

REABILITAÇÃO DE VOÇOROCAS NO MUNICÍPIO DE SÃO TIAGO

Período: 25 de novembro de 2008 a 13 de março de 2009.

Materiais, métodos e resultados alcançados.

Na busca de solução as estruturas de contenção de taludes são responsáveis pela estabilização das encostas de solo da voçoroca. Essas estruturas podem ser entendidas como aquelas obras que, uma vez implantadas em um talude, oferecem resistência à sua movimentação, ou ainda, reforçam uma parte do maciço, de modo que esta parte possa resistir aos esforços tendentes a instabilização do mesmo.

A implantação da obra em talude será procedida das seguintes etapas:

- caracterização do local em termos geológico-geotécnicos;
- compreensão fenomenológica dos mecanismos de instabilização atuantes ou potenciais;
- alternativas de solução em termos técnicos e econômicos;
- detalhamento do projeto da solução escolhida;
- acompanhamento da execução das obras, avaliando as hipóteses adotadas na fase de projeto e procedendo às necessárias adequações.

1. Caracterização geológica-geotécnica:

Para a caracterização geológica-geotécnica voltada ao estudo de instabilização de taludes atingir os seus objetivos, as diferentes técnicas de investigação disponíveis na geologia de engenharia e geotecnia deverão ser corretamente utilizadas, e os seus resultados devidamente investigados.

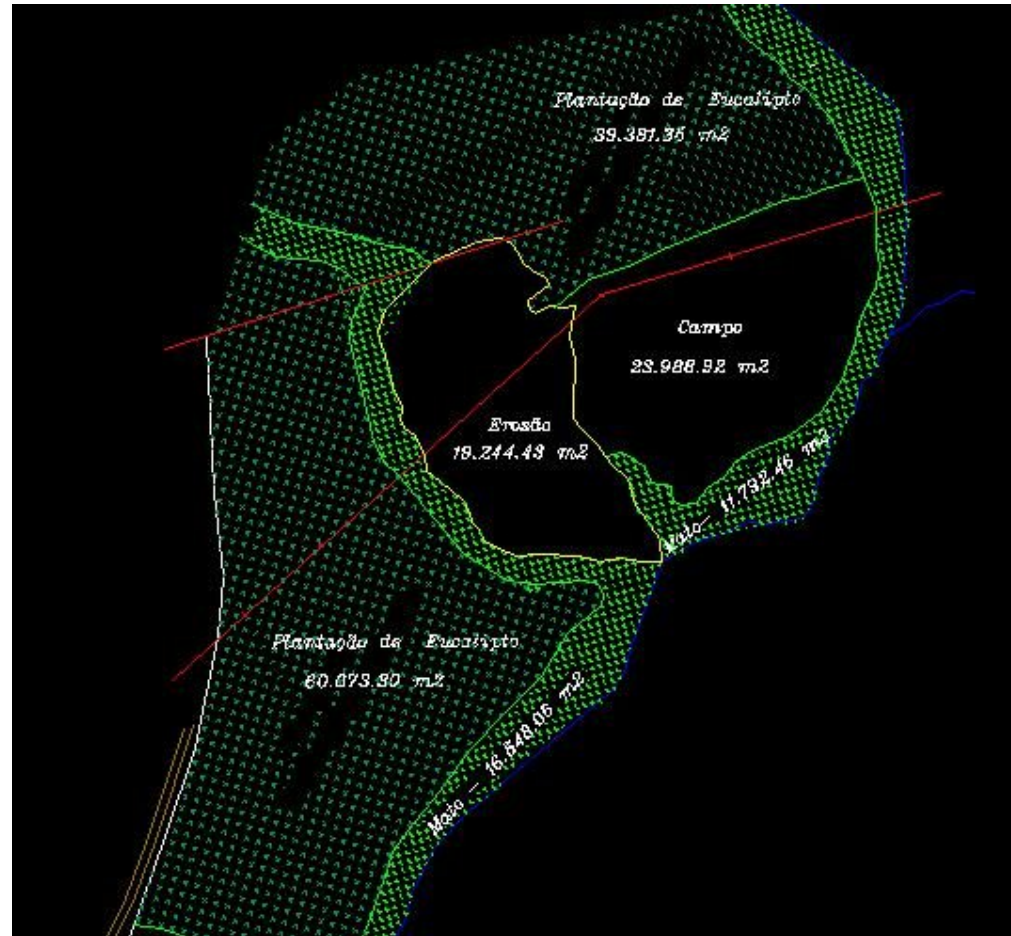
Os critérios relativos ao tipo, número e profundidade da investigação, deverão estar vinculados à formulação do modelo fenomenológico. Para cada tipo e fase de investigação, os dados deverão ser devidamente tratados e apresentados através de croquis, mapas e planilhas.

