

AVALIAÇÃO DO USO DE RESÍDUOS DE ROÇADA (PALHA) NO CONTROLE DA EROÇÃO VIÁRIA

EVALUATION OF THE USE OF VEGETATION RESIDUES (STRAW) IN THE CONTROL OF HIGHWAY EROSION.

Título resumido: Avaliação da palha no controle da erosão viária

Artigo Original

Marta de Almeida Prado Torácio¹,

Siumar Goetzke²,

Larissa De Bortolli Chiamolera Sabbi³

RESUMO

A degradação ambiental causada pela abertura de estradas, tão necessárias nos dias de hoje, tem levado muitos pesquisadores a pensar cada dia mais em ações que minimizem o problema. Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do uso de resíduos de roçada (palha) no desenvolvimento vegetal de taludes rodoviários erodidos, como uma alternativa no controle da erosão viária. O experimento foi conduzido em talude da Rodovia PR-410, Antonina, PR, que sofreu escorregamento de solo em virtude de chuvas ocorridas no mês de março de 2011. No local foram plantadas sementes de Milheto, Azevém, Pensacola, Aveia preta, Crotalaria, Braquiária, Calopogônio e Capim gordura, todas gramíneas ou leguminosas. O experimento consistiu em montagem de duas células, uma com cobertura de resíduos de roçada e outra desprotegida, onde se verificou após seis meses da instalação, através de análises laboratoriais como ensaios granulométricos, limite de liquidez e plasticidade, a eficácia do revestimento com a palha. Também foram feitas análises de crescimento vegetal através de pesagens de matéria seca. Os resultados obtidos demonstram que a área que recebeu os resíduos de roçada teve uma cobertura vegetal total de 74,11% e a área que não recebeu esta cobertura, apresentou vegetação total em apenas 36,94% , demonstrando assim,

¹ Bióloga (Faculdades Integradas do Brasil), R.: Alm. Dídio costa, 209, Curitiba, PR,
email: martaaprado@gmail.com

² Biólogo DER-PR, Mestre em botânica pela UFPR.

³ Bióloga, Doutora em Engenharia Florestal, Professora Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira.

Cadernos da Escola de Saúde

que a utilização dos resíduos é eficaz no reestabelecimento da vegetação e, conseqüentemente, no combate a erosão em taludes rodoviários, além de ser uma alternativa de baixo custo, rápida e de fácil implantação.

Descritores: degradação ambiental; rodovias; revegetação; estabilidade de taludes.

ABSTRACT

The opening of new roads – so necessary for life today - causes considerable environmental degradation and has led many researchers to try to think of new ways to minimize the problem. The main objective of this study is to evaluate the use of vegetation residues from mowing (straw) to assist in the development of new plant growth on highway slopes as an alternative method of controlling roadside erosion. To this end, an experiment was conducted where seeds of grasses and leguminous plants were scattered over an area of sloping verge. The area chosen was next to the PR-410 road in the town of Antonina in the state of Paraná, Brazil, which suffered land slippage as a result of heavy rains during the month of March 2011. Seeds planted included Millet (*Pennisetum Americanum*), Ryegrass (*Lolium Multiflorum*), Pensacola (*Paspalum Notatum*), Black Oat (*Avena Strigosa*), Rattleweed (*Crotalaria Juncea*), Surinam or Signal grass (*Brachiaria Decubem*), Calopo (*Callopogonium Mucunoides*) and Molasses grass (*Melinis Minutiflora*). For the experiment, two distinct cells were set up - one covered with a layer of straw and the other with no covering. Six months later, various laboratory tests were carried out, such as granulometric analysis, limits of plasticity and liquidity, and also analysis of vegetation growth through the weighing of dried matter. The results demonstrated that the area beneath the residue layer had a total new growth cover of 74.11% whereas the area which had no straw layer presented a new growth cover of only 36.94%. This demonstrates that the use of residue is efficacious in the re-establishment of vegetation and - as a consequence - in the combat of erosion on highway slopes. It is a quick, low cost alternative to other methods and easy to implement.

