

TÉCNICA CAL-JET

**(PROTEÇÃO DE SOLOS CONTRA A
EROSÃO ATRAVÉS DE PULVERIZAÇÃO DE
CALDA DE CAL)**



MANUAL DE EXECUÇÃO

(atualização maio 2009)

Geól. Álvaro Rodrigues dos Santos

TÉCNICA CAL-JET

**(PROTEÇÃO DE SOLOS CONTRA A
EROSÃO ATRAVÉS DE PULVERIZAÇÃO DE
CALDA DE CAL)**

MANUAL DE EXECUÇÃO

- 1 - INFORMAÇÕES TÉCNICAS**
- 2 - REGRAS DE APLICAÇÃO**
- 3 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA**

NOTA EXPLICATIVA DO RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DA TÉCNICA CAL-JET

A concepção e o desenvolvimento da técnica Cal-Jet é de minha inteira responsabilidade, sendo detentor de sua patente (INPI - PI0603110-2). No entanto, sua plena utilização por todos que venham a fazer dela uso está totalmente desobrigada de pagamentos de royalties ou quaisquer outros tipos de ressarcimentos de direito de propriedade. Apenas se solicita de empresas que a pretendam aplicar comercialmente o compromisso de estrita observância das recomendações expressas nesse Manual, o que será registrado em um **Termo de Licenciamento Técnico** assinado entre as partes. Importante também que todos os aplicadores tenham a gentileza de comunicar observações e sugestões para que eventuais aperfeiçoamentos sempre estejam ao alcance de todos os potenciais usuários.

Esse também é o entendimento dos fabricantes dos equipamentos e insumos testados e utilizados ao longo do desenvolvimento da técnica, ou seja, quaisquer outros equipamentos e insumos que já se prestem à aplicação da técnica, ou que venham a ser desenvolvidos ou adaptados para tanto, igualmente terão total liberdade comercial para fazê-lo.

Enfim, é decisão e vontade do criador da técnica e de todos que colaboraram para seu desenvolvimento que ela seja extensivamente utilizada, sem nenhum tipo de óbice de qualquer ordem, nos interesses maiores da sociedade brasileira.

Por fim, registro meus agradecimentos a todos os amigos, empresas e instituições que colaboraram com os trabalhos desenvolvidos, desculpando-me por não citá-los nominalmente para que isso não viesse a ser interpretado como algum tipo de direcionamento comercial.

Geól. Álvaro Rodrigues dos Santos

- *Ex-Diretor de Planejamento e Gestão do IPT e Ex-Diretor de sua Divisão de Geologia*
- *Autor dos livros “Geologia de Engenharia: Conceitos, Método e Prática”, “A Grande Barreira da Serra do Mar”, “Cubatão” e “Diálogos Geológicos”*
- *Foi Diretor Geral do DCET - Deptº de C&T da Secretaria de C&T do Est. de São Paulo*
- *Consultor em Geologia de Engenharia, Geotecnia e Meio Ambiente*
- *Responsável pela concepção e desenvolvimento da técnica Cal-Jet*

- **Dúvidas, observações e sugestões sobre o Manual:** santosalvaro@uol.com.br

1 - INFORMAÇÕES TÉCNICAS

- A gravidade dos processo erosivos no Brasil
- O combate à erosão. Dificuldades
- Uma nova técnica se fazia necessária
- A técnica Cal-Jet
- A Cal na pintura
- Como a pintura com cal protege o solo contra a erosão
- Algumas situações em que a técnica Cal-Jet terá larga aplicação
- A pintura com cal e a questão ambiental
- Equipamentos testados e indicados
- Rendimento, produção e custo. Performance dos pulverizadores

2 - REGRAS DE APLICAÇÃO

- Preparação da superfície a ser protegida
- Preparação da calda. Traço
- Aplicação da pintura
- Proteção e manutenção dos equipamentos
- Conservação e manutenção da pintura

3 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

1 - INFORMAÇÕES TÉCNICAS

A gravidade dos processo erosivos no Brasil

A dimensão dos processos erosivos em áreas urbanas (especialmente nas zonas de expansão urbana) e dos processos erosivos associados a obras civis (obras viárias, empreendimentos industriais e comerciais, dutovias, linhas de transmissão, etc.) tem evoluído exponencialmente no país, implicando em altíssimos custos sociais, econômicos e patrimoniais para a toda a sociedade. Consideradas suas condições geológicas e seu clima tropical, a quase completa ausência de maiores cuidados técnicos preventivos e corretivos no combate à erosão em todo o país constitui o principal núcleo causal desse gravíssimo problema.

