

RECUPERAÇÃO DE VOÇOROCAS DE GRANDE PORTE

Rogério Resende Martins Ferreira

rogerio.ferreira@embrapa.br

Os sulcos com profundidade superior a 30cm e largura superior a 1m consiste a erosão em voçorocas (Pruski, 2009). Este tipo de erosão consiste no deslocamento de grande quantidade de solo, de modo a formar canais de consideráveis dimensões que impedem o trânsito de máquinas e reduzem a área de plantio. Essa forma de erosão consiste, portanto, em fase mais avançada do processo erosivo, sendo que no seu processo de ocorrência estão envolvidas forças que regem a estabilidade de talude e os processos de movimentação de massa.

Os prejuízos sociais e ambientais advindos da erosão são altos. A erosão do solo reduz a capacidade produtiva das terras, refletindo no aumento dos custos de produção. Pode diminuir a área para exploração agrícola, bem como interferir na qualidade das vias de deslocamento das áreas urbanas e rurais

A erosão é um dos principais fatores causadores da degradação e deterioração da qualidade ambiental, sendo esta acelerada pelo uso e manejo inadequado do solo. Embora a situação atual já caracterize uma situação preocupante, algumas medidas expressivas estão sendo tomadas no sentido de recuperação de áreas degradadas como veremos a seguir.

A recuperação* de voçorocas de grande porte, além de difícil é muito caro, podendo até ser mais elevado que o próprio valor da terra. Logo deve-se procurar alguma solução devido ao problema de sedimentação das represas, barragens, rios e córregos.

*Recuperação: atualmente o termo recuperação tem sido aplicado no sentido não apenas de promover a revegetação de um determinada área degradada, mas, em muitos casos, com a preocupação de que essa revegetação ocorra com elevada diversidade de espécies nativas, visando, também, à sustentabilidade do ecossistema, ao longo do tempo (Martins, 2009).

Um dos grandes desafios encontrados nos processos de recuperação de voçorocas tem sido de diferenciar o que é a rocha sã ou muito pouco alterada (R, RCr) da rocha, tendo sido parcialmente alterada que pode ser identificada como saprólito (CrR, Cr). Isto porque diferentemente dos solos, a rocha parcialmente intemperizada não tem sido objeto de estudo particularizado como uma parte distinta do regolito. O estudo do saprólito interessa tanto á geologia como a pedologia, porém não tem sido objeto central de nenhuma das duas ciências, não se encontrando em nenhuma delas terminologia consistente e metodologia de caracterização específica.

Como recuperar áreas degradadas por voçorocas de grande porte com 90% de saprólito?

Para Oliveira (2008) o termo saprólito refere-se o material resultante do intemperismo mais ou menos intenso da rocha e que ainda mantém a textura (no sentido petrológico) e estrutura original dela, podendo apresentar qualquer dureza compatível com essa condição de rocha semi-alterada e, conseqüentemente, variados graus de limitação ao livre desenvolvimento do sistema radicular

Um planejamento da recuperação de áreas degradadas por voçorocas requer um levantamento dos atributos físicos, químicos e biológicos da área a ser trabalhada, uma vez que a recuperação terá que levar em conta a potencialidade de cada lote. Logo a área deverá

ser mapeada através de técnicas de sensoriamento remoto como GPS, fotos aéreas ou levantamento planialtimétrico.

Também é de grande importância a observação dos pontos com maior insolação na parte da manhã e à tarde devido a umidade do solo e as plantas mais adaptadas as condições adversas que estão nos lotes.

Em seguida inicia o planejamento das obras como o disciplinamento das águas superficiais como terraços, canais escoadouros, barraginhas. Retaludamento e obras de contenção de taludes. Preparo do solo com adubação e calagem. Revegetação da área com gramíneas e leguminosas. Introdução de espécies arbóreas. Cercamento da área. Manejo da vegetação com adubação de cobertura e controle de pragas e doenças. Plano de emergência.

1- Disciplinamento das águas superficiais.

São as primeiras obras para recuperar as voçorocas de grande porte. Nestas terão que projetar as drenagens. A referência é o trabalho da Eng. Ambiental Lígia Freitas Sampaio "Avaliação da degradação por processos erosivos na região de Nazareno (MG) e proposta de recuperação envolvendo as drenagens superficiais e subsuperficiais".

2- Retaludamento e contenção de taludes.

Trata-se de uma obra de movimentação de terra, visando a diminuição da inclinação das encostas da voçoroca, de modo a aumentar a estabilidade dos taludes e evitar o avanço da erosão. Nesse sentido, com apoio de uma escavadeira hidráulica e trabalho manual, as encostas terão suas cristas quebradas e serão retaludadas em um declividade estável em um ângulo de 50°, que é a declividade natural de estabilização da encosta dessa voçoroca (ângulo de talude natural), em função das características da rocha e da topografia local.

O profissional, antes de se decidir sobre a solução para atender ao problema de contenção de um talude, deve procurar se identificar com a natureza geológica da região onde deverá ser implantada a obra.

Convém observar atentamente o comportamento das construções similares já executadas, principalmente em terrenos com ocorrência de diaclases preenchidas com montmorilonita (mica) e no sopé de montanhas constituídas de material alterado classificado como colúvio (Talus).

A contenção dos taludes com predominância desses materiais é ainda bastante empírica, conseguindo-se resultados satisfatórios desde que seja impedida a saturação (encharcamento).

Deve ser observado, antes de implantar a obra de contenção, se não há ocorrência de movimentos lentos da encosta, manifestada pela fissuração e inclinação de árvores, rupturas de canalização.

