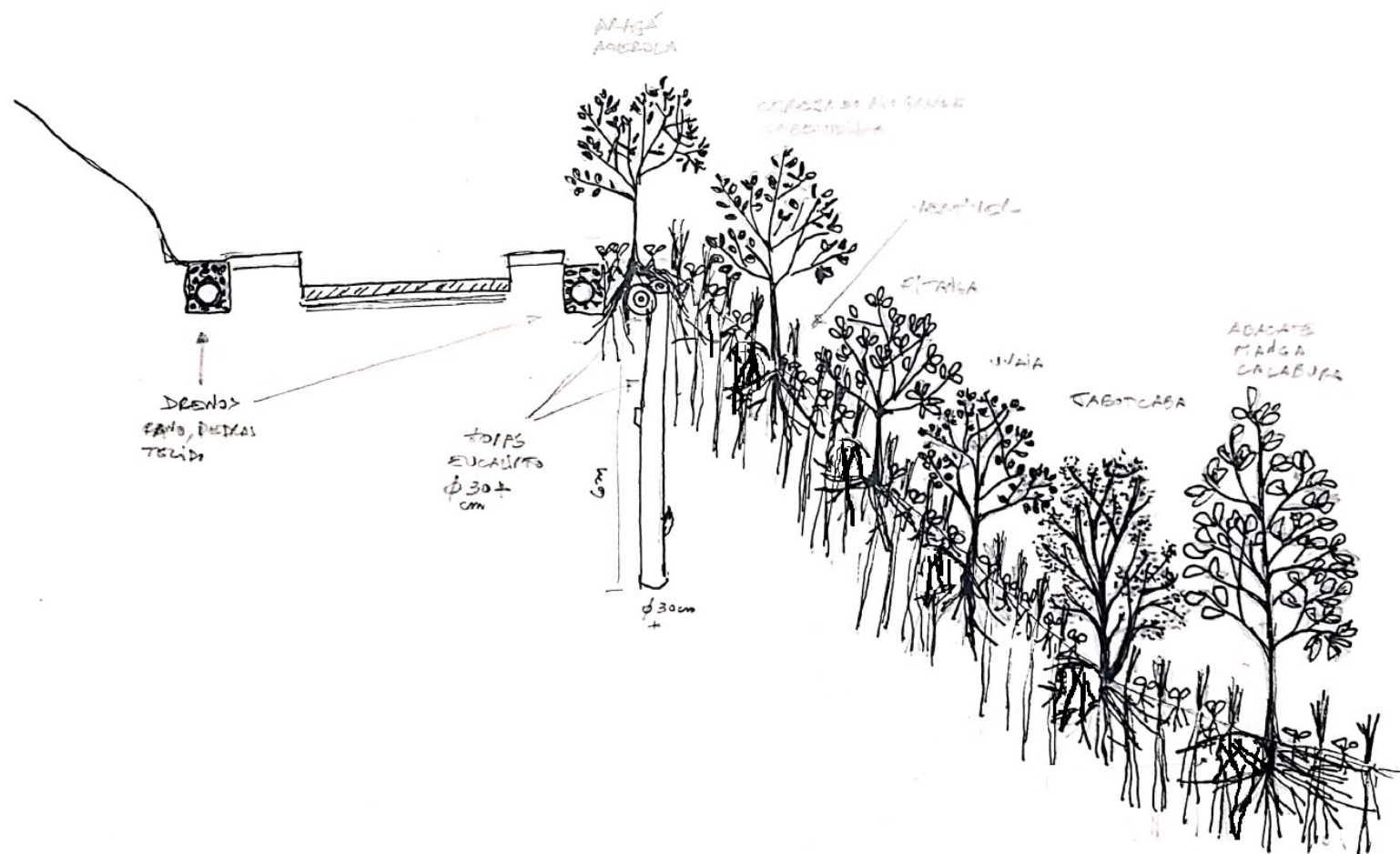


Figura 1. Desenho esquemático de um corte transversal do talude a ser revegetado. Pode-se observar as estacas de madeira de 30 cm de diâmetro (ou maior) e 6 m de comprimento fincadas no solo e a estaca disposta ao longo da estrada horizontalmente intertravada com as primeiras. A sugestão de plantio segue a queda do morro podendo-se ajustar conforme os recortes locais (número de mudas devido à entrada da vegetação nativa e a presença de outras árvores presentes no local). Na sequência, de cima para baixo do talude, a sugestão é ir das menores para as de maior porte (parte de baixo do talude). Nessa sequência ficaria: araça ou acerola, cereja do rio grande ou cabeludinha, pitanga, uvaia, jabuticaba e, faceando a mata (porção mais abaixo) abacate, manga ou calabura.

Capim Vertiver

O capim vertiver (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) é uma planta originária do continente asiático sendo considerado uma gramínea herbácea, perene, cespitosa (crescimento em moitas). Esse capim é tradicionalmente utilizado em uma variedade de perfumes. Possui raízes profundas atingindo 3 m de profundidade já no primeiro ano e podendo alcançar até 6 m (Figura 2). Por praticamente não possuir propagação sexuada (sementes) o vertiver depende de propagação por mudas não sendo uma planta invasora podendo ser utilizada com segurança por não se tornar uma espécie invasora. Dessa maneira, essa planta já vem sendo empregada com sucesso em vários países em especial na contenção de encostas. O capim vertiver pode durar por séculos sendo utilizado para delimitar fronteiras. Segundo The Vertiver Network International (2022), as raízes têm uma resistência à tração de 1/6 do aço e, quando plantadas em sebes, aumentam a resistência do solo em até 45%.