2. Vistorias de campo:

As vistorias de campo objetivam o mapeamento geológico de superfície, a identificação de feições de instabilidade, além de outros aspectos ambientais de interesse no projeto. Foram realizados georreferenciamento da área da voçoroca e diagnóstico da erosão.

Mapeamento georreferenciado:

Voçoroca	Meta municípios					
		Bom Sucesso	Ibituruna	S. J. Del Rei	Santo A. Amparo	São Tiago
Área	20 ha	1,6 ha	6,6 ha	1,6 ha	3,0 ha	7,2 ha



3. Compreensão fenomenológica dos mecanismos de instabilização atuantes ou potenciais:

O aumento do escoamento superficial do solo exposto ocasionou a aceleração do processo erosivo, provocando erosão superficial, sulcos, ravinas e voçorocas ficando na superfície do terreno o saprolito (horizonte C), altamente susceptível à erosão.

Após o encaixamento da rede de drenagem, as vertentes sofreram desequilíbrios hidrológicos de subsuperfícies com o rápido rebaixamento do nível piezométrico. Assim a movimentação hídrica subsuperficial concentrada em falhas e fraturas pode ter desencadeado os voçorocamentos. Desse modo, a ocorrência de voçorocas em vários estádios evolutivos parece não ter relação direta com as características pedogenéticas apresentadas. A sua gênese está mais relacionada com as falhas e fraturas em conjunção com desequilíbrios hidrológicos subsuperficiais. A única influência pedogenética observada está relacionada com a ocorrência dos solos pouco espessos na baixa vertente, cujo horizonte C poderia ser mais facilmente interceptado pela erosão superficial concentrada, fator desencadeador de voçorocamentos no sentido montante da vertente. Tal situação seria inteiramente plausível, pois o fluxo hídrico superficial chegaria ao segmento de baixa vertente com alto potencial erosivo maximizado pelo aumento da declividade.

4. Alternativas de solução em termos técnicos e econômicos:

1) Plantio de mudas

Atividade	Meta municípios	Executado				
		Bom Sucesso	Ibituruna	S. J. Del Rei	Santo A. Amparo	São Tiago
1) Plantio de mudas	40.000 mudas	1350 mudas	3140 mudas	5.000 mudas	5240 mudas	14.540 mudas

Segundo Farias (1992) a importância da revegetação em áreas degradadas por erosão está na captação e transformação de energia, que manterá toda a cadeia trófica, gerando sítios ecológicos associados aos fatores ambientais e melhorando também o seu impacto visual. Objetiva também atrair dispersores como pássaros, insetos e outros animais de pequeno porte que são importantes para promover a auto-sustentabilidade de ecossistema.

Para o controle do processo erosivo, é importante a presença de espécies vegetais com capacidade de estabelecimento em locais de condições adversas, já que sua existência e vigor dependem da disponibilidade de nutrientes e umidade do solo, fatores que se acham em níveis insuficientes em áreas erodidas (Stocking, 1982).

No processo de sucessão ecológica as espécies de pequeno porte tendem a ser substituídas por outras de porte arbóreo, que tornam esses ambientes mais estáveis (Salas, 1987). Esse processo vai evoluindo, passando por várias etapas até atingir o que se denomina clímax, fase que coincide com a estabilização da voçoroca.