Em muitas das cidades brasileiras, a expansão urbana alcança progressivamente terrenos de topografia mais acidentada e geologicamente muito susceptíveis à erosão, o que via de regra implica em intensas e extensas operações de terraplenagem, as quais têm exposto, invariavelmente e por longo espaço de tempo, grandes superfícies de solos à ação dos processos erosivos pluviais. Esta erosão é a origem do fantástico assoreamento de córregos, rios, bueiros, galerias de drenagem, constituindo-se em uma das principais causas das enchentes urbanas. Esses mesmos processos erosivos revelam-se também no preocupante assoreamento dos lagos/reservatórios componentes do sistema de abastecimento de água.

A erosão compromete assim tanto a área fonte dos sedimentos, destruindo a infra-estrutura aí atingida, como as áreas para onde esses sedimentos são transportados pelas águas de chuva. Como exemplo, somente nos municípios da Grande São Paulo centenas de milhões de reais são gastos anualmente no desassoreamento do rio Tietê e seus afluentes e no enfrentamento das enchentes decorrentes. A liberação média de sedimentos por erosão está já na ordem de 10 a 15 toneladas/ha/ano na RMSP, o que implica em volumes anuais de até 3.500.000 metros cúbicos de sedimentos liberados para o assoreamento das drenagens.

Não menos grave é o processo erosivo de comum ocorrência nos mais variados tipos de obras civis, como taludes viários, terraplenos para instalações industriais e comerciais, faixas de terreno que abrigam dutos ou linhas de transmissão, taludes de solo em minerações de brita e areia, etc. A erosão, nesses casos, além do assoreamento de sistemas de drenagem, coloca em risco as próprias instalações próximas, assim como segurança para operadores, usuários e vizinhanças. Muitas vezes, a progressão de erosões superficiais deformam a geometria de taludes a tal ponto que induzem a ocorrência de rupturas profundas de extrema gravidade.

O combate à erosão. Dificuldades.

Para um efetivo programa de combate à erosão fazem-se necessárias medidas de caráter preventivo e medidas de caráter corretivo.

Naquilo que se refere às medidas de caráter corretivo, ou seja, de proteção das superfícies de solo que estão sendo expostas, ou já estão expostas à

erosão, pode-se afirmar que a não aplicação generalizada de algum tipo de proteção encontra certamente uma enorme dificuldade devido à extensão das áreas a serem protegidas e ao alto custo relativo das alternativas mais conhecidas e comercialmente disponíveis para tanto: gramíneas em placa, hidrossemeadura, geo-texteis, aplicação de telas fixantes, etc.).

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

Acrescentem-se outras variáveis complicadoras como as comuns características de baixa fertilidade dos solos de alteração de rocha (solos saprolíticos), os diversos tipos de exposição desse solo (taludes de corte das mais variadas alturas e inclinações, aterros, bota-foras, áreas planas e semi-planas, etc.), as diferentes condições de insolação de cada exposição, etc.

Uma nova técnica se fazia necessária.

Neste cenário, evidenciava-se que o oferecimento de uma nova técnica de proteção de solos contra a erosão, de aplicação simples, eficaz e economicamente viável, seria fundamental para o sucesso de um programa de combate à erosão. Uma nova técnica, apresentando esses requisitos, por certo teria imediata aceitação e grande mercado potencial de aplicação, tanto pelos agentes públicos como pelos agentes privados responsáveis pelos diversos tipos de empreendimentos referidos.

A disponibilidade dessa nova técnica possibilitaria, nesses termos, uma expressiva redução dos processos erosivos e do conseqüente assoreamento da rede natural e construída de drenagem pluvial, com enorme economia para a sociedade.

A técnica Cal-Jet. Propriedades e vantagens comparativas.

A técnica desenvolvida, e descrita nesse Manual, é baseada na pulverização de calda fluida de cal com aglutinantes fixadores sobre as superfícies de solo a serem protegidas, tendo como denominação a expressão "Cal-Jet". 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 (m²/dia/operador) e grande durabilidade.