Descriptors: environmental degradation; roads; re-vegetation; slope stability.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, o homem promove atividades que através dos tempos têm contribuído para a degradação ambiental. Atividades como agricultura,

Cadernos da Escola de Saúde

urbanização entre outras, vêm impactando os ecossistemas naturais, causando um aumento cada dia mais significativo no total de áreas degradadas.

Apesar de se ter conhecimento dos geradores da degradação no meio ambiente, torna-se impossível muitas vezes evitá-los, devido o frenético crescimento e desenvolvimento humano. Estradas são inevitáveis, pois são através delas que mercadorias e populações são transportadas. Mas as construções de rodovias, muitas vezes sem estudos aprimorados, criam taludes íngremes ou inconstantes sujeitos as intempéries climáticas, proporcionando difícil recuperação, sendo necessário implantar projetos que incluam medidas mitigadoras ⁽¹⁾.

As erosões e deslizamentos em taludes de corte ou aterros são as principais causas de acidentes ocorridos em rodovias sendo, portanto, de suma importância estudos que visem minimizar este problema. A erosão arrasta partículas do solo, nutrientes, matéria orgânica, sementes, levando a um empobrecimento do solo no local, gerando graves prejuízos ambientais e econômicos ⁽²⁾. Estas áreas de acordo com Lei Federal (6938/81) devem ser recuperadas de maneira a proporcionar melhorias paisagísticas, controle de erosão e estabilização de solo ⁽³⁾. Neste contexto, a revegetação tem se mostrado uma grande aliada no combate à erosão e fertilização.

O Brasil e muitos outros países tropicais necessitam aperfeiçoar métodos para recobrimento de taludes que levem a estabilização destes e, conseqüentemente, um menor impacto ambiental, pois existem poucos estudos que mostram a eficácia de técnicas adequadas, o que normalmente na prática acabam por utilizar métodos tradicionais, sem conhecimentos técnicos necessários para o sucesso do trabalho em longo prazo ⁽⁴⁾.

Há no mercado diferentes alternativas para recobrimento de taludes, tais como mantas ou geotêxteis, compostas de materiais naturais ou sintéticos que após sua decomposição auxiliam na estabilização da vegetação e controle da erosão ⁽³⁾.

Em contrapartida, as rodovias necessitam de manutenção constante tais como a poda da vegetação (roçada) nas faixas de domínio e encostas para se evitar a proliferação de vetores indesejáveis (ratos, répteis, mosquitos) e a dificuldade na visualização de placas. Deve-se também promover a limpeza dos bueiros e canaletas evitando assim possíveis assoreamentos, entupimentos e redução na capacidade de vazão ⁽⁵⁾.