Nesta caso, qualquer obra de contenção será de pouca confiabilidade, pois dependerá apenas da cessação temporária da movimentação, já que sua manifestação é cíclica; rompido o equilíbrio do manto de solo superficial que reveste o talus, geralmente por desmatamento ou pequena escavação para implantação de uma obra, teremos deslizamentos bruscos, tornando-se até graves, com o desprendimento de matacões.

A estabilidade dos taludes depende dos seguintes fatores:

Taludes em solo:

- a) Propriedades físicas e mecânicas dos materiais
- b) Forma do talude e maciços adjacentes
- c) Influência da pressão de água

Taludes em rocha:

- a) Distribuição da descontinuidade das camadas
- b) Tensões internas no maciço.

Os métodos para se aumentar a estabilidade dos taludes são:

- 1) Diminuição da inclinação (melhora-se a estabilidade, porém aumenta-se a área exposta à erosão das águas pluviais)
- 2) Drenagem (superficial ou profunda)
- 3) Bermas
- 4) Estaqueamento no pé do talude (estacas pranchas)
- 5) Muros de arrimo
- 6) Chumbamento
- 7) Revestimento (gramação, concreto projetado, solo-cimento, imprimação asfáltica com proteção contra a erosão)
- 8) Obstrução de fissuras (cimento ou betume)
- 9) Injeções (cimento, solução de silicato de sódio, cal, resinas para consolidação).

Em voçorocas, muitas vezes, utilizam os casos de estruturas mais simples e econômicas, com as cortinas de estacas justapostas.

Cortinas de estacas justapostas: é uma estrutura de arrimo formada por sucessão de estacas posicionadas próximas um dos outros. Este tipo de solução é indicado quando se pretende implantar uma contenção em terreno relativamente instável, construindo-se com segurança, a partir da superfície. Uma vez construída a cortina,

escava-se de um lado sem haver perigo de deslizamento do terreno (Menezes, 2002).

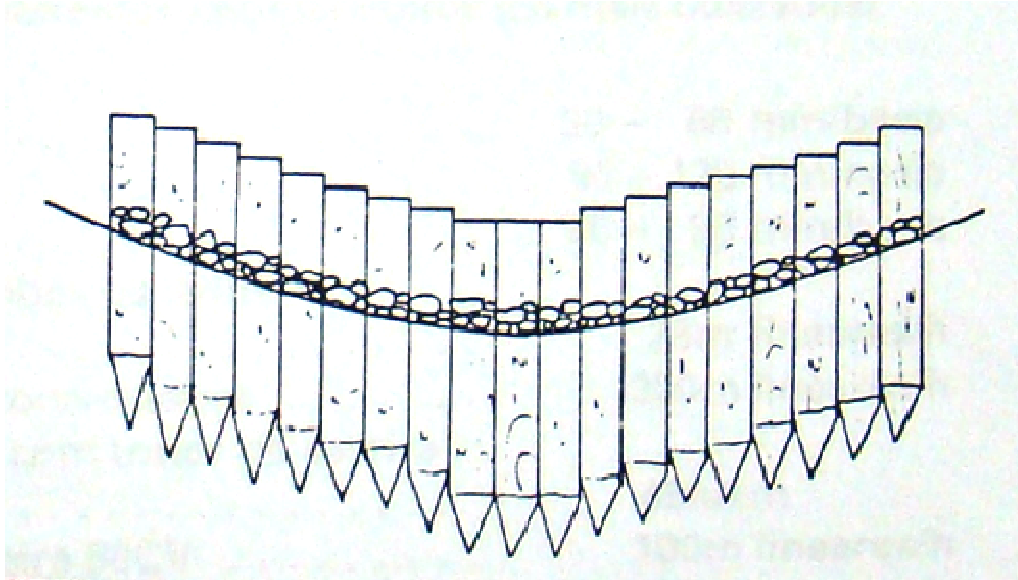


Figura 1: Detalhe de uma paliçada com mourões de eucalipto tratados fincados com a utilização de retentores de sedimentos para filtragem das águas superficiais que atravessam as paliçadas.

Tratando-se de uma cortina em balanço, a estabilidade depende fundamentalmente do solo onde as estacas deverão ficar encaixadas e a profundidade do trecho enterrado. As cortinas de contenção são uma alternativa de solução em termos técnicos e econômicos pois atinge os objetivos de estabilizar as encostas de solo e oferecer resistência e reforçar parte do maciço e apresenta custo compatível e condições de implantação viáveis para o local.

As estacas das paliçadas com eucalipto tratado são suficiente para estabilizar as encostas com altura máxima de 3,0 metros, oferecendo resistência à movimentação do solo/rocha e reforçando parte do maciço.

As paliçadas devem ser construídas com mourões de eucalipto tratado de 2,20 m de altura e diâmetro de 15 cm. Deverão ser

monitoradas anualmente. Em caso de deterioração das peças de eucalipto, as mesmas deverão ser substituídas.

3- Preparo do solo com adubação e calagem.

As voçorocas, de modo geral, apresentam como características desfavoráveis que impedem a regeneração natural e dificultam a revegetação artificial devido: elevada declividade, dificuldade de aderência dos propágulos, exposição de horizontes B e C, exposição de rochas, baixa retenção de umidade, baixa disponibilidade de nutrientes e risco de deslizamentos de terra.