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 através do expediente da pulverização da calda de cal sobre as superfícies de solo a serem protegidas. A pulverização foi possibilitada através da utilização, com pequenas adaptações, de pulverizadores de uso agrícola, tanto os pulverizadores costais manuais, como pulverizadores motorizados.

<p>A aplicação da técnica Cal-Jet poderá atender situações de proteção permanente ou provisória, caso se pretenda no futuro substituir a pintura de cal por algum tipo de revestimento vegetal de caráter paisagístico.</p>
--

Atenção!

Em empreendimentos com grandes ações de terraplenagem, e que podem sofrer a ação de processos erosivos durante a implantação da obra, recomenda-se fortemente a adoção da técnica Cal-Jet em caráter provisório para taludes que mais à frente serão protegidos por vegetação ou alterados pelo avanço da terraplenagem. Com essa providência esses empreendimentos poderão adotar a diretriz e a certificação de Erosão Zero.

Aspecto positivo importante ainda a se considerar é a neutralidade ambiental da técnica proposta, tanto do ponto de vista estético (permitindo inclusive a utilização de corantes adequados a cada diferente situação), como do ponto de vista agrônomo, pelo não comprometimento dos solos protegidos (diferentemente das emulsões asfálticas) para eventuais futuras proteções vegetais.

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...).

Em resumo pode-se dizer que o grande trunfo da técnica Cal-Jet é assegurado pelos seguintes atributos:

- **baixo custo**
- **praticidade de aplicação**
- **ótimo desempenho técnico**
- **alto rendimento na aplicação (m²/dia/operador)**
- **grande durabilidade**

Obs: Importante considerar que a técnica Cal-Jet tem o estrito objetivo de proteção de solos contra a erosão superficial (outros fenômenos de instabilização demandarão outras soluções) e que sua aplicação não exclui a necessidade da implantação de um eficiente sistema de drenagem superficial na área considerada.

A Cal na pintura

O uso da pintura a cal é antiqüíssimo, remontando suas origens à Pré-história, no Paleolítico Superior (25 mil anos a.C.), quando era rudimentarmente utilizada em ilustrações de paredes de cavernas (gruta de Lascaux - França).

A cal hidratada, que é a cal comercial utilizada para pintura, é o hidróxido de cálcio e/ou magnésio: Ca,Mg(OH)_2 , obtido pela hidratação do óxido de cálcio e/ou magnésio (Ca,MgO), a chamada cal virgem; essa por sua vez obtida pela calcinação em fornos especiais da rocha calcária (Ca,MgCO_3) encontrada na natureza. Nessa calcinação há liberação de gás carbônico (CO_2).

Uma vez aplicada a pintura de cal hidratada (Ca,Mg(OH)_2), essa combina com o gás carbônico do ar (CO_2), voltando a se petrificar como carbonato (Ca,MgCO_3) e produzindo água (H_2O), que se evapora.

A cal pode ser produzida de um calcário calcítico (rico em Cálcio) ou um calcário dolomítico (rico em Magnésio). As cales dolomíticas reconhecidamente são mais indicadas para a pintura, porém a adição de aditivos fixadores possibilitam a plena e eficaz utilização de uma cal calcítica.

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

Algumas adaptações na cal hidratada produzida para argamassas (reboco) poderão no futuro viabilizar a utilização dessa cal na técnica Cal-Jet, o que seria interessante dado seu menor custo.

A tinta de cal (cal + água) não é uma solução, é uma suspensão, pois a cal é praticamente insolúvel em água. Dessa forma, a tinta de cal precisa ser permanentemente agitada durante sua aplicação, para se evitar a sedimentação.

Como a pintura com cal protege o solo contra a erosão

A pintura a cal promove a proteção do solo contra a erosão através de 4 formas:

- Reações catiônicas: pelas quais é promovido o efeito de floculação;
- Reações pozolânicas: pelas quais é promovido um efeito ligante;
- Carbonatação: pela qual, com a transformação, pela reação com o CO₂ do hidróxido de cálcio/magnésio em carbonato de cálcio/magnésio, é promovida a cimentação dos grãos do solo;
- Silicatação: o hidróxido de cálcio/magnésio reage com minerais silicatados do solo proporcionando a formação do silicato de cálcio, agente promotor de maior dureza e resistência;
- Formação de casca protetora: a cal que não penetra no solo, acumulando-se sobre sua superfície, também reage com o CO₂ do ar, transformando-se em carbonato de cálcio/magnésio (volta ao calcário original), o qual vai formar uma casca com alta resistência mecânica ao desgaste por água superficial.