O manejo da vegetação dar-se-á através das seguintes formas: Manejo da vegetação remanescente com enriquecimento de espécies com mudas; Manejo do banco de sementes pelo adensamento e enriquecimento de espécies com sementes e transferência de banco alóctone; Manejo de dispersores pela implantação de mudas pioneiras e tardias para atração desses dispersores de sementes.

2) Paliçadas (Cortinas de estacas justapostas)

Atividade	Meta municípios	Executado				
		Bom Sucesso	Ibituruna	S. J. Del Rei	Santo A. Amparo	São Tiago
2)Paliçadas	200 m lineares		28,60 m lineares	15 m lineares	10 m lineares	

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).

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 suficientes 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) Instabilização das obras em taludes

A grande maioria das rupturas verificadas em obras de taludes é causada por deficiência de drenagem na obra ou na massa terrosa que o mesmo deve conter (DAEE/IPT, 1990) O processo erosivo do maciço surgiu devido ao taludamento irregular do terreno associado à concentração de águas pluviais. A evolução é causada pelo escoamento superficial concentrado que descalça os taludes laterais. Nesse sentido, serão drenagem superficial com escoadouros abertos, realizando a função de drenagem das águas sub-superficiais.

Drenagem interna do terreno

06 bacias de contenção de águas pluviais (“barraginhas”) com raio de 2,00m

01 bacia de contenção de águas pluviais (“barraginhas”) com raio de 2,50m

01 bacia de contenção de águas pluviais (“barraginhas”) com raio de 3,00m

01 bacia de contenção de águas pluviais (“barraginhas”) com raio de 3,50m

01 bacia de contenção de águas pluviais (“barraginhas”) com raio de 4,00m

Cabe ressaltar que todas as obras executadas podem ficar comprometidas pela ausência de manutenção, como assoreamento das bacias de contenção de águas pluviais e falta de proteção superficial com cobertura vegetal de gramíneas e leguminosas.

4) Cercamento da área:

Atividade	Meta municípios	Executado				
		Bom Sucesso	Ibituruna	S. J. Del Rei	Santo A. Amparo	São Tiago
3)Cercamento			708 m lineares		715 m lineares	

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-existent, 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.

5) Retaludamento

Atividade	Meta municípios	Executado				
		Bom Sucesso	Ibituruna	S. J. Del Rei	Santo A. Amparo	São Tiago
4)Retaludamento		100%	100%	100%	100%	100%

As obras de proteção dos taludes podem ser executadas através de serviços de retaludamento através da conformação das bordas e cortes de acordo com a necessidade de cada talude. Os retaludamentos são realizados apenas em áreas críticas que ofereçam riscos e com grande instabilidade, de acordo com a necessidade e características locais. A movimentação desnecessária de terra será evitada. No caso de volumes menores ou em áreas de acesso difícil no interior da voçoroca ou que já estejam em processo avançado de recuperação em que o maquinário causará um grande impacto, serão utilizados os acertos manuais do terreno.

6) Cobertura vegetal

Atividade	Meta municípios	Executado				
		Bom Sucesso	Ibituruna	S. J. Del Rei	Santo A. Amparo	São Tiago
5)Cobertura vegetal		100%	100%	100%	100%	100%

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), 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 canaliculos 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.

Serão plantadas sementes:

Crotalária (*Crotalaria juncea*),

Aveia (*Avena strigosa*),

Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*),

Capim gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.)

Feijão guandu (*Cajanus cajan*).

Crotalaria juncea

Leguminosa exigente em fertilidade do solo, adaptada em solos bem drenados com rendimento de 2,5 ton/ha/ano de matéria seca e fixação de nitrogênio de 150 a 165 Kg/N/ano. Utilizada como adubo verde, produção de fibras e controle de nematóides. Desenvolvem em precipitações acima de 800mm anuais, alta tolerância a seca e média tolerância ao frio, profundidade de plantio de 2 a 3 cm à lanço e em linha espaçadas de 0,25m com 20 sementes por metro linear, aproximadamente (40Kg/ha/de sementes).