De modo geral a fertilidade química dos solos cresce com o valor da porcentagem de saturação de bases (V%) a qual serve para classificação:

Ácricos: V% perto de zero

Subtróficos: V% menor que 35%

Distróficos: V% entre 30 e 50%

Eutróficos: V% maior que 50%

Valores baixos de V, comumente alta proporção de H e de Al e baixa de bases k, Ca e Mg

A participação balanceada dos cátions na capacidade de troca catiônica CTC, mais adequada para a maioria das culturas é dada por:

Ca- 50 a 60%

Mg- 10 a 15%

K- 2 a 5%

H- 20 a 38%

Concentração dos elementos na solução do solo em micromoles/L

Íon	Deficiente	Crítica	Média
NO ₃ ⁻	10-700	200-500	9000
NH ₄ ⁺	0,5-400	2-1800	-
K ⁺	1-100	3-120	800
Ca ²⁺	0,5-600	6-1000	1900
Mg ²⁺	2-300	9-400	3100
H ₂ PO ₄ ⁻	0,1-12	0,2-90	<1
SO ₄ ²⁻	-	4	1200
Cu ²⁺	0,001	0,002	0,001-0,6
Mn ²⁺	0,001-1	0,001-42	0,002-70
Zn ²⁺	0,001-0,005	0,005-0,2	0,003-3

Fonte: ASHER & EDWARDS (1978)

CORREÇÃO DA ACIDEZ:

A acidez se corrige com a calagem que o faz na superfície e com a gessagem para a subsuperfície, visto que o efeito da primeira tarda a aparecer nas camadas mais profundas do perfil.

Os materiais mais usados na calagem são os calcários. A classificação segundo a legislação brasileira é entretanto, diferente: calcários calcíticos- menos de 10% de MgCO₃; magnesianos- mais de 25% de MgCO₃.

Há vários critérios para estabelecer as doses de calcário. Os principais são os seguintes:

$$NC = \frac{CTC (V_2 - V_3)}{10PRNT}$$

NC= necessidade de calcário em t/ha

V_2 = saturação por bases desejada para cultura (em geral entre 50 e 70)

V_1 = encontrada na análise do solo

CTC em $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$

PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário, entre 60 e 150, média 75%.

Se a CTC for dada em $\text{meq}/100\text{cm}^3$, desaparece 10 do denominador.

A fórmula foi modificada para onde p = fator de profundidade de incorporação do calcário, sendo 0,5 para 0-10cm, como é o caso das culturas perenes formadas e no plantio direto

$$\text{NC} = [\text{CTC}(\text{V}_2 - \text{V}_3) / 10\text{PRNT}] * p$$

Os principais efeitos que se buscam na revegetação de voçorocas são: estético, contenção do solo, proteção dos corpos de água, proteção de áreas habitadas, restauração da diversidade (MARTINS, 2010). O objetivo é formar uma camada orgânica (horizonte A) no talude através da alta produção de plantas por m^2 + nutrição + biota para a perpetuação das espécies implantadas.

A fertilização deverá ser realizada no plantio, posteriormente uma adubação de cobertura após 30 dias de plantio.

Deverão ser feitas as análises químicas do solo no topo, meia encosta e na parte baixa da voçoroca para efeito da adubação.

De maneira geral utilizam os seguintes nutrientes e nas seguintes quantidades em voçorocas com maior parte de saprólito:

Nitrogênio (N): 60 kg/ha

Fósforo (P_2O_5): 100 kg/ha

Potássio (K_2O): 100 Kg/ha

Cálcio (Ca): 2,9 Kg/ha

Enxofre (S): 2,3 Kg/ha

Boro (B): 1,2 Kg/ha

Cobre (Cu): 0,3 kg/ha

Manganês (Mn): 0,8 Kg/ha

Molibdênio (Mo): 0,05 kg/ha

Zinco (Zn): 3,6 kg/ha

3 toneladas de matéria orgânica hunificada

4- Revegetação da área com gramíneas e leguminosas.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2010), a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão através dos seguintes benefícios: a) proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; b) dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes de atingir o solo; c) decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração de água; d) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; e) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.

Algumas espécies sugeridas para o plantio são: Capim gordura (*melinis minutiflora*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), milheto (*Pennisetum americanum*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), aveia preta (*Avena strigosa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) nos interiores e bordas das voçorocas. A gramatura utilizada é de 450 g/m² de coquetel de sementes.

Capim gordura (*melinis minutiflora*):

Gramínea perene que forma touceiras podendo atingir 1,2m de altura. Pouco exigente em fertilidade do solo, desenvolve-se bem regiões de precipitação em torno de 800 a 1400mm ao ano. Produz 40/50 ton/ha/ano de massa verde, 4 a 4,5 ton/ha/ano de matéria seca e pode produzir de 150 a 250Kg/ha de sementes.

Não resiste à geada, fogo, pastejo baixo e solos encharcados, resiste relativamente bem à seca. Multiplicação através de sementes de 30-50Kg/ha para o plantio a lanço. A mistura da semente com areia facilita o plantio, visto que estas têm tendência de aglutinarem-se. Cabe ressaltar que o mesmo encontra-se presente em todas as voçorocas de forma espontânea.

Feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)

Leguminosa tropical, amplamente cultivada nos países tropicais como cobertura verde, associação em nódulos radiculares com bactérias fixadoras de nitrogênio. A planta é ereta, ciclo anual, desenvolve-se bem em solos ácidos. Suas folhas grandes fornecem boa cobertura. Indicada como adubo verde com tempo de formação de 120 dias e produção de matéria seca de 7 a 8 ton/ha/ano, alta tolerância a seca, baixa tolerância a solos úmidos e média tolerância ao frio, exigência média a fertilidade do solo, plantio em profundidade de 3 a 5,0cm e o solo deve estar destorroado.

Milheto (*Pennisetum americanum sin.typoides*)

Gramínea anual de primavera-verão que vem se destacando como opção de produção para os cerrados brasileiros devido sua utilização como cobertura protetora do solo. Planta que apresenta alta resistência à seca, e à salinidade do solo, desenvolvendo-se em regiões com precipitações a partir de 200mm.