Este trabalho teve como objetivo apresentar uma maneira ecologicamente correta de controlar a erosão em taludes rodoviários, dando um fim útil para os resíduos de roçada, agregados a uma redução de custos na conservação de uma rodovia.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado na PR 410, km 25 + 550m, sob as coordenadas 25°25'41" de latitude sul e 48°49'18" de longitude oeste, conhecida como “Estrada da Graciosa” em um talude de cerca de 750 m² (750 m x 10 m), que sofreu escorregamento em virtude da grande quantidade de chuvas que ocorreram no período de março de 2011 na região litorânea paranaense. Primeiramente foi feito um preparo preliminar do solo com suavização das irregularidades, para evitar possíveis concentrações de água e posteriores problemas erosivos, com uso de máquina de terraplanagem. Após, foram abertas covas, as quais foram feitas manualmente com auxílio de enxada, com aproximadamente 0,10 m² de distância uma da outra, onde foi depositada uma mistura de 20 kg de terra vegetal para 1 kg de substrato vegetal, misturadas a seguintes proporções de sementes: 180g de milheto (*Pennisetum americanum*), 180g de azevem (*Lolium multiflorum*), 180g de aveia preta (*Avena strigosa*), 90g de Pensacola (*Paspalum notatum*), 60g de Calopogônio (*Calopogonio muconoides*), 40g de *Crotalaria juncea*, 30g de *Brachiaria decubem* e 30g de capim gordura (*Melinis minutiflora*). Para fins de comparação, foram demarcadas duas áreas contíguas com metragens idênticas de 2,50 m x 6,00 m, sendo que uma delas, denominada aqui área “A”, não recebeu a cobertura de roçada e, a área “B”, coberta por uma camada de 0,05 m de resíduos de roçada (Figura 1). É importante ressaltar que em caso de inclinação do talude superior a 45°, deve ser feito um travamento da palha para que esta não venha a ser levada para as canaletas e acabem por causar entupimentos. Este travamento pode ser feito com pequenas estacas colocadas de maneira desencontrada nas fileiras. No talude deste trabalho, não foi necessário estes procedimentos, pois a inclinação do mesmo é baixa, isto é, fica abaixo dos 45°. Estas áreas foram demarcadas, cada uma delas, em subparcelas menores de 0,50 m X 0,50 m.



Figura 1: Aplicação da palha (área A: sem palha e área B: com palha).

A escolha das espécies utilizadas no experimento se deu pelas seguintes propriedades que a elas são conferidas⁽⁶⁾:

- Milheto: gramínea que apresenta boa persistência a solos com baixa fertilidade e déficit hídrico, mas não tolera frio, produz grande número de afilhos, ou seja, novos brotos, propiciando excelente rebrota.
- Azevem: gramínea de inverno com ciclo vegetativo anual, resistente a excesso de umidade e suporta altas lotações.
- Aveia preta: gramínea de inverno de crescimento rápido, grande produtora de massa verde e rica em proteínas. Ciclo vegetativo anual capaz de acumular grande quantidade de nitrato.
- Pensacola: gramínea com boa resistência à seca e tolera queimadas e temperaturas baixas. É muito indicada para conservação de taludes e controle da erosão. Fixa nitrogênio a uma taxa de 4g/ha por dia com associação a *Azotobacterpaspali*.
- Calopogônio: leguminosa herbácea, rastejante que se enrosca em outras plantas formando uma cobertura densa. Tem um ciclo curto e se estabelece rapidamente, adaptada a condições tropicais quente e úmida, porém muito resistente à seca, desenvolvendo-se muito bem em solos pobres, mesmo muito ácido com ph baixo.
- Crotalária: leguminosa anual com crescimento rápido e ciclo vegetativo curto. Prefere solos férteis, profundos e frescos, sendo tolerante à seca. Muito eficiente no controle de nematoides (vermes) devido algum tipo de antagonismo existente entre a planta e o nematoide. Indicada para adubação verde por ser grande fixadora de N.
- Brachiaria: gramínea muito adaptada, vigorosa e perene crescendo em diversos tipos de solo,

porém requer condições de média fertilidade. Resistente à seca, contudo se adapta muito bem em regiões tropicais úmidas.

- Capim gordura: gramínea perene, rústica, pouco exigente quanto à fertilidade do solo, desenvolvendo-se muito bem em climas tropicais e subtropicais, não suportando queimadas.

As leguminosas possuem alta capacidade reprodutiva, não são exigentes quanto à fertilidade do solo, melhorando as características do substrato por meio de fixação de nitrogênio e associações simbióticas com bactérias. Já as gramíneas são apontadas como as plantas de melhor capacidade de regeneração para a estabilização da estrutura do solo⁽⁷⁾.

