

Proteção de taludes contra a erosão com pulverização de calda de cal Pintura com cal protege taludes contra erosão em obras de terraplenagem

Álvaro Rodrigues dos Santos, geólogo, consultor santosalvaro@uol.com.br

Edição 178 - Dezembro/2011



Foto 1 - Cena comum propiciada por uma cultura técnica lamentavelmente equivocada: grandes terraplenos francamente expostos a processos erosivos por um longo tempo, quando o correto seria ou prescindir de tão extensas terraplenagens ou já proteger os taludes concomitantemente com o avanço da terraplenagem

Erros técnicos elementares de planejamento e execução na condução de serviços de terraplenagem têm implicado generalizada, crescente e intensa ação de processos erosivos, com consequências financeiras e patrimoniais desastrosas para os próprios empreendimentos que estão sendo implantados, e pelo decorrente assoreamento das drenagens para toda a região de entorno desses empreendimentos. Destroí o terreno onde ocorre e compromete toda uma extensa região adjacente.

Este problema ocorre invariavelmente em todos os tipos de obras civis, sejam habitacionais, empresariais, sejam viárias, sejam nas de grande ou de pequeno porte. Tudo sugere que seja mesmo uma deformação técnica de ordem cultural que se instalou aos poucos na engenharia brasileira. Em nossas condições de clima tropical, solos profundos e pluviosidade concentrada, esse descuido técnico é agravantemente desastroso (foto 1).

Para se ter uma ideia da dimensão dessa calamidade geológico-geotécnica, basta ter em conta que na Região Metropolitana de São Paulo são liberados por erosão algo em torno de 8,1 milhões de metro cúbicos de sedimentos a cada ano. Volume que vai assorear toda a rede de drenagem e está hoje entre as principais causas das enchentes que teimam em assolar a região.

A correção dessa deformação técnica passa por uma decisão radical de se voltar a categorizar a erosão como um mal de primeira categoria para a engenharia e para a sociedade. Em outras palavras, no âmbito dos procedimentos



Foto 2 - Início da aplicação com pulverizador costal manual



Foto 3 - Proteção concluída



Foto 4 - Talude sendo protegido concomitantemente com a terraplenagem

O combate à erosão. Dificuldades. A necessidade de uma nova técnica

Para um efetivo programa de combate à erosão são necessárias medidas de caráter preventivo e medidas de caráter corretivo. Quanto às medidas de caráter corretivo, ou seja, de proteção das superfícies de solo em processo ou já expostas à erosão, pode-se afirmar que a não aplicação de algum tipo de proteção se deve à extensão das áreas a serem protegidas e ao custo elevado das alternativas mais conhecidas e comercialmente disponíveis: gramíneas em placa, hidrossemeadura, geotêxteis, aplicação de telas fixantes etc).

O uso alternativo de emulsão asfáltica é totalmente desaconselhável, dadas suas graves consequências de ordem ambiental e a afronta estética que representa.

Neste cenário, evidenciava-se que o oferecimento de uma nova técnica de proteção de solos contra a erosão, de aplicação simples, eficaz e de baixo custo, seria fundamental para o sucesso de um programa de combate à erosão.

A técnica de proteção de taludes de corte contra a erosão por pulverização de calda de cal. Técnica Cal-Jet

O objetivo do desenvolvimento da técnica Cal-Jet foi justamente proporcionar uma técnica de aplicação de fácil manejo e de grande rendimento, portanto propícia para a proteção de grandes superfícies, contínuas ou descontínuas. Esse objetivo foi alcançado por meio de expediente da pulverização da calda de cal sobre as superfícies de solo a serem protegidas. A pulverização foi possibilitada pela utilização, com pequenas adaptações, de pulverizadores de uso agrícola, tanto os pulverizadores costais manuais, como pulverizadores motorizados.

O grande trunfo da técnica Cal-Jet é assegurado pela conjunção dos seguintes atributos: excelente desempenho, baixo custo, praticidade de aplicação, alto rendimento na aplicação ($m^2/dia/operador$) e grande durabilidade (fotos 2 e 3).

Dois outros fatores extremamente facilitadores e convenientes: a técnica Cal-Jet poderá ser aplicada qualquer que seja a geometria do talude, inclusive em inclinações negativas, e a superfície de solo a ser protegida não requer uma operação anterior de regularização, uma vez que a pulverização atinge todas as eventuais irregularidades da superfície (pequenas cavidades, buracos, sulcos etc).