Cresce bem em solos de mediana fertilidade, suportando condições de acidez, com crescimento rápido, vigoroso sistema radicular com elevada potencial de perfilhamento e alta capacidade de reciclagem

de nutrientes. Em condições normais pode atingir 1,5- 1,7m de altura aos 50- 60 dias da semeadura, com uma produção de 4-6 toneladas de matéria seca por hectare, entretanto podendo chegar aos 100-120 dias a produzir em torno de 10 toneladas de matéria/seca/ha. Excelente sistema radicular melhorador das características físicas do solo e com capacidade de diminuir inóculos de doenças e pragas do solo.

Feijão guandu (*Cajanus cajan* L.)

Leguminosa arbustiva anual ou semiperene, que apresenta um grande potencial de uso em diferentes regiões brasileiras. Isto se deve em função do seu emprego como planta protetora e recuperadora de áreas degradadas, com melhoria física, química e biológica do solo. Planta com alta resistência aos solos pobres de baixa fertilidade, desenvolvendo-se bem tanto nos solos argilosos quanto nos arenosos, podendo produzir massa vegetal em 200-400mm de precipitação.

Apresenta alta produção de biomassa (variando em geral de 15-30 toneladas/ hectare de massa verde e de 5-18 toneladas/ha de matéria seca), apresenta um forte e rigoroso sistema radicular capaz de romper camadas compactadas e aprofundar no perfil do solo. Normalmente não apresenta problemas de pragas e/ou doenças e contribui para diminuição de nematóides do solo. Pode alcançar 1,0-1,8m de altura, normalmente iniciam o florescimento aos 60-70dias e completa o ciclo aos 140-150 dias da semeadura.

Aveia preta (*Avena strigosa*)

Gramínea de inverno com alta capacidade de perfilhamento e com crescimento rápido. É grande produtora da massa verde, rica em proteína e bastante apreciada pelos animais como forrageira. Adaptada a solos mais pobres e baixas temperaturas dos trópicos e é muito cultivada para forragem. Possui ciclo vegetativo anual, forma

de crescimento ereta e cespitosa, atingindo até 1,50 m em 60 dias após a germinação. Não tem tolerância à seca e exige precipitação pluviométrica acima de 770mm/ano. Produz de 8 a 12 toneladas de matéria seca por hectare por ano.

Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*)

O nabo forrageiro é uma planta da família das Crucíferas, muito utilizada para adubação verde no inverno, rotação de culturas e alimentação animal. É uma planta muito vigorosa, que em 60 dias cobre cerca de 70% do solo. Seu sistema radicular é pivotante, bastante profundo, atingindo mais de 2 metros.

Seu florescimento ocorre dá aos 80 dias após o plantio, atingindo sua plenitude aos 120 dias. A altura da planta varia de 1,00 a 1,80 metro e, devido ao seu rápido crescimento, compete com as ervas daninhas invasoras desde o início, diminuindo os gastos com herbicidas ou capinas, o que facilita a cultura seguinte. Não há ocorrência de pragas ou de doenças que mereçam controle. Como adubo verde de inverno, é excelente para cobertura do solo além de produzir grande volume de palha para a prática do plantio direto. O *nabo forrageiro* possui um crescimento inicial rápido e elevada capacidade de reciclar nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, desenvolvendo-se razoavelmente em solos fracos com problemas de acidez. Além disso, possui um longo período de floração (mais de 30 dias), mostrando-se muito útil à criação de abelhas, úteis para a polinização das plantas e aumento da biodiversidade nas voçorocas.

5- Introdução de espécies arbóreas

A recomposição vegetal das áreas degradadas será executada com o enriquecimento florístico por meio da introdução de essências nativas, através do incentivo à regeneração natural, enriquecimento com mudas nas áreas de preservação permanente.

O enriquecimento florístico contemplará espécies arbóreas, arbustivas e frutíferas. Essas espécies obedecerão à seguinte proporcionalidade, de acordo com o comportamento ecológico, a finalidade e utilidade para a fauna:

- 50% de Espécies Pioneiras
- 45% de Espécies Secundárias e Climáticas
- 5% de árvores frutíferas

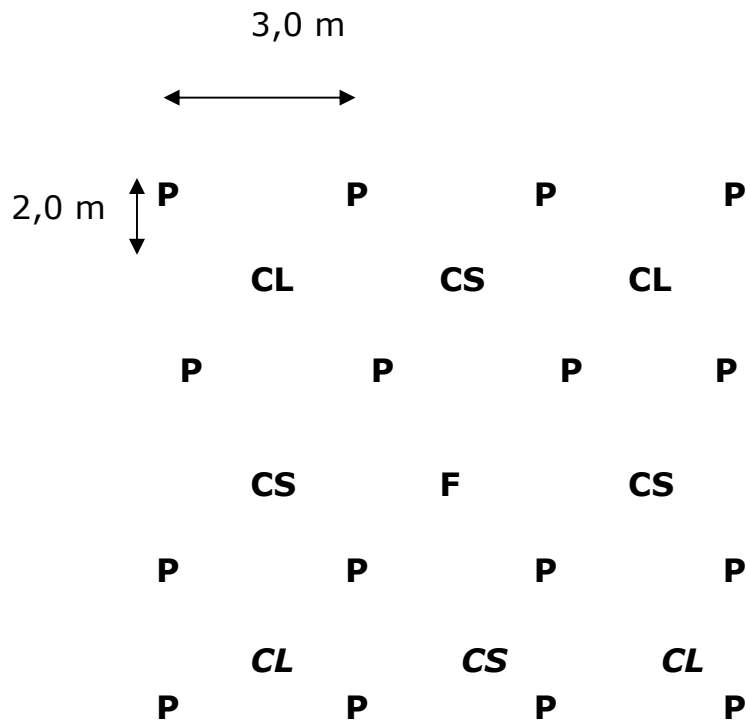
O plantio das mudas será realizado diretamente no campo por meio de covas, sendo assim, a vegetação arbustiva e as arbóreas existentes no local serão conservadas, manejando-se as espécies de maior valor ecológico. Essa prática garantirá uma maior heterogeneidade de espécies ao maciço arbóreo que se pretende implantar.