Após seis meses de implantação do experimento a fim de verificar a eficiência do uso da palha no combate a processos erosivos e recuperação do talude, foram realizadas as seguintes avaliações:

Análise do solo

Foram coletadas amostras de solo do talude para análise granulométrica por sedimentação, limite de liquidez e limite de plasticidade (Limites de Atterberg), que permitiram fazer uma avaliação do potencial de erosão deste solo. Estes limites foram definidos por Atterberg em 1908 e posteriormente, padronizados por Casagrande e servem para caracterizar as mudanças de consistência do solo. Estes ensaios foram realizados segundo normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT no Laboratório Central - DER-PR, DNER-ME número 051/94 (análise granulométrica), 122/94 (limite de liquidez) e 082/94 (limite de plasticidade), todas constantes no site do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes⁽⁸⁾.

Crescimento vegetal das espécies e cobertura total da área

A análise da cobertura vegetal se deu de forma aleatória, mas de forma idêntica em 60% de cada uma das áreas A e B. Para isto confeccionou-se um gabarito de 0,50m x 0,50 m, quadriculado em parcelas menores de 0,10 m x 0,10 m e que foi colocado sobre as parcelas a fim de verificar a porcentagem ocupada por vegetação (Figura 2). Determinou-se pontuação “1” para cobertura total do espaço, “0” para sem cobertura e “/” para pelo menos uma planta.

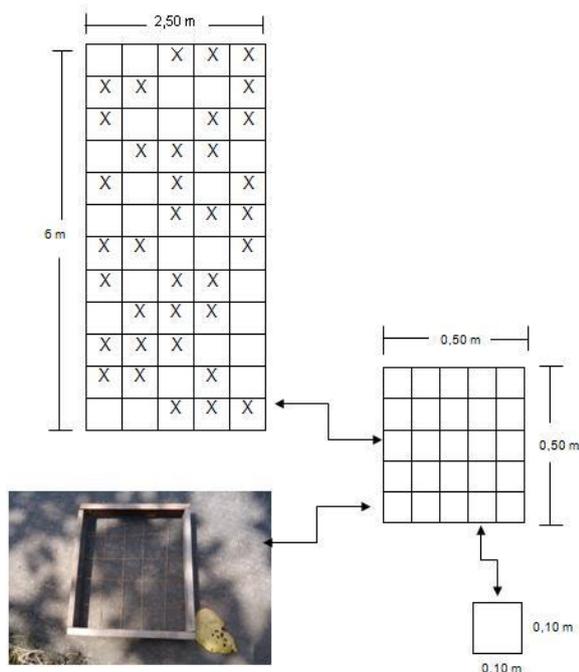


Figura 2: Subparcelas aleatórias para diagnóstico da cobertura vegetal onde “X” representa as parcelas analisadas, e gabarito de campo que foi utilizado.

A análise do crescimento vegetal das espécies foi realizada através de pesagem de biomassa seca da parte aérea (BSPA) de toda a área A e da área B. Esta análise, segundo Lucchesi (1984), consiste em secagem da matéria verde em estufa de circulação de ar quente até 100°C, onde os tecidos vegetais são submetidos a uma temperatura de 70°C e após secagem, é feita a pesagem em uma balança de precisão.

A parte aérea da vegetação foi cortada manualmente com tesoura de poda a aproximadamente 0,05 m do solo e estocada em sacos de lixo separadamente. Em seguida foi levada para secagem na estufa do laboratório central DER/PR e após secagem foi pesada em balança de precisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise do solo

O resultado dos ensaios de granulometria demonstra que na área “A” foram encontrados 49,98% de areia e na área “B” 38,28%. A porcentagem de silte e argila respectivamente na área “A” foram de 12,65% e 35,10% e, na área “B”, encontrou-se 9,83% e 50,43% (Quadro 1).

SOLOS	Areia (%)				Silte (%)	Argila (%)
	Grossa	Média	Fina	Total		
Área "A"	10,25	17,15	22,58	49,98	12,65	35,10
Área "B"	8,01	13,39	16,89	38,28	9,83	50,43

QUADRO 1: Resultado da análise granulométrica.