De acordo com Madrugá et al. (s/d) o vertiver é um sucesso internacional na contenção de taludes contribuindo com sua estabilização sendo de baixo custo e muito eficaz. O vertiver contribui com a redução da velocidade do escoamento da água na superfície do terreno evitando a formação de sulcos ou ravinas e, portanto, reduzindo a perda de solo e assoreamento de barragens e rios. Suas raízes profundas e resistentes contribuem o aumento da resistência ao deslizamento. Os autores comentam que com o passar do tempo e a retenção a montante de sedimentos, e a incorporação das raízes no solo ocorre um aumento da fertilidade do sistema o que contribui para o seu crescimento.

Debaixo de cada moita normalmente se estabelece uma intrincada e densa massa de raízes que criam perfis subterrâneas capazes de, não apenas reforçar a estrutura do solo, mas também estabilizar a infraestrutura associada. O capim vertiver possui grande adaptabilidade podendo prosperar em solos diversos de diferentes fertilidades, pH variando de 3 a 11, uma grande variabilidade de climas e suportando também a seca e apresentando resistência ao fogo e grande capacidade de rebrota. Ainda, pode sobreviver submersa completamente por pelo menos 3 meses. É tolerante à salinidade, tolerante à maioria dos metais pesados e a todos os herbicidas, exceto ao glifosato (The Vertiver Network International, 2022). Desta maneira, parece claro que

o emprego dessa planta na estabilização do talude apresenta um grande potencial de sucesso.

Deste modo, recomenda-se o plantio do capim vertiver em toda a encosta do talude a ser estabilizado adotando-se a densidade de plantio de 21 plantas.m⁻². Isso permitirá um rápido fechamento do sistema e um bom enraizamento das plantas. O plantio deverá ser realizado por meio de mudas sadias preferencialmente no início da estação chuvosa. Pode-se plantar antes, porém haverá a necessidade de regas periódicas até o bom pegamento das plantas. Por não ser interessante deixar o solo do talude exposto (sem vegetação), apesar de não ser o ideal, recomenda-se que as vegetação existente seja roçada a uma altura de meio centímetro ou mais baixo para que o plantio seja realizado. Caso as gramíneas cresçam muito e sufoquem as plantas desejadas será necessária a realização de capinas até o estabelecimento das mudas.