As duas primeiras formas de proteção estão sempre associadas à presença de argilo-minerais no solo, variando sua intensidade na dependência da quantidade e do tipo desses argilo-minerais.

As quatro primeiras formas de proteção ocorrem na delgada zona do solo que foi penetrada pela calda de cal. Esta zona é milimétrica, pois que o solo funciona como um filtro da suspensão água/cal, impedindo sua maior penetração.

A quarta forma de proteção, a formação da casca protetora, independe do tipo de solo, e responde sempre pelo maior efeito protetor.

Algumas situações em que a técnica Cal-Jet terá larga aplicação

- Em exposições de taludes de solo por terraplenagem nas frentes de expansão urbana, especialmente durante e após a abertura de loteamentos e do preparo do terreno que irá receber uma edificação;
- Em taludes resultantes de terraplenagens para a implantação de indústrias, centros comerciais ou de serviços, etc.;
- Em todos os tipos de obras civis urbanas ou rurais que em alguma de suas fases de implantação ou operação exponham solos à erosão;
- Em taludes viários, considerada a rede de estradas pavimentadas e a extensíssima rede de estradas vicinais de terra (somente no Estado de São Paulo, mais de 200 mil quilômetros); considerar também a rede ferroviária de todo o país;
- Em áreas de empréstimo de materiais terrosos;
- Nos taludes da camada de solo que recobre as frentes de pedreiras e demais minerações;
- Nas faixas de terreno que recebem a implantação de dutos (oleodutos, gasodutos...) e linhas de transmissão.

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 fazer-se um teste em um painel do talude antes de se decidir pela aplicação em larga escala.

A pintura com cal e a questão ambiental

- Uma das grandes vantagens da técnica Cal-Jet está na neutralidade ambiental da cal. O hidróxido de cálcio/magnésio utilizado na pintura transforma-se rapidamente em carbonato de cálcio/magnésio, que nada mais é quimicamente que o calcário natural. Esse calcário natural, devidamente moído, é largamente empregado na agricultura para a correção da acidez dos solos, em operação conhecida como calagem;
- A pintura a cal não elimina, mas reduz a permeabilidade da superfície tratada. No entanto, isso não chega a constituir um problema ambiental, pois que as superfícies a serem protegidas representarão sempre uma ínfima parte da superfície regional total disponível para a infiltração de águas de chuva;
- 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 e proceder de imediato o revestimento vegetal desejado, obviamente com os cuidados agronômicos de praxe.

Equipamentos testados e indicados

Foram intensamente testados e se prestaram plenamente ao fim desejado, dois tipos de pulverizadores:

- Pulverizador costal manual com capacidade entre 16 e 20 litros, com ou sem agitador interno (vários fabricantes no país);
- Pulverizador motorizado com motor a gasolina de 4 tempos e bomba hidráulica de membrana, com tanque de 130 litros de capacidade e agitador hidráulico (um único fabricante até o momento no país);
- Para ambos equipamentos recomenda-se o uso de lanças de 1,5 metros, 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. Explique a finalidade da aplicação para que o vendedor autorizado possa lhe definir o melhor bico.
- 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 cuidar sempre para que o jato de pulverização produzido seja uniforme e atenda as orientações expressas nas Regras de Aplicação desse Manual. O jato em leque permite um melhor controle da pintura por parte do operador;
- Com a maior divulgação e utilização da técnica Cal-Jet outros equipamentos por certo serão desenvolvidos ou adaptados para tal objetivo.