A granulometria é uma das propriedades mais estudadas para se tentar definir o grau de erodibilidade do solo e que os solos com maior quantidade de silte e areia muito fina e contendo baixos teores de argila são mais suscetíveis a erosão. Uma menor quantidade de silte e argila na área "A" demonstra claramente que a superfície do solo foi "lavada", ou seja, as partículas de solo mais finas representadas por estes componentes sofreram um arrasto devido às intempéries e conseqüentemente esta área se encontra mais propensa à erosão⁽⁹⁾.

Os resultados obtidos nos ensaios de limite de liquidez (LL) e limite de plasticidade (LP) para a amostra da área "A" foram de 41 para LL e 32 para LP, onde se obteve o índice de plasticidade (IP) de 9, que representa a diferença entre estes dois limites e indica a faixa de valores em que o solo se apresenta plástico, isto é, ponto onde o solo perde água o suficiente e a partir daí torna-se quebradiço. Para a amostra da área "B" foram encontrados valores de 56 para LL e 35 para LP e conseqüentemente um (IP) de 21 (quadro 2). O índice de plasticidade representa a quantidade de água que é necessária para que o solo passe do estado plástico, para o estado líquido. Mede a tendência que o solo possui para a expansão⁽¹⁰⁾.

	LL	LP	IP
ÁREA "A"	41	32	9
ÁREA "B"	56	35	21

QUADRO 2: Limites de Atterberg

Os ensaios de limites de Atterberg podem ser usados para se avaliar o potencial erosivo do solo, definindo como altamente erodíveis os solos com $LL < 30$ e $IP < 15$, solos com média erodibilidade na faixa entre $30 < LL < 50$ e $15 < IP < 30$ e baixo potencial de erosão solos com $LL > 50$ e $IP > 30$ ⁽¹¹⁾. Considerando estas informações observa-se que o solo da área "A" se encontra na região de média erodibilidade, enquanto que o solo da área "B" fica localizado

Cadernos da Escola de Saúde

na região com baixa erodibilidade (Figura 3).

Com base nestes dados, verifica-se claramente um melhor desempenho do solo referente à área “B” que recebeu os resíduos de roçada. Isto é constatado porque o solo com a presença dos resíduos fica protegido do ressecamento e estes, ao se decomporem pelos microrganismos, geram um aporte de matéria orgânica formando a cobertura do solo, elevando seu índice de plasticidade e limite de liquidez para patamares mais resistentes à erosão.

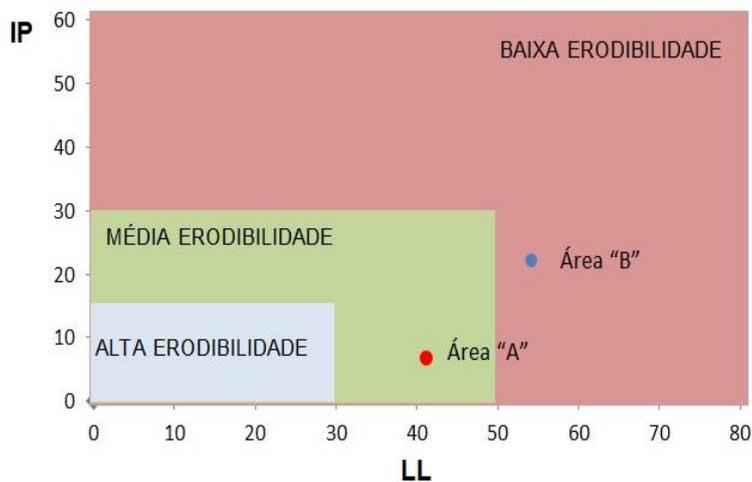


FIGURA 3: Potencial erosivo do solo com base nos limites de liquidez e índice de plasticidade.