Obs.: é importante considerar que a técnica Cal-Jet tem o estrito objetivo de proteção de solos contra a erosão superficial (outros fenômenos de instabilização geotécnica demandarão outras soluções).



Foto 5 - Talude com a proteção escarificada com ancinho de mão



Foto 6 - Mesmo talude após receber proteção vegetal

Execução provisória dos taludes produzidos e implantação do sistema superficial de drenagem

Um expediente prático que reduz muito a erosão é a aplicação da técnica Cal-Jet à medida do aprofundamento da terraplenagem. Exemplificando, assim que a terraplenagem produza o primeiro degrau com um talude de 2 m de altura, já de imediato protege-se esse talude provisoriamente contra a erosão. Dentro dessa mesma sequência, deve-se executar progressivamente o sistema de drenagem superficial composto de canaletas de crista, de bermas e escadas de escoamento, de forma que quando a terraplenagem atingir a cota inferior de projeto, todo o talude estará protegido (foto 4).



Foto 7 – O pulverizador motorizado aprovado

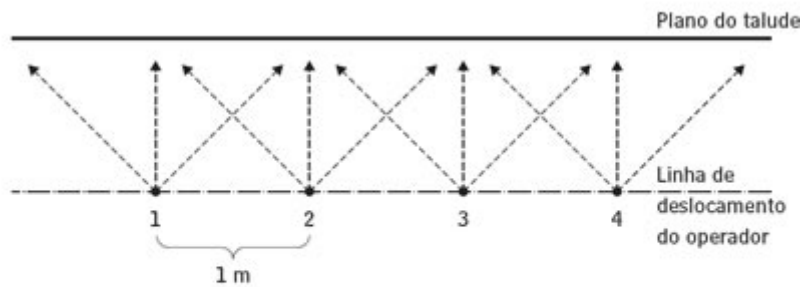


Figura 1 – Esquema de aplicação

A pintura com cal e a questão ambiental

Uma das grandes vantagens da técnica Cal-Jet está na neutralidade ambiental da cal. No caso de se pretender que a pintura a cal tenha somente um caráter temporário, ao final do qual se queira cobrir a superfície tratada com algum revestimento vegetal de caráter paisagístico, basta apenas, nessa ocasião, "arranhar" a área pintada com os dentes de um rastelo/ancinho de mão e proceder de imediato o revestimento vegetal desejado, obviamente com os cuidados agrônômicos de praxe (fotos 5 e 6).

A cal utilizada

A técnica Cal-Jet utiliza a cal hidratada para pintura produzida e comercializada por diversas marcas em todas as praças, normalmente em sacos de 8 kg. São três as características essenciais de uma boa cal de pintura: finura (menos de 6% retidos na peneira 200), boa calcinação e baixo teor de sílica.

Atenção! Nas situações de taludes em solos com conhecida presença de minerais argilosos expansivos (um sinal clássico do fenômeno é o contínuo empastilhamento ou esboroamento da superfície do talude), recomenda-se executar um teste em um painel do talude antes de se decidir pela aplicação em larga escala.

Equipamentos testados e indicados

Foram intensamente testados, e se prestaram plenamente ao fim desejado, dois tipos de pulverizadores: pulverizador costal manual de uso agrícola com capacidade entre 16 e 20 l, com ou sem agitador interno (vários fabricantes no País) e pulverizador motorizado (foto 7) com motor a gasolina de quatro tempos e bomba hidráulica de membrana, com tanque de 130 l de capacidade e agitador hidráulico (um único fabricante até o momento no País). Para o pulverizador motorizado recomenda-se o uso de lanças de 1,5 m, o que permite maior alcance na aplicação.

Para o pulverizador costal manual o bico de melhor desempenho foi o AVI-110.04 em leque. Geralmente cada fabricante mantém uma classificação própria para seus bicos.

Para o pulverizador motorizado o bico de melhor desempenho foi o bico leque 15.055.

Outros bicos similares poderão ser utilizados. No entanto, deve-se sempre tomar cuidado para que o jato de pulverização produzido seja uniforme, com gotículas finíssimas que não provoquem erosão no talude. O jato em leque permite melhor controle da pintura por parte do operador.