Como colocado por Agro DBO (2014), caso haja dificuldades na obtenção de mudas em saquinhos, o plantio também poderá ser realizado por mudas retiradas de touceiras com pelo menos dois perfilhos e parte da coroa que deverão ser plantadas em covas ou sulcos adotando-se um espaçamento de 35 cm entrelinhas e de 15 cm entre mudas nas linhas. As linhas deverão ser dispostas em nível ao longo do perfil do talude.



Figura 2. À direita - raízes de vertiver expostas podendo-se notar a grande extensão e densidade das raízes. À esquerda, encosta plantada em linhas com capim vertiver a fim de conter a erosão e promover sua estabilização. Fonte: <https://www.capimvetiver.com.br/> e <https://poenarco.com.br/2017/04/13/o-fantastico-sistema-vetiver-na-bioengenharia-e-no-meio-ambiente-serie-fatos-fotos-e-videos/>

Espécies frutíferas arbustivas

A fim de proporcionar ainda uma maior estabilização para o talude, sugere-se o plantio de mudas de espécies frutíferas arbustivas – aquelas que normalmente não crescem mais do que 15 m de altura. As mudas deverão ser plantadas em cordão em nível. Para tanto pode-se adotar um instrumento prático chamado de pé-de-galinha¹ (nível usado em plantios e realização de curvas de nível). Para amenizar o efeito de carga sobre o local sugere-se o plantio das espécies de menor porte na cabeceira da área com o plantio da Acerola (*Malpighia emarginata*), do Araçá (*Psidium cattleianum*) dentre muitas espécies – ver FRAZON et al. (2009), da Cereja do Rio Grande (*Eugenia aggregata*), ou da Cabeludinha (*Myrciaria glazioviana*) – duas primeiras linhas. Descendo o talude poderão ser instaladas linhas a escolher de Pitanga (*Eugenia uniflora*), Uvaia (*Eugenia pyriformis*) ou Jabuticaba (*Plinia cauliflora*).

Dado o crescimento mais lento do que o capim que proporcionará a primeira cobertura, acredita-se que essas plantas irão atingir um maior porte em 10 anos ou mais, quando espera-se o talude já esteja bem consolidado pela ação das raízes do vertiver.

As mudas deverão ser espaçadas de 5 m na linha e de 7 a 10 m entre linhas. Ajustar conforme as curvas de nível e a situação local. Como a primeira linha de árvores frutíferas deverá ser plantada acima da linha da paliçada (ao lado da calçada) e o comprimento do declive até o patamar onde já se encontram árvores plantadas possui ao redor de 10 m de comprimento, sugere-se o plantio de 3 linhas de árvores frutíferas. A primeira acima da paliçada, a segunda ao redor do meio do talude e a terceira acima do patamar já existente. As áreas abertas (sem vegetação) abaixo desse patamar ou existentes em outros lugares deverão ser vegetadas conforme a necessidade. Não há contra-indicação de se plantar mais árvores uma vez que as plantas se adaptam e há mortandade.

O plantio das mudas deverá ser realizado em covas de boas dimensões com no mínimo 0,5 de largura e 0,5 m de profundidade (ou mais). Adicionar às covas uma lata de esterco ou composto vegetal e o adubo. Misturar bem antes de colocar as mudas sem os sacos plásticos. Aproximar a terra do colo da planta e firmar as mesmas

¹ Existem muitos documentos e vídeos sobre isso podendo-se assistir ao vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=5XnPd5JHBgo>

apertando as raízes e a terra. Proceder à irrigação no mesmo dia. A irrigação deverá ser mantida até o pegamento das mudas. Sugere-se o plantio também no início das águas, porém se poderá optar por plantio na época seca com vantagens sobre a mato-competição. Para tanto deve-se empregar hidrogel na cova de plantio conforme recomendação do fabricante e proceder à rega sempre que necessário.

Todos os plantios deverão ter o mato controlado efetuando-se capinas, coroamento das covas com pelo menos 1 m de largura etc.