Os índices de Atterberg indicam a influência da argila no comportamento do solo. Baixos teores de argila e altos índices de consistência (limites de Atterberg) indicam que a argila é muito ativa. O índice de atividade da fração argila é determinado na seguinte equação:

$$\text{Índice de atividade} = \frac{\text{índice de plasticidade (IP)}}{\text{fração argila (menor que 0,002mm)}}$$

Na amostra da área “A” através dos ensaios granulométricos por sedimentação detectou-se 35,10% de sedimentos menores que 0,002 e na amostra da área “B” foi encontrado 50,43%. Aplicando-se o índice de atividade das argilas chega-se ao resultado de 0,26 para a amostra da área “A” e 0,42 para a amostra da área “B”.

Quando o índice de atividade das argilas se localiza entre 0,75 e 1,25, ela é considerada normal. Se este índice for menor que 0,75 considera-se a argila como inativa e se superior a 1,25, ela é ativa⁽¹²⁾.

Cadernos da Escola de Saúde

A fração de argila de um solo é mineralogicamente inativa, é esperada baixa coesão da sua fração fina e isto vai tornar o solo mais sujeito à erosão ⁽¹³⁾, portanto conclui-se mais uma vez que a área “B” que recebeu os resíduos de roçada, apesar de possuir um índice que a coloca como inativa, está muito mais próxima dos valores considerados normais e consequentemente com maior coesão das partículas.

Crescimento vegetal e cobertura total da área

Dentre as parcelas analisadas detectou-se que a área “A”, sem resíduos de roçada, apresentou 202 subparcelas (22,44% da área total), com cobertura vegetal integral; 261 subparcelas (29% da área total) parcialmente cobertas e, 437 subparcelas (48,56% da área) com ausência de vegetação. Na área “B”, parcela que recebeu os resíduos de roçada, encontrou-se uma cobertura vegetal integral em 566 das subparcelas (62,89% da área total); uma cobertura parcial em 202 parcelas (22,44% da área total) e 132 parcelas (14,11% da área total) com ausência de vegetação. Constatou-se, portanto, uma cobertura vegetal em 74,11% da extensão amostrada na área “B” contra 36,94% da área “A” (Tabela 1).

TABELA 1: Porcentagem de cobertura vegetal encontradas nas duas parcelas amostradas

Recobrimento da vegetação	ÁREA B (com palha)	ÁREA A (sem palha)
INTEGRAL	62,89% (566)	22,44% (202)
PARCIAL	22,44% (202)	29,00% (261)
AUSENTE	14,67% (132)	48,56% (437)
COBERTURA TOTAL	74,11%	36,94%

Com base nas informações da tabela 1, verifica-se a tendência de um melhor recobrimento vegetal aplicando-se os resíduos de roçada (palha) como proteção. Isto é fartamente observado em diversos trabalhos usando geomantas, pois estas auxiliam na proteção contra a desagregação do solo ⁽²⁾. Porém, o uso das geomantas apresenta um custo relativamente alto para a manutenção das estradas, e então, o uso dos resíduos de roçada além de cumprirem o mesmo papel na proteção, conforme ficou evidenciado, não apresenta custo algum por serem provenientes de roçadas feitas regularmente em beira de estrada. Estes resíduos são descartados gerando muitas vezes problemas ambientais, tais como entupimentos de bueiros, acúmulo de insetos entre outros.

Cadernos da Escola de Saúde

Verifica-se que a área que recebeu a palha teve o dobro da eficiência em relação à área sem a presença desta. A camada de palha sobre a superfície do solo além de proteger contra o impacto direto das gotas de chuva, impedindo o arrasto de partículas de solo, tem também a função de atenuar ou dissipar energia⁽¹⁴⁾. Complementa que estes resíduos ao se decomporem, promovem uma melhoria na fertilidade do solo, além de não ter custo algum e proporcionam uma economia em relação à recuperação de áreas degradadas⁽¹⁵⁾.