Aveia (Avena strigosa)

Gramínea com exigência baixa, média e alta fertilidade do solo, tolerante a seca com produção de matéria seca de 10 a 15 ton/ha /ano, desenvolvem em precipitações pluviométricas acima de 600 mm anuais, boa tolerância a seca e média tolerância ao frio, pode ser consorciada com gramíneas e leguminosas, profundidade de plantio de 2 a 3 cm. Ciclo vegetativo de 150 a 160 dias.

Nabo forrageiro (Raphanus sativus)

O nabo forrageiro 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 metros 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. A planta 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. Por isso, é importante para a rotação de culturas. Além disso, possui um longo período de floração (mais de 30 dias), mostrando-se muito útil à criação de abelhas, com produção de mel de boa qualidade. O consumo de sementes varia de 3 a 15 kg/ha dependendo do sistema de semeadura. Pode ser planta a lanço ou utilizando plantadeiras com espaçamento de 20cm a 40cm entrelinhas e 25 sementes por metro linear. Quando plantada em época

recomendada, produz de 40 a 60 toneladas de massa verde por hectare e, de 4 a 6 toneladas de matéria seca por hectare.

Capim gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.):

Tipicamente brasileiro, o Capim Gordura também é chamado de catingueiro. Ele não suporta regiões secas nem geadas. Desenvolve-se muito rápido e cresce mais de um metro de altura. Pode ser cultivado facilmente em solos pobres e também pode ser consorciado com leguminosas. O seu único defeito é não resistir ao pisoteio de animais.

Feijão guandu (*Cajanus cajan* L.):

Leguminosa arbustiva anual ou semiperene, que apresenta um grande potencial de uso em diferentes regiões brasileiras, quer tanto nos Cerrados quanto no Sul do Brasil. Isto se deve em função do seu emprego como planta protetora e recuperadora de áreas degradadas, com melhoria física, química e biológica do solo, e o uso na alimentação animal, que como forrageira de alto valor protéico ou no arraçoamento através dos grãos. Planta com alta resistência à 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. Pode produzir de 12 a 20ton de massa verde/ha e 3,0 a 7,0 ton de matéria seca/ha.

Recursos

Equipe:

Rogério Resende Martins Ferreira
Eng. Agrônomo Msc. CREA/MG 73680/D

Israel Heitor de Andrade
Técnico de campo

Funcionários de campo:

Donato Batista de Jesu
João Paulo Heitor Ferreira
Juarez Gabriel Ribeiro
Márcio Afonso de Carvalho
Renê Francisco de Assis

Material:

Equipamento de proteção, cordas, enxadas, enxadão, sementes, adubos, formicidas, veículo, gps, máquina fotográfica, computador, sacarias, mourões de eucalipto, arame farpado.

Dificuldades encontradas e formas de superação

Demora no processo licitatório na compra de insumos para reabilitação de voçorocas.

Experiências adquiridas durante a execução

Adaptar os diferentes problemas ocorridos com falta de material e contratação de mão de obra suficiente para execução das metas e principalmente muita paciência.

Referências Bibliográficas:

BERTONI, J. e LOMBARDI, N.F. **Conservação do solo**, Editora Ícone. São Paulo, SP, 1990.

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

DAEE/IPT. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas, diretrizes para planejamento urbano e regional, orientações para o controle de boçorocas urbana**. São Paulo, IPT, 1990

FARIAS, C., A. **Dinâmica da Revegetação Natural de voçorocas na Região de Cachoeira do Campo – MG**. Viçosa, UFV, 1992 (Tese de Mestrado).

MENEZES, S.M. **Geotecnia aplicada a projetos: estruturas de contenção em taludes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

SALAS, G. de Las. **Suelos y ecosistemas forestales: com enfases en América Tropical**. San José, Costa Rica, 1987

STOCKING, J. **Modelling soil losses: suggestions for a Brazilian approach**. Brasília. Ministério da agricultura. Mission Report, UNDP Project. 1982.