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;
- A proteção com pintura a cal poderá ter caráter permanente ou provisório. Terá caráter provisório quando pouco tempo após a aplicação (alguns meses...) se pretenda aplicar um tipo de proteção vegetal de caráter paisagístico. Nesse caso não serão necessárias duas demãos, apenas uma boa demão um tanto mais reforçada. Os cálculos apresentados a seguir dizem respeito a proteções de caráter permanente;
- Nos testes realizados com o pulverizador costal manual e com o pulverizador motorizado, para um traço de calda de 3/1 = 3 litros 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; **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;
- Essas estimativas de produção foram baseadas, por segurança, em 5 horas diárias de trabalho por operador. Caso se prefira fazer os cálculos

- por equipamento, considerando um número maior de horas trabalhadas por jornada, obviamente a produção será superior;
- Os custos por metro quadrado sempre serão muito baixos se comparados com outras alternativas técnicas de proteção superficial contra a erosão. Esses custos sofrerão uma boa margem de variação em função da extensão e da altura das áreas a serem protegidas e de sua distância da base operacional da empresa executora das condições de acesso e da disponibilidade local dos insumos necessários; sugere-se sempre, para a formação de um custo final, que se faça um exercício financeiro que pondere as condições reais de cada caso específico;
 - 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.

2 - REGRAS DE APLICAÇÃO

Preparação da superfície a ser protegida

A superfície não precisa ser regularizada, pois que 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 duras;
- 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. Esse umedecimento poderá ser feito com o uso do próprio equipamento que pulverizará a calda de cal;
- Em caso de saias de aterro, essas deverão ser fortemente compactadas antes da aplicação. Em geral não se recomenda a aplicação da técnica em saias de aterro ou sobre materiais soltos inconsolidados.

Preparação da calda. Traço e pigmentação.

- A calda de cal deve ser preparada e aplicada na proporção de 3 litros de água para 1 kg de cal de pintura;
- No caso do Pulverizador Costal Manual, a calda deve ser preparada em um recipiente independente e só depois vertida no reservatório do pulverizador, com a utilização de peneira fina para reter grãos ou grumos.
- No caso do Pulverizador Motorizado, a calda pode ser preparada diretamente no reservatório do pulverizador, desde que se tenha absoluta confiança na inexistência de grãos maiores ou grumos na cal utilizada.

Atenção!

- 1) **No caso da preparação da cal no próprio tanque nunca coloque a cal antes da água no reservatório do equipamento. Operação correta: a água primeiro, motor ligado com o agitador funcionando, e só então vá colocando a cal aos poucos.**
- 2) **no caso de não se confiar na qualidade granulométrica da cal utilizada, também para o Pulverizador Motorizado a calda deve ser anteriormente preparada em recipiente independente e depois vertida no reservatório com passagem por peneira. Devido aos resíduos retidos na peneira da boca do reservatório esta deverá ser limpa de tempo em tempo para permitir um bom escoamento.**

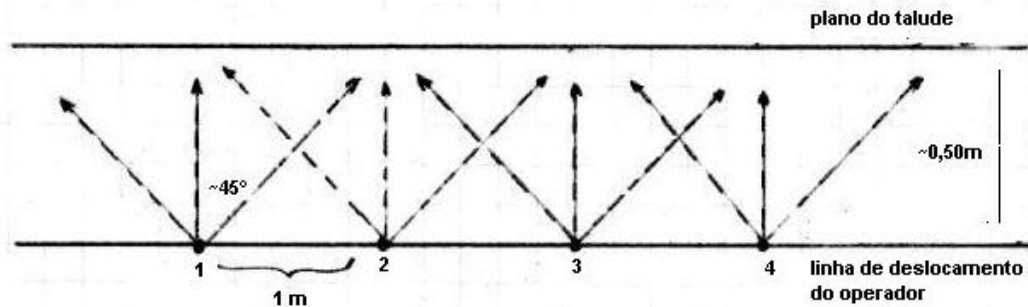
- A maior parte das cales de pintura hoje comercializadas indicam já conter o aglutinante fixador, ou garantir uma boa aglutinação pela presença maior de Mg (as melhores cales para pintura são as dolomíticas). Caso isso não ocorra, ou se queira garantir a presença de um aditivo, recomenda-se juntar o fixador (normalmente vendido em *sachês*) à calda obedecendo a proporção indicada na embalagem do produto e fazendo alguns testes de campo;
- Caso se deseje dar alguma cor à calda de cal, deve-se utilizar corantes líquidos para tintas a cal. Os corantes em pó enfraquecem as características físicas da casca de cal protetora;
- Em caso da opção por uma pintura colorida, bastará juntar o pigmento líquido desejado à calda que será utilizada na última demão;
- Do ponto de vista estético recomenda-se a opção por tonalidade verde musgo ou marrom-terra.

