

ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO USO DE PNEUS NA RECUPERAÇÃO DE VOÇOROCAS POR DIFERENTES TÉCNICAS DE DISPOSIÇÃO

Édio Damásio da Silva Junior ¹, Karla Alcione da Silva ²

1. Graduando em Engenharia Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia - Brasil. E-mail: ed.2006junior@hotmail.com
2. Professora mestre do Departamento de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia-Brasil

Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

RESUMO

O presente estudo consiste na análise da aplicabilidade do uso de pneus usados na recuperação de voçorocas através de uma diferente técnica de disposição, alternativa à proposta por SPAROVEK *et al.* (2001). Esta análise foi possível através da comparação dos resultados do trabalho de SPAROVEK *et al.* (2001) e de um estudo de caso no município de Ipameri, Goiás. As diferenças predominantes nos dois estudos foram as técnicas e a quantidade de pneus utilizadas em cada caso. No trabalho de SPAROVEK *et al.* (2001), os pneus foram dispostos de maneira ordenada e padronizada até o preenchimento de cerca de metade do volume da voçoroca em uma relação de 2,6 pneus/m³. Já no estudo de caso de Ipameri, os pneus foram dispostos de maneira aleatória, sem padrão pré-definido, apresentando uma relação de 1,3 pneus/m³. Em ambos os casos, a técnica de disposição de pneus como alternativa ambientalmente segura para destinação final destes e para a recuperação ambiental de voçorocas se mostrou eficiente. No entanto, a técnica utilizada em Ipameri se mostrou desaconselhável, pois dificulta os trabalhos de recobrimento dos pneus com solo e propicia a formação de “bolsões” de ar no interior da voçoroca. Também, na região de Ipameri, observou-se que a alternativa de utilização de pneus para recuperação de voçorocas é limitada de acordo com o tamanho destas, pois a quantidade de pneus usados disponíveis não é muito grande em virtude do uso crescente dos mesmos em outras finalidades, principalmente no co-processamento.

PALAVRAS-CHAVE: Voçorocas, pneus usados, poluição ambiental, recuperação de voçorocas

ANALYSIS OF THE APPLICABILITY OF THE USE OF TIRES IN THE RECOVERY OF GULLIES BY DIFFERENTS TECHNIQUES FOR DISPOSAL

ABSTRACT

The present study is the analysis of the applicability of the use of worn-out tires in the recovery of gullies through of a different technique for disposal, alternative to proposed by SPAROVEK *et al.* (2001). This analysis was possible by comparing the results of the work of SPAROVEK *et al.* (2001) and a case study in the municipality of Ipameri, Goiás. The predominant differences in the two studies were the technique

and the amount of tires used in each case. In the work of SPAROVEK *et al.* (2001), the tires were arranged in an orderly and standardized way until the completion of about half the volume of the gully in a ratio of 2,6 tires / m³. In the case study of Ipameri, the tires were arranged at random, without predefined pattern, with a ratio of 1,3 tires / m³. In both cases, the technique of disposal of tires as an alternative for environmentally safe disposal of them and for environmental rehabilitation of gullies has showed itself efficient. However, the technique used in Ipameri has demonstrated not recommended, for the difficult work of covering the tires with soil and promotes the formation of “pockets” of air inside of the gullies. Also, in the region Ipameri, it was observed that the alternative use of tires for the recovery of gullies is limited according to the size of them, for the amount of worn-out tires available is not very huge because of the increasing use of them in other purposes, especially in co-processing.

KEYWORDS: Gullies, worn-out tires, environmental pollution, recovery of gullies

INTRODUÇÃO

O processo erosivo consiste nas etapas sequenciais de desagregação, transporte e deposição de partículas do solo ocasionadas pela ação intempérica do vento (erosão eólica), da água (erosão hídrica), ou geralmente ambas ao mesmo tempo (GUILHERME & LIMA, 2000).

De acordo com OLIVEIRA (2007), no mundo inteiro, as taxas de erosão vêm assumindo proporções espantosas, com enormes implicações de ordens físicas, financeiras e sociais, com conseqüências diretas na redução da produtividade e perda de terras agricultáveis.

Em termos globais, a erosão do solo contabiliza, por ano, aproximadamente 190x10⁹ toneladas de sedimentos (LAL, 1995). Estima-se que durante os últimos 40 anos cerca de 1/3 do total das terras aráveis do mundo foi permanentemente danificada pela erosão (PIMENTAL *et al.*, 1995).

As perdas de solo por erosão tendem a aumentar, em médio e longo prazo, os custos de produção, pois demandam cada vez mais corretivos e fertilizantes, reduzem o rendimento operacional das máquinas e inserem dispêndios de práticas para controlá-las (BERTONI & LOMBARDI, 1999).

Visando reduzir os impactos de ordem econômica e ambiental têm-se como necessidade adotar medidas de prevenção, recuperação e controle dos processos erosivos.