Espécies frutíferas de grande porte

As espécies frutíferas de maior porte deverão ser plantas próximas à mata de forma a protegê-la, fazendo uma área de proteção contra os ventos, lianas etc. e dar um maior suporte na base do talude. Também, a escolha dessas espécies foi feita para contribuir com a alimentação da fauna que poderá utilizar o local para diversas finalidades (aves migratórias, pouso, ninhos etc.). Acredita-se que esse local seja a junção do aterro (que deverá ter uma espessura menor) com o terreno original dada a conformação do local e a mata observados. Sugere-se o plantio também em linhas de Abacateiro (*Persea americana*), Mangueira (*Mangifera indica*), Calabura (*Muntingia calabura*) e Jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*). Nessa parte do terreno poderão ser realizadas intercalações das espécies. Outras espécies poderão ser adicionadas ou retiradas conforme a disponibilidade de mudas e preferência pessoal.

Espaçamento recomendado: 7 m na linha e 10 m nas entre linhas. Todas as linhas devem ser plantadas em nível no terreno. Proceder ao plantio da mesma forma que colocado para as espécies frutíferas arbustivas.

Observar a mortandade de mudas e fazer o replantio conforme o necessário até obter-se um sistema o mais coberto e assim, mais estável possível.

Cuidados com a mata existente

Durante a visita comentou-se sobre a presença de grande quantidade de lianas (vulgarmente chamadas de trepadeiras) sobre as árvores da mata localizada entre o lago e o talude. A presença exagerada deste tipo de vegetal, heliófita e que possui grande crescimento, acaba por suplantando as árvores que utiliza como sustentação causando seu sufocamento dada a grande redução de sua fotossíntese como também a quebra de galhos etc. dado o peso adicional. Sugere-se o controle dessas

trepadeiras com o corte de sua base e o emprego de um dessecante (glifosato) em área localizada na parte cortada das plantas. Por possuir um largo espectro (não seletivo) recomenda-se cuidado na sua aplicação evitando-se seu derramamento e a morte de plantas de interesse.

A mata também deverá ser limpa (como é uma área pequena isso não deverá onerar muito os proprietários) das gramíneas e/ou bambus tanto em seu redor como no interior (em especial) devendo deixar as plantas em regeneração natural. Pode-se optar pelo corte das árvores mortas ou simplesmente deixa-las descaírem naturalmente. Sugere-se o plantio de mudas de outras espécies da região a fim de restabelecer o sistema. A densidade final de árvores bem desenvolvidas deverá estar ao redor de 1600 árvores por hectare – base para avaliação.

O plantio das árvores frutíferas de grande porte sugeridas na parte inferior do talude visa, tanto o sombreamento da área impedindo a entrada de gramíneas no interior da mata (fazendo as vezes da borda – interface mata – ambiente aberto), como também o fornecimento de alimento à fauna e organismos do solo.

Esperamos que com o plantio e o crescimento das plantas, formaremos um conjunto harmonioso capaz de estabilizar o talude (finalidade inicial desta obra) como também contribuir com a estética do local e contribuir com a fauna.

Calagem e Adubação

Toda a área deverá ser calcareada na dosagem de 3,6 ton.ha⁻¹ (toneladas por hectare) utilizando-se calcário dolomítico por já conter magnésio (Mg) em sua composição. O calcário deve ter um poder relativo de neutralização total (PRNT) ao redor de 70%. Recomenda-se a aplicação desse calcário em área total. Como não será possível a incorporação deste corretivo sugere-se que o calcário seja aplicado sobre as faces da área a ser revegetada a lanço. Após a aplicação do calcário proceder à rega. Esperar de duas a quatro semanas para realizar o plantio e a adubação da área.

Recomenda-se realizar a adubação de plantio com 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg.ha⁻¹ de K₂O. Aplicar em cobertura 40 kg.ha⁻¹ de Nitrogênio (N) três meses após o plantio para que haja tempo das mudas apresentarem um bom pegamento e assim aproveitarem melhor o nutriente. No ano seguinte ao plantio recomenda-se uma adubação de manutenção utilizando-se para isso a mesma dosagem de N-P-K (40-100-30, ou seja, 40 kg.ha⁻¹ de Nitrogênio (N), 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg.ha⁻¹ de K₂O)

a lanço em área total. Como o solo apresenta teor muito baixo de P é interessante realizar essa adubação de cobertura com o nutriente na mesma quantidade no ano seguinte. Uma vez que esse nutriente também é muito adsorvido pelas argilas do solo, muito desse fica indisponível às plantas. Com isso aumentamos a nutrição adequada das plantas.