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 plena certeza da qualidade granulométrica da cal.
- 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. Completado um painel, passa-se de imediato a outro painel contíguo;
Em casos de taludes mais altos, onde se está utilizando algum expediente para que o jato atinja áreas mais altas, 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. Alguns pulverizadores costais manuais possuem um agitador mecânico adaptado, que deverá ser acionado manualmente em intervalos de 3 a 5 minutos. No caso de pulverizadores costais manuais que não têm agitador adaptado o

operador deve proceder a agitação da calda com movimentos do próprio corpo em intervalos de 3 a 5 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 0,50m e 1,00m, 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 verticais e horizontais da lança em relação ao plano do talude até cerca de 45°, de forma a atingir todas as reentrâncias da superfície, obedecendo o esquema a seguir:



- 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 poderá se completar com 2 demãos completas. A segunda demão deverá repetir o traço da calda utilizado na primeira demão, ou seja, 3 litros de água para 1 kg de cal de pintura;
- Se se deseja uma pintura pigmentada, aconselha-se que essa seja aplicada em uma última e 3ª demão mais leve;
- A primeira demão deverá ser aplicada reforçadamente, com o operador voltando a espaços já pulverizados e repetindo a operação. Será a demão que conseguirá tanto a penetração possível da calda no solo, como a demão que será responsável pela boa aderência da pintura na superfície do terreno;
- A segunda demão somente deverá ser aplicada após a completa secagem da primeira demão, o que, ao ar livre e em tempo seco, se dará após um período médio aproximado de 12 a 16 horas, o mesmo se exigindo de uma eventual terceira demão.
- No caso de proteções temporárias pode-se trabalhar com apenas uma demão reforçada;
- A pulverização não deve ser realizada em situações de ventos fortes ou chuva.

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 pura por todo o circuito até se ter certeza da total remoção de restos de tinta;

- Para evitar a perda de material e o risco de ressecamento de tinta nos equipamentos, deve-se abastecer os pulverizadores da quantidade apenas necessária para o serviço desejado (vide item **Rendimento**);
- Ao colocar o motor do Pulverizador Motorizado em movimento certifique-se sempre que os agitadores internos do reservatório estão funcionando;
- Caso durante a jornada de trabalho vá se fazer uma pausa prolongada no serviço, deve-se providenciar a circulação de água pura 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 a três demãos) em ambiente externo é de aproximadamente 2 anos, devendo, portanto, ser programados serviços de manutenção geral com essa periodicidade;
- Deve-se adotar a prática de vistorias periódicas de 3 em 3 meses junto às superfícies protegidas para a providência de pequenas correções e reforços que se façam necessários. Esses pequenos serviços podem ser executados com pincel ou brocha, dispensando o uso de pulverizadores.

3 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



Calda sendo preparada para uso no pulverizador costal manual



Primeira demão sendo aplicada nos testes com pulverizador costal manual



Pintura concluída como o costal manual



Preparando a calda



Aplicando a primeira demão



2ª demão pigmentada já aplicada. Arremate da pintura pela crista do talude



O pulverizador motorizado utilizado e aprovado nos testes



Detalhe mostrando o motor de 4 tempos e a bomba hidráulica de membrana



Preparação da calda



Pulverizador motorizado - primeira demão sendo aplicada com o auxílio de mangueira que pode ter a extensão de até 30 metros



Escada apoiada no talude permitindo acesso a alturas maiores



Pulverizador motorizado - pintura concluída com aplicação de 2ª demão pigmentada



Detalhe mostrando reentrâncias do talude totalmente alcançadas com a pulverização



Mangueira de 30 metros do pulverizador motorizado permitindo um grande raio de alcance



Talude original



Talude protegido



A lança presa em uma haste de madeira leve como expediente para se atingir alturas maiores



Operação de limpeza do talude



Limpeza em alturas maiores



Pintura em alturas maiores



Grande talude protegido concomitantemente com o avanço da terraplenagem



Talude sendo escarificado com ancinho para receber proteção vegetal



Mesmo talude já com a cobertura vegetal desenvolvida, mostrando que a cal é benéfica do ponto de vista agrônômico e ambiental.