Mediante os custos necessários para aplicação das técnicas de recuperação de erosões, a prática de prevenção consiste na melhor alternativa para o gerenciamento de áreas suscetíveis à degradação (GOMES, 2006). No entanto, em muitos casos o terreno encontra-se em avançado processo erosivo, apresentando não apenas simples ravinas ou sulcos, mas gigantescas voçorocas, difíceis de serem controladas.

A recuperação e controle de voçorocas consistem em práticas que, normalmente, demandam tempo, trabalho e capital e, muitas vezes, torna-se economicamente onerosa. Entretanto, embora as terras erodidas por voçorocas tenham pequeno valor agregado imediato, elas devem receber um cuidado especial,

pelo menos para proteger o ambiente que as cerca e para se promover usos futuros da mesma (TAVARES, 2008).

Atualmente vem crescendo a utilização de pneumáticos para preenchimento de voçorocas, associando também elementos biológicos, geotécnicos e hidráulicos para a recuperação das mesmas (CAPPI, 2004). Segundo este autor, a utilização dos pneumáticos em recuperação de voçorocas vem se desenvolvendo devido à limitada utilidade dos mesmos após serem descartados, aos altos custos referentes à sua reciclagem, à grande quantidade de pneumáticos inservíveis produzidos, por ser um material inerte à degradação biológica, apresentando poucos riscos de contaminação ao meio ambiente, e à necessidade de materiais volumosos para preenchimento das voçorocas.

A técnica de utilização de pneus usados para recuperação de voçorocas foi inicialmente proposta por SPAROVEK *et al.* (2001) através de um trabalho realizado no município de Piracicaba, São Paulo.

Nesta técnica, os autores orientam que os pneus devem ser dispostos no interior da voçoroca de forma ordenada e padronizada visando o preenchimento de parte da mesma, diminuindo a quantidade de solo de cobertura.

CAPPI (2006) também recomenda que os pneus sejam dispostos de forma inteira na voçoroca, evitando serem picados, fato que além de dificultar a liberação de compostos inorgânicos, é uma alternativa mais barata e mais simples do ponto de vista operacional. De acordo com este mesmo autor também é importante que os pneumáticos sejam lavados antes de serem enterrados, pois podem vir com contaminantes tais com graxas e óleos aderidos em sua superfície.

Considerando-se que os pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental, que resulta em sérios riscos ao meio ambiente e à saúde humana, tem-se que a utilização dos mesmos na recuperação de voçorocas pode ser uma ótima alternativa tanto do ponto de vista econômico como ambiental, desde que sejam estabelecidos estudos específicos sobre sua real aplicabilidade e limitações para cada região do País.

Em geral, esta técnica tem sido bastante utilizada na prática, porém ainda é pouco difundida e conhecida em meio científico, não existindo muitas referências ou pesquisas sobre sua utilização e efetividade para cada região.

OBJETIVO

Considerando que a técnica de utilização de pneumáticos como alternativa para destinação final de pneus usados e para recuperação de voçorocas ainda é pouco conhecida em meio científico, este trabalho consiste na análise da aplicabilidade de uma técnica alternativa ao que propõem SPAROVEK *et al.* (2001) segundo a disposição de pneus no interior da voçoroca.

METODOLOGIA

No intuito de analisar a aplicabilidade de uma técnica alternativa ao que propõem SPAROVEK *et al.* (2001), foi desenvolvido um estudo em uma obra de recuperação de voçoroca utilizando uma diferente técnica de disposição dos pneus.

O local de estudo consiste em uma obra de recuperação de voçoroca localizada no município de Ipameri, sudeste goiano, em latitude de 17° 44' 42,5" sul e longitude de 48° 10' 46,3" oeste.

Segundo dados do SIEG (Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás), o solo do local é classificado como cambissolo. Já a temperatura média da região varia em torno de 25° C e a precipitação média anual é de 1.750 mm (PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAMERI, 2011), dados que são importantes para a avaliação da suscetibilidade do terreno em sofrer processos erosivos.

Os estudos de reconhecimento do local, levantamento das informações, aquisição dos pneumáticos e execução da obra de disposição de pneus e recobrimento com solo foram realizados nos meses de agosto e setembro de 2010. Após este período, executaram-se obras de construção de curvas de níveis, sistemas de drenagem de águas pluviais e por fim o plantio de gramíneas e espécies nativas para estabilização do solo.

Os pneumáticos utilizados neste estudo foram obtidos em borracharias, oficinas mecânicas e depósitos de pneus da cidade de Ipameri e região. Após sua aquisição, estes foram transportados até o local de estudo por caminhões e dispostos no interior da voçoroca por trabalhadores contratados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A técnica utilizada neste trabalho foi a disposição dos pneumáticos no interior da voçoroca (Figura 1) no intuito de promover o preenchimento da mesma e minimizar a quantidade de solo usado como material de cobertura, além de dar destinação ambientalmente segura para os pneus da região.