O modelo de plantio será o de quinquêncio que leva em consideração a distribuição das espécies de acordo com o grupo ecológico as quais elas pertencem, bem como às fases dos processos sucessionais, nas quais elas estão presentes, procurando-se, ao final do plantio, um povoamento o mais heterogêneo possível. A proporção entre as plantas é de 50% pioneiras, 25% clímax exigente de luz e 20% clímax tolerante de sombra e 5% de frutíferas. As espécies a serem selecionadas para o plantio deverão ser essências nativas encontradas na região. A lista de espécies selecionadas para o plantio no local será descrita a seguir.

Esquema de Plantio em Quinquêncio

- P = Pioneira
- CL = Clímax de luz ou secundária

- CS = Clímax de sombra ou clímax
- F = Frutíferas (estas deverão ser distribuídas aleatoriamente)



Obtenção das mudas

As mudas necessárias ao programa de enriquecimento florístico a serem adquiridas para a reconstituição da flora serão adquiridas no mercado local mais próximo, e colocadas em um viveiro de espera a ser instalado nas proximidades ou no próprio local.

As mudas pequenas receberão cuidados especiais até que possam ser plantadas definitivamente na área, quando atingirem uma altura de 40 a 60 cm. Dependendo da espécie, as mudas estarão aptas para o plantio em um período variável de 6 a 12 meses. As mudas deverão ser irrigadas pelo menos uma vez ao dia.

Combate às formigas cortadeiras

Deverá ser feita com a antecedência de 1 a 2 meses do plantio, e quando possível, deverá incluir os entornos da área a ser replantada, evitando dessa forma a perda de mudas após o plantio. Para tanto, será utilizada isca granulada ou gases fumigantes, preferindo-se os produtos cujo poder residual tóxico seja o menor possível.

O combate será periódico e ostensivo durante os meses de julho até setembro, quando se notar qualquer atividade destes insetos e durará pelo menos 2 anos do plantio.

Limpeza e preparo do solo

Antes da execução do plantio, será feita apenas a remoção de lixo, entulhos e a roçada para a remoção do capim e a limpeza do solo somente nos pontos onde as mudas serão plantadas. Essa área limpa deverá possuir pelo menos 1,0 m de diâmetro. Este "coroamento" impedirá o desenvolvimento de ervas daninhas e trepadeiras por sobre a muda, o que poderá prejudicar o seu desenvolvimento inicial.

Espaçamento e alinhamento

O plantio será realizado obedecendo ao espaçamento de 3,0 x 2,0 metros (6m² por planta), seguindo o modelo de quinquêncio já mencionado anteriormente.

Coveamento e adubação

Nessa etapa será feito o coveamento das faixas de plantio, obedecendo as dimensões mínimas de 0,40 x 0,40 x 0,40, metros (largura, profundidade, espessura) por cova. A adubação das covas será fundamental para o estabelecimento e desenvolvimento das mudas no campo. Será feita com a mistura de terra retirada da cova, esterco e fertilizantes químicos. Uma porção de calcário dolomítico também será acrescentada, na proporção de 200g/cova.

O fertilizante será da formulação NPK 10-10-10, na quantidade de 200g/cova; acrescida do superfosfato simples na quantidade de 250g/cova e 5 litros de esterco / cova.

Todo este material deverá ser misturado com a terra e esta deverá voltar para a cova, aguardando o plantio da muda, que deverá ser feito após 15 dias, se estiver chovendo. Se o tempo estiver seco, este plantio deverá ser feito após 30 dias, mas sempre com a terra molhada.

Plantio

O plantio será executado diretamente na cova já preparada, devendo-se priorizar o período chuvoso para tal atividade, estando a terra úmida. Com melhores condições de umidade e temperatura garante-se o pegamento e posterior desenvolvimento da mudas plantadas.

O plantio deverá ser realizado em uma única etapa, o mais diversificado possível, utilizando as essências relacionadas nas listas anteriormente citadas, com pelo menos 15 a 20 espécies, tomando-se o cuidado de sempre colocar as espécies secundárias e climáticas próximas de 2 ou mais exemplares de espécies pioneiras. Estas últimas desenvolvendo-se mais rápido proporcionarão o sombreamento necessário às espécies secundárias e climáticas. Evitar-se-á também o plantio de espécies de grande porte uma ao lado da outra.

Cuidados no plantio

As seguintes medidas deverão ser implementadas durante e imediatamente após o plantio.

- Retirar totalmente a embalagem plástica da muda tomando-se cuidado de não destruir o "torrão" que a envolve;

- Caso as raízes estejam “enoveladas” deverá ser feita a poda das mesmas com uma tesoura apropriada e bem afiada, afim de evitar maiores injúrias à muda;
- Colocar a muda no centro da cova e ter o cuidado de observar para que a terra em volta não ultrapasse o “colo” da planta, evitando o soterramento de parte do caule;
- Deve-se efetuar a poda da parte aérea em 60 a 70%, suprimindo galhos laterais mais tenros, evitando deixar bifurcações, diminuindo o volume aéreo da planta;
- Em todas as mudas tomar-se-á o cuidado de se colocar uma estaca de madeira ou haste de bambu, como tutor, na qual a planta permanecerá amarrada em seus primeiros meses de vida.
- A muda deverá ser amarrada com um fio de juta ou borracha em forma de “oito invertido”.