Foto 8 - Preparando a calda



Foto 9 - Aplicação com o pulverizador costal manual



Foto 10 - Aplicação com o pulverizador motorizado

Regras de aplicação

Preparação da superfície a ser protegida

A superfície não precisa ser regularizada, pois a pulverização permite alcançar todas as eventuais reentrâncias. Apenas devem ser obedecidas as seguintes recomendações:

- Retirar ao máximo o material terroso porventura solto sobre a superfície; para tanto o melhor instrumento é uma vassoura ou um escovão de cerdas de dureza média
- Retirar toda a eventual vegetação de menor porte existente, procurando extraí-las com raízes, para evitar possíveis rebrotamentos

- Umedecer a superfície com água, com o cuidado de não "encharcá-la", apenas umedecer. O umedecimento prévio da superfície é recomendado, mas não indispensável
- Em geral não se recomenda a aplicação da técnica em saias de aterro ou sobre materiais soltos inconsolidados
- Obedecer a sequência de aplicação que estabelece a linha de deslocamento do operador no talude (ver figura 1)

Preparação da calda. Traço e pigmentação.

A calda de cal deve ser preparada e aplicada na proporção de 3 l de água para 1 kg de cal de pintura.

Tanto no caso do pulverizador costal manual como do pulverizador motorizado, a calda deve ser preparada em um recipiente independente e só depois vertida no reservatório do pulverizador, com obrigatória utilização de peneira fina para reter grãos ou grumos (foto 8).

A maior parte das cales de pintura hoje comercializadas indicam já conter o aglutinante fixador, ou garantir uma boa aglutinação pela presença maior de magnésio (as melhores cales para pintura são as dolomíticas). Caso isso não ocorra, ou se queira garantir a presença de um aditivo, recomenda-se juntar o fixador (normalmente vendido em sachês) à calda obedecendo a proporção indicada na embalagem do produto.

Caso se deseje dar alguma cor à calda de cal, devem-se utilizar corantes líquidos para tintas a cal. Os corantes em pó enfraquecem as características físicas da casca de cal protetora.

Aplicação da pintura

No pulverizador costal manual, retirar o coador do bocal de abastecimento e o filtro do bico, e no pulverizador motorizado, retirar o filtro do tanque de abastecimento caso se tenha passado a calda por peneira fina.

Preparada a calda e abastecidos os pulverizadores inicia-se a pulverização por painéis de alguns metros de largura, completando a demão sempre no sentido de cima para baixo (fotos 9 e 10). Completado um painel, passa-se de imediato a outro painel lateral contíguo.

Em casos de taludes mais altos já totalmente abertos deve-se utilizar algum expediente para que o jato atinja áreas mais altas (fotos 11 e 12). Por comodidade operacional poder-se-á optar pela pintura de toda a parte superior e posteriormente completar-se a parte inferior.

A calda deverá ser permanentemente agitada. O pulverizador motorizado possui um agitador interno ininterrupto. No caso de pulverizadores costais manuais o operador deve proceder a agitação da calda com movimentos do próprio corpo em intervalos de três a cinco minutos. O próprio esforço de bombeamento já produz um movimento que mantém a calda agitada.

A distância média ideal do bico da lança da superfície a ser protegida deve ficar em torno de 0,50 m e 1,00 m, não devendo exceder 1,50 m, para evitar perda de material e garantir cobertura homogênea e eficiente.

O leque do jato deve incidir no talude variando os ângulos da lança em relação ao plano do talude até cerca de 45°, de forma a atingir todas as reentrâncias da superfície (foto 13), obedecendo o esquema já mostrado.

Os movimentos que o operador deve fazer com a lança deverão objetivar uma boa cobertura e evitar o escorrimento de excesso de calda pelo talude.

A pintura de caráter definitivo poderá se completar com duas demãos. A primeira demão será a que conseguirá tanto a penetração possível da calda no solo quanto a boa aderência da pintura na superfície do terreno; a segunda demão tem o papel de fortalecer a casca protetora.

Para proteções de caráter temporário poder-se-á aplicar uma única demão mais reforçada, o que será conseguido com o operador voltando a espaços já pulverizados mesmo ainda úmidos e repetindo a pulverização, apenas cuidando de que não haja escorrimento da calda de cal pulverizada.