Como fonte de Fósforo (P) pode-se utilizar o adubo Yoorin por sua liberação lenta o que favorece sua captura pelas plantas. Como fonte de Nitrogênio recomenda-se o uso de nitrato de amônia pois sua perda por volatilização é reduzida. Não se recomenda o uso de uréia devido à sua grande perda por volatilização.

Caso seja possível é interessante colocar nas covas de plantio de 0,5 a 1 litro de esterco curtido (bovino, cama de galinha etc.) ou de composto por cova.

A adubação de plantio das mudas de árvores e arbustos deverá ser realizada diretamente nas covas sem que haja necessidade de se retirar o solo. Deve-se misturar no solo da cova 500 g de calcário dolomítico e mais 150 g de adubo N-P-K na formulação 6-30-6 (fórmula pronta). Pode-se aplicar mais potássio ou nitrogênio caso encontre alguma outra formulação disponível mais facilmente. Adubar as mudas das árvores e arbustos em cobertura como recomendado para o vertiver.

Excetuando-se a fonte de nitrogênio (N) se poderá optar pelo adubo disponível mais facilmente na região. Deve-se atentar às concentrações dos elementos requeridos presentes na formulação encontrada para assim calcular-se o total de adubo (massa) necessário ao plantio. Não se recomenda a aplicação de fosfato de rocha sem tratamento na época de plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRO DBO. 2014. Vetiver, o capim campeão contra a erosão. Erosão. 36-29 p.
- ALVES, R.C.; OLIVEIRA, A.L.C.; CARRASCO, E.V.M. 2017. Propriedades Físicas da Madeira de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. Floresta e Ambiente. 24:1-7 <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.015312>
- BORTOLETTO J.G. 2008. Estudo de algumas propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Pinus merkusii*. Scientia Forestalis. 36(79): 237-243 p.
- FLÖRSHEIM, S.M.B.; TOMAZELLO Filho, M. 1998. Variação da densidade básica da madeira de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (anacardiaceae). Revista do Instituto Florestal, São Paulo-SP., 10(1): 53-61 p.
- FRAZON, R.C.; CAMPOS, L.Z.O.; PROENÇA, C.E.B.; SILVA, J.C.S. 2009. Araçás do gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrência, descrição e usos. EMBRAPA Cerrados. Planaltina, DF 1º ed. 48 p. (Documentos 266)
- GONÇALEZ J.C., BREDÁ L.C., BARROS J.F.M., MACEDO D.G., JANIN G., COSTA A.F.C. et al. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. Ciência Florestal 2006; 16 (3): 329 - 341 p. <http://dx.doi.org/10.5902/198050981912>.
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 2022. Informações sobre madeiras: Eucalipto - citriodora. Disponível em: http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/12.htm. Acesso em 21/março/2022.
- MADRUGA, E.L.; SCHELLE, E.L.; SALOMÃO, F.X.T. s/d. Uso do capim vetiver (sistema vetiver) na estabilização de taludes de rodovias, proteção de drenagens e de áreas marginais. Acesso em 21/março/2022. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Material%20Did%C3%A1tico/CBPRG%20-%202019/PESQUISA%20VETIVER.pdf>
- OLIVEIRA, J.T.S.; HELLMEISTER, J.C.; TOMAZELLO Filho, M. 2005. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. R. Árvore. 29(1): 115-127 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/V3vHbRGbdf4vVzGHVjNrtVx/?format=pdf&lang=pt>

THE VERTIVER NETWORK INTERNATIONAL. 2022. Acesso em 22/março/2022.

Disponível em: <https://www.vetiver.org/>

USDA - United States Department of Agriculture. Soil Taxonomy – ST. A Basic System of Soil Classification for making and interpreting soil survey. 2 ed. 1999. 886 p. Agriculture Handbook, nº. 436.