Replântio

O replântio deverá ser efetuado logo após os primeiros 30 dias e não deverá alcançar mais que 10% das mudas plantadas. Como origem dessas perdas pode-se atribuir ao manuseio inadequado da muda, imperfeição no ato do plantio, deficiências nutritivas e genéticas da muda, ataque de pragas, animais, pisoteio, quedas na operação, transporte etc. A planta morta será substituída por outra da mesma espécie ou, pelo menos, do mesmo grupo sucessional.

Tratos culturais durante o primeiro ano

- Combate às formigas: deverá ser feito de forma periódica durante o 1.º ano;
- Capina: a primeira capina será feita aos 3 meses após o plantio, procedendo-se o coroamento ao redor da muda. O número de capinas posteriores dependerá do desenvolvimento

das plantas em proporção às invasoras. O mato capinado deverá ser deixado sobre ao solo. Antes do próximo período chuvoso deverá ser feita nova capina.

- Adubação em cobertura: No início do segundo ano, ainda no período chuvoso será feita uma adubação em cobertura usando-se 45 g de uréia ou 95 g de sulfato de amônia/planta, que será distribuído e incorporado ao solo na projeção da copa das mudas.

Seleção de espécies para plantio em voçorocas:

Uma das formas de selecionar espécies para plantio em voçorocas consiste na observação, daquelas que conseguiram regenerar naturalmente nessas áreas degradadas. Embora a regeneração florestal em voçorocas não seja um processo muito comum, em algumas situações ela pode ocorrer, principalmente, quando essas áreas atingem um determinado nível de estabilidade do solo e estão localizadas próximas a remanescentes florestais. Geralmente, a diversidade de espécies arbóreas que colonizam voçorocas é baixa, mas as que conseguem se estabelecer podem ser usadas em projetos de revegetação dessas áreas, já que conseguiram crescer nessa condição de solo muito pobre.

A tabela 1 apresenta algumas espécies usadas no projeto controle e estabilização de voçorocas no município de Nazareno-MG.

Tabela 1: Lista de Espécies Florestais Recomendadas para Plantio nas Voçorocas

Nome científico	Nome popular	Família	Classe
<i>Aegiphila sellowiana</i>	tamanqueira	Verbenaceae	PI
<i>Anadenanthera colubrina</i>	angico	Leguminosae	PI
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	peroba poca	Apocynaceae	PI

Nome científico	Nome popular	Família	Classe
<i>Caesalpinia ferrea</i>	pau ferro	Leguminosae	PI
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	guanandi	Guttiferae	SI
<i>Cariniana estrellensis</i>	jequitibá-branco	Lecythidaceae	CL
<i>Cecropia hololeuca</i>	embauba-prateada	Cecropiaceae	PI
<i>Cecropia pachystachya</i>	embaúba	Cecropiaceae	PI
<i>Cedrela fissilis</i>	cedro	Meliaceae	CL
<i>Centrolobium tomentosum</i>	araribá	Leguminosae	PI
<i>Clitoria fairchildiana</i>	sombreiro	Leguminosae	PI
<i>Chorisia speciosa</i>	paineira	Bombacaceae	PI
<i>Cordia superba</i>	baba de boi	Boraginaceae	PI
<i>Croton floribundus</i>	capixingui	Euphorbiaceae	PI
<i>Croton urucurana</i>	sangra d'água	Euphorbiaceae	PI
<i>Cytharexylum myrianthum</i>	pau-viola	Verbenaceae	PI
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	tamboril	Leguminosae	PI
<i>Eretrina mulungu</i>	eritrina	Leguminosae	PI
<i>Eremanthus erythropappus</i>	candeia	Asteraceae	PI
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	guarantã	Rutaceae	CL
<i>Eugenia uniflora</i>	pitanga	Myrtaceae	PI
<i>Gallesia integrifolia</i>	pau-d'alho	Phytolaccaceae	PI
<i>Genipa americana</i>	jenipapo	Rubiaceae	CL
<i>Guazuma ulmifolia</i>	mutambo	Sterculiaceae	PI
<i>Hymenaea courbaril</i>	jatobá	Leguminosae	CL
<i>Inga marginata</i>	ingá	Leguminosae	PI
<i>Inga sessilis</i>	falso ingá	Leguminosae	SI

Nome científico	Nome popular	Família	Classe
<i>Inga vera</i>	ingá	Leguminosae	SI
<i>Jacaranda mimosaefolia</i>	jacarandá-mimoso	Bignoniaceae	PI
<i>Lithraea molleoides</i>	aroeira-brava	Anacardiaceae	PI
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	imbira-se-sapo	Leguminosae	SI
<i>Mimosa scabrella</i>	bracaatinga	Leguminosae	PI
<i>Myroxylon peruiferum</i>	óleo balsamo	Leguminosae	CL
<i>Nectandra nitidula</i>	canela	Lauraceae	SI
<i>Ochroma pyramidale</i>	Pau de balsa	Bombacaceae	PI
<i>Platypodium elegans</i>	jacarandazinho	Leguminosae	PI
<i>Psidium guajava</i>	goiabeira	Myrtaceae	PI
<i>Pterocarpus violaceus</i>	aldrago	Leguminosae	PI
<i>Rapanea guianensis</i>	pororoca	Myrsinaceae	PI
<i>Sapindus saponaria</i>	saboneteira	Sapindaceae	SI
<i>Sebastiania commersoniana</i>	branquio	Euphorbiaceae	PI
<i>Schinus terebinthifolius</i>	aroeira-mansa	Anacardiaceae	PI
<i>Schizolobium parahyba</i>	guapuruvu	Leguminosae	PI
<i>Senna multijuga</i>	canafistula	Leguminosae	PI
<i>Siagre romanzoffiana</i>	jerivá	Palmae	PI
<i>Swietenia macrophylla</i>	mogno	Meliaceae	CL
<i>Tabebuia avellanedae</i>	ipê-rosa	Bignoniaceae	PI
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	ipê-amarelo	Bignoniaceae	PI
<i>Tabebuia róseo-alba</i>	ipê-branco	Bignoniaceae	PI
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	ipê-roxo	Bignoniaceae	PI
<i>Tipuana tipu</i>	tipuana	Leguminosae	PI