A pulverização não deve ser realizada se estiver ventado forte ou chovendo.

Rendimento, produção e custo.

Performance dos pulverizadores

O pulverizador manual é indicado para serviços rápidos e áreas de difícil acesso. O pulverizador motorizado oferece as melhores condições de trabalho e é indicado para a proteção de áreas de maior extensão, sendo essas áreas contíguas ou não.

Nos testes realizados com o pulverizador costal manual e com o pulverizador motorizado, para um traço de calda de 3/1 = 3 l de água para 1 kg de cal foi obtido um rendimento de 2,5 m² de área protegida para 1 kg de cal, com aplicação de duas demãos.

Nos testes com o pulverizador motorizado foi conseguida uma produção de 100 m²/hora/homem, incluídas todas as operações preparatórias; o que possibilita com segurança projetar uma produção média diária de 500 m² por operador para um dia de cinco horas de trabalho; uma produção maior ou menor sempre dependerá das condições do talude a ser tratado, especialmente considerada sua altura.

Nos testes com o pulverizador costal manual foi conseguida uma produção em torno de 50 m²/hora, incluídas todas as operações preparatórias; o que projeta uma produção diária de 250 m² por operador.

Os custos por metro quadrado sempre serão muito baixos se comparados com outras alternativas técnicas de proteção superficial contra a erosão.

Para proteção de áreas extensas, onde esteja previsto o uso de grande quantidade de cal, sugere-se a compra desse insumo a granel diretamente com as empresas produtoras, o que permitirá uma sensível redução de seu preço.



Foto 11 - A lança presa em uma haste de madeira leve como expediente para se atingir alturas maiores. Mangueira de 30 m permitindo longo raio de alcance



Foto 12 - Cabine elevada permitindo pintura direta em alturas maiores



Foto 13 - Reentrâncias devidamente protegidas

Proteção e manutenção dos equipamentos

Como em qualquer tipo de pintura por pulverização, não se pode permitir o ressecamento da tinta no bico e nos circuitos internos do equipamento. Para tanto, após o término da pintura deverá ser circulada água limpa por todo o circuito até se ter certeza da total remoção de restos de tinta. Caso durante a jornada de trabalho queira se fazer prolongada no serviço, deve-se antes providenciar a circulação de água limpa no equipamento.

Caso a interrupção seja curta (em torno de algumas poucas dezenas de minutos) é suficiente, mas indispensável, retirar o bico e fazer sua limpeza, e manter a ponta da lança imersa em água. Cuidar de agitar bem a calda no reinício da operação.

Conservação e manutenção da pintura

A durabilidade funcional de pintura a cal de caráter permanente (duas demãos) em ambiente externo é de aproximadamente 2,5 anos, devendo, portanto, ser programados serviços de manutenção geral com essa periodicidade.

Deve-se adotar a prática de vistorias periódicas de três em três meses junto às superfícies protegidas para a providência de pequenas correções e reforços que se façam necessários. Esses pequenos serviços podem ser executados com trincha ou broxa, dispensando o uso de pulverizadores.

Nota explicativa do responsável pelo desenvolvimento da técnica Cal-Jet

A concepção e o desenvolvimento da técnica Cal-Jet é de inteira responsabilidade de seu criador, sendo detentor de sua patente (INPI-PI0603110-2). No entanto, sua trincha utilização por todos que venham a fazer uso dela está totalmente desobrigada de pagamentos de royalties ou quaisquer outros tipos de ressarcimentos de direito de propriedade. Apenas se solicita o compromisso de estrita observância das recomendações expressas em seu Manual de Execução.

LEIA MAIS

Manual Técnico Para Recuperação E Conservação De Estradas Vicinais De Terra.

Publicação Secretaria da Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, 1985.

Geologia de Engenharia: Conceitos, Método e Prática. Edição ABGE/IPT - São Paulo, 2002

A Grande Barreira da Serra do Mar: da Trilha dos Tupiniquins à Rodovia dos Imigrantes. Editora O

Nome da Rosa - São Paulo 2004

Cubatão. Editora Beca. Cia Copebrás, São Paulo, 2005

Técnica Cal-Jet De Proteção De Solos Contra A Erosão - Manual De Execução. Publicação autônoma

Diálogos Geológicos. Editora O Nome da Rosa São Paulo, 2008.