A matéria seca (vegetação após secagem) da área “A” apresentou massa de 994 gramas e a matéria seca referente à área “B”, uma massa de 2.703 gramas.

Estes dados vêm corroborar com as informações acima citadas, comprovando mais uma vez o desenvolvimento significativo da vegetação na área inicialmente com a presença da palha.

CONCLUSÃO

O uso de resíduos de roçada na recuperação de talude que sofreu deslizamento se mostrou eficiente, diminuindo substancialmente a evolução de pontos erosivos neste talude. Estes resíduos cumpriram sua missão ao proporcionar uma proteção no solo devolvendo a ele um maior poder de retenção e coesão entre as partículas.

O desenvolvimento da vegetação com a presença da cobertura de palha foi muito superior ao alcançado pela área sem a presença desta cobertura demonstrando novamente que sua implantação pode ser usada sem restrições.

O baixo custo, a facilidade e rapidez na utilização destes resíduos faz com que seja uma alternativa viável para o rápido restabelecimento da vegetação e o controle da erosão viária, além de proporcionar um fim útil para estes mesmos resíduos que, quando acumulados, degradam o meio ambiente.

REFERENCIAS

1. COUTO, L.; et al. Técnicas de bioengenharia para revegetação de taludes no Brasil. **Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável: CBCN**. Viçosa, 2010.
2. FERNANDES, F. S. **Uso de geomantas no controle da erosão superficial hídrica em um talude em corte de estrada**. 2009. Dissertação, Viçosa.
3. FORTES, V.M., SOUZA, C.M., PIRES, F.R.; Uso de tela vegetal no controle da erosão em taludes. VII simpósio nacional de controle de erosão, **Anais**. Goiânia, 2001.

4. PEREIRA, A. R. Controle e recuperação de processos erosivos com técnicas de bioengenharia. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão, **Anais**. Goiânia, 2001.
5. PARANÁ, Secretaria de Estado de Transportes, Departamento de Estradas de Rodagem. **Manual de instruções ambientais para obras rodoviárias**. Curitiba: SETR/DER e UFPR/FUPEF, 2000.
6. VILELA, H, Agronomia, Portal da ciência e tecnologia, **Artigos científicos**. Disponível em <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos.htm>. Acesso em 11/09/2011.
7. LONDE, P. R.; BITAR, N. A. B.; Importância do uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes do lixão desativado no município de Patos de Minas (MG), **Revista Perquirere**, Patos de Minas, v. 9, n. 2, dez. 2011.
8. DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, disponível em <http://ipr.dnit.gov.br/>. Acesso em 09/11/2011.
9. ALCANTARA, M. A. T., **Aspectos Geotécnicos da Erodibilidade dos Solos**. Dissertação, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1997.
10. GRECO, J. A. S., Materiais para pavimentação. Solos – Conceitos e Ensaio da Mecânica dos solos. Disponível em <http://etg.ufmg.br/~jisela/pagina/Notas%20de%20aula%20solos.pdf>. Acesso em 12/03/2012.
11. SILVA, D. J. B. V.; **Avaliação de métodos de baixo custo para a proteção de taludes em estradas rurais não-pavimentadas**. Dissertação, UNESP, Ilha Solteira. 2009.
12. SCHMITZ, C. S.; **Mecânica dos Solos**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas, CEFET-RS, 2011.
13. MOLINERO JUNIOR, J. A.; **Estudo geotécnico dos solos de erosões resultantes de intervenções em rodovias**, 2010. Dissertação – FECIV, Uberlândia.
14. FERREIRA, A. C. de B. ; LAMAS, F. M.; Espécies vegetais para cobertura do solo: influência sobre plantas daninhas e a produtividade do algodoeiro em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, v.57, 2010.
15. VISCHI FILHO, O. J.; **Utilização de resíduos vegetais na recuperação de áreas críticas e degradadas, em pastagens no Estado de São Paulo**. XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. São Paulo. 2006.