Nome científico	Nome popular	Família	Classe
<i>Trema micrantha</i>	crindiúva	Ulmaceae	PI
PI pioneiras SI secundárias CL clímax			

6- Cercamento da área

As áreas de atuação no entorno das áreas serão isoladas através de cercamento para diminuir o trânsito de animais, pessoas e veículos, de modo a evitar acidentes e proteger os trabalhos que serão realizados nas vizinhanças e dentro da erosão. O isolamento deverá manter os processos de regeneração natural das vegetações pré-existentes, além de diminuir os riscos relacionados aos fatores de degradação como fogo e ações antrópicas (corte de madeira, queimada, deposição de lixo e outros). Segundo Brandão (1985), quando a perturbação cessa ou reduz, espécies nativas são capazes de colonizar áreas descontínuas nesses ambientes, permitindo também o retorno da fauna adaptada ao gradiente vegetacional, contribuindo assim para a auto-sustentabilidade e recuperação do ambiente. O cercamento será realizado de forma convencional com moirões de eucalipto tratado e 3 fios de arame farpado nos locais de risco

7- Plano de emergência:

Nas patologias que podem afetar o ambiente e as comunidades humanas existem diversos tipos e graus de emergência. É possível distinguir os acidentes que são emergências que o homem pode controlar com seus recursos (por exemplo fogo) e as catástrofes e calamidades que estão praticamente fora da capacidade humana de controle (por exemplo, os sismos). Se o acidente for provocado pela

ocorrência de uma anomalia em uma contenção de taludes, as conseqüências do mesmo podem ser abrangentes, atingindo o contorno e podendo estender-se ao longo do vale a jusante. Assim deve-se procurar promover a segurança atuando:

- gestão que inclui a manutenção , inspeção e observação de rotina, ações de gestão de risco, que pretendem assegurar a detecção de qualquer irregularidade que possa a por em perigo, a médio prazo, a estabilidade do talude.
- gestão em situação de emergência, que inclui a definição e a mobilização dos meios materiais e de recursos técnicos e humanos especiais, necessários à gestão da crise e à minimização de danos na eventualidade de concretização de um acidente.

As inspeções devem verificar o estado geral do talude, se há perturbações localizadas (sulcos de erosões, solo descoberto de gramíneas e leguminosas, detritos e sedimentos), verificar se existem repasses de água no parâmetro a jusante (em especial arraste de material sólido), verificar o estado das paliçadas (alinhamento, nivelamento, sobrecarga, tombamento, deslizamento), verificar o perfil do talude se há fendas, rupturas, terra desagregada, deslocamento. Na zona a jusante dos taludes verificar o estado geral, a vegetação e a presença de terra desagregada. Verificar os canais de drenagem se estão com sedimentos acumulados dificultando o escoamento superficial da água. Verificar as espécies plantadas quanto ao ataque de pragas e doenças. Verificar as condições de cercamento da área mantendo sempre isolada.

Quando for detectado as irregularidades citadas acima deverão de imediato fazer a manutenção da obra realizada. Em caso de acidente dimensionar o dano causado e a segurança das paliçadas

projetadas para conter os sedimentos em caso de emergência. Ao ocorrer danos das obras executadas deverão reparar de acordo com o projeto inicial proposto e assessoria de técnicos especializados em erosão e sedimentos sólidos.

8 Anexos

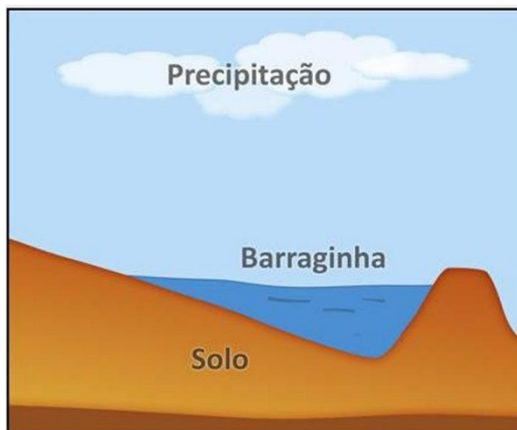


Figura 2: Figura ilustrativa da barragem.



Figura 3: Barragem com diâmetro de 5 metros.



Figura 4: Drenagem interna da voçoroca com sacaria de solo-cimento.



Figura 5: Drenagem interna do talude com placas de braquiária.



Figura 6: Retaludamento mecânico da voçoroca com escavadeira hidráulica.



Figura 7: Retaludamento mecânico com escavadeira hidráulica.



Figura 8: Paliçadas (cortinas de estacas justapostas)



Figura 9: Retentores de sedimentos.



Figura 10: Coveamento e plantio nos taludes internos da voçoroca.



Figura 11: Sementes de gramíneas e leguminosas em cova com adubação orgânica.

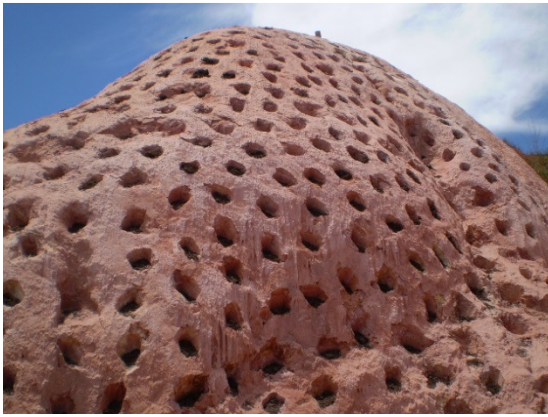


Figura 12: Covas semeadas e adubadas.



Figura 13: Germinação das gramíneas e leguminosas.



Figura 14: Espécies arbóreas para recuperação de voçorocas.



Figura 15: Adubação e controle de formigas das espécies arbóreas.



Figura 16: Área retalhada e preparada para calagem e adubação.



Figura 17: Mesma área após 3 meses de plantio com paliçacas.



Figura 18: Voçoroca a ser recuperada



Figura 19: Voçoroca retaludada.



Figura 20: Germinação de sementes de gramíneas e leguminosas



Figura 21: Voçoroca recuperada.

9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C. et al. Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.20, p.319-326, 1996.

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, R.. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.). *Methods for assessing soil quality*. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141. (SSSA special publication, 49).

ASHER, C.J.; EDWARDS, D.G. Critical external concentrations for nutrient deficiency and excess. In: *Plant Nutrition*, vol.1, p.13-28. Dep. Sci. Indus. Res. New Zealand. Info. Series 134. 1978.

BEAR, J. Hydraulics of groundwater. McGraw- Hill Inc. New York, 1979, 569p.

BERTONI, JOSÉ; LOMBARDI NETO, FRANCISCO. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, 2010. 7ª edição.

BRANDÃO, M. Plantas Invasoras de Pastagens no município de Cantagalo-RJ. In XXXVI Congresso de Botânica. Sociedade de Botânica do Brasil. Curitiba, 1985.

BRANDÃO, V.S. Infiltração de água em solos sujeitos a encrostamento. Viçosa, MG: UFV, 2003. 98p.:Il. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Viçosa, 2003.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e desenvolvimento das plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 132p.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W.J.; ARMANDO, M.S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.1153-1155, 2004.

CORDEIRO, J.C. Características físico-hídricas de latossolos sob vegetação de cerrados do Brasil Central. Seropédica, RJ: UFRRJ, 1977. 122p. Tese (Mestrado em agronomia)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1977.

CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, p.289-298, 1999.

CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, p.289-298, 1999.

DIAS JUNIOR, M. DE S. Compression of three soils under long-term tillage and Wheel trafic. East Lansing, Michigan State University, 1994. 114p. (Ph.D. Dissertation).

FERREIRA, MOZART MARTINS. Física do solo. Lavras: Ed. UFLA, 2003. 79p.

FERREIRA, M.M. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos brasileiros. Viçosa, MG: UFV, 1988. 79p. (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)- Universidade Federal de Viçosa, 1988.

FONSECA, G.C. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de latossolo vermelho distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.37, p.22-30, 2007.

GOEDERT, W.J.; SCHERMACK, M.J.; FREITAS, F.C. Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.223-227, 2002.

GUERRA, A.J.T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (org.) Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.17-56.

HILLEL, D. Applications of soil physics. California: Academic Press Inc., 1980, 385p.

LEVY, G.J.; VAN DER WATT, H.V.H.; PLESSIS, H.M. Effect of sodium-magnesium and sodium-calcium systems on soil hydraulic conductivity and infiltration. Soil Science, v.146, p.303-310, 1988.

LE BISSONNAIS, Y. Soil characteristics and aggregate stability. In: AGASSI, M. Soil erosion, conservation and rehabilitation. New York: Marcel Dekker. Inc. 1995. P.41-60.

MARIA, I.C. de; CASTRO, O.M.; DIAS, H.S. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.23, p.703-709, 1999.

MARQUES, J.Q.A. Processos modernos de preparo do solo e defesa contra a erosão. Bahia, Instituto Central de Fomento Econômico, 1950. 198p. (Boletim, 19).

MARTINS, SEBASTIÃO VERANICO. Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2009. 270p.

McINTYRE, D.S. Permeability measurements of soil cruts formed by raindrop impact. Soil Science, v.85, p.185-189, 1958.

OLIVEIRA, JOÃO BERTOLDO DE. Pedologia aplicada. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592p.

PRUSKI, FERNANDO FALCO. Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. Viçosa: ED. UFV, 2009. 279p.

PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; SANTOS, W.L.; RODRIGUES, L.N.; ANTUNES, V.L. Infiltração de água no solo, 1997. 26p. (Caderno didático, 25).

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. Revista Ciências Ambientais, v.27, p.29-48, 2003.

REICHARDT, K. Dinâmica da material e de energia em ecossistemas. 2.ed. Piracicaba, SP: USP-ESALQ. 1996. 505p.

SHAINBERG, I.; LEVY, G.J. Infiltration and seal formation processes. In: Soil, erosion, conservation and rehabilitation. New York: Ed. M. Agassi, Marcel Dekker, Inc., 1995. P.1-22.

SILVEIRA, A.L.; LOUZADA, J.A.; BELTRAME, L.F. Infiltração e armazenamento no solo. In: TUCCI, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação, 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade, ABRH EDUSP, 2000. P.335-72.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B. Atributos físicos de um neossolo quartzarênico e um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, p.1135-1139, 2005.

VALENTIN, C.; BRESSON, L.M. Morphology, genesis e classification of surface crusts in loamy and sandy soils. Geoderma, v.55, p.225-45, 1992.