Figura 1 – Técnica de utilização de pneumáticos no preenchimento de voçoroca com disposição aleatória

Através da utilização de equipamentos topográficos obtiveram-se as dimensões aproximadas da voçoroca. Com valores médios de comprimento de 116 metros, largura de sete metros e profundidade de seis metros, encontrou-se um volume de aproximadamente 4.900 m³. Este valor é dado como aproximado, pois a largura e profundidade da voçoroca são bastante irregulares ao longo do comprimento.

Foram utilizados nesta voçoroca uma quantidade aproximada de 6.500 pneus, obtendo uma relação entre quantidade de pneus utilizados e o volume da voçoroca da ordem de 1,3 pneus/m³.

Uma das técnicas analisadas por SPAROVEK *et al.* (2001) e objeto do estudo comparativo em questão propõe dispor os pneus no interior da voçoroca de forma a ocupar parte do volume desta e posteriormente complementar o preenchimento da mesma com solo. Nesta técnica, os pneumáticos foram dispostos de maneira organizada e pré-definida no interior da voçoroca até atingirem a profundidade média da mesma, cerca de 2,5 metros. Posteriormente preencheu-se com solo o restante do volume da voçoroca.

Em seu trabalho, SPAROVEK *et al.* (2001) calcularam as dimensões da voçoroca de aproximadamente 600 metros de comprimento, 25 metros de largura e cinco metros de profundidade, acarretando em um volume aproximado de 75.000 m³. A quantidade de pneus utilizada nesta área foi de aproximadamente 200.000 pneus, o que confere uma relação de 2,6 pneus/m³.

A diferença predominante deste estudo de caso com o trabalho de SPAROVEK *et al.* (2001) é definido pela relação entre a quantidade de pneus utilizados e o volume da voçoroca e principalmente pela técnica de disposição de pneus utilizada em cada caso. Segundo o trabalho de SPAROVEK *et al.* (2001), os pneus foram dispostos de maneira organizada e padronizada, enquanto que na obra de Ipameri não se adotou esta mesma configuração.

O trabalho de SPAROVEK *et al.* (2001) apresentou valores bastante superiores aos citados no estudo de caso deste trabalho. Primeiramente em relação ao tamanho da voçoroca, observou-se uma diferença significativa de 75.000 m³ para 4.900 m³. No entanto, o volume não se mostra um fator relevante neste estudo. O ponto mais importante consiste na quantidade de pneus utilizados e principalmente na relação de pneus por unidade de volume.

Segundo SPAROVEK *et al.* (2001), para uma quantidade de cerca de 200.000 pneus utilizados obteve-se uma relação de aproximado 2,6 pneus/m³. Já neste estudo, utilizou-se de cerca de 6.500 pneus, acarretando em uma relação de cerca de 1,3 pneus/m³.

A quantidade de pneus utilizados por SPAROVEK *et al.* (2001) demonstrou valores suficientes para preencher cerca de metade do volume da voçoroca, necessitando somente de metade do volume de solo para recobrimento da mesma. Com relação à obra realizada em Ipameri, a associação da quantidade de pneus utilizada com a técnica de disposição aleatória se mostrou insuficiente para cobrir toda a área da base da voçoroca. Em diversos pontos havia acumulações de pneus de cerca de 1 metro de altura e em outros não havia presença de pneumáticos.

Nesta mesma obra, durante o preenchimento com solo do restante do volume da voçoroca houve certa dificuldade por parte das máquinas em operarem, pois em

certos pontos havia necessidade de maior quantidade de solo do que em outros em virtude da disposição não regular dos pneus.

Segundo CAPPI (2004), tomando como referência que o tipo de pneu mais comum é o de veículos leves e que estes são dispostos de maneira regular no interior da voçoroca, são necessários cerca 15 pneus para ocuparem o volume de um metro cúbico. Para o preenchimento do volume total da voçoroca em estudo seriam necessários cerca de 73.000 pneus, ou cerca de 36.500 pneus para ocupar metade do volume da mesma, como fizeram SPAROVEK *et al.* (2001) em seu trabalho.

As razões pela diminuta quantidade de pneus utilizados neste estudo de caso se devem a diversos fatores como os custos com transporte, mão-de-obra e aquisição do material (em alguns casos foi necessário a compra de pneus), além do aumento da utilização dos mesmos nos processos de reciclagem e principalmente na queima em indústrias de co-processamento.

O crescimento das novas tecnologias de reaproveitamento de pneus usados implica em dificuldades de obtenção de quantidades elevadas de pneus para o fim proposto neste trabalho. No entanto, a técnica de utilização de pneumáticos em voçorocas, seja por disposição ordenada ou não, se mostra eficiente em seu propósito de destinação final alternativa para os pneus excedentes e para a recuperação das mesmas conforme resultado final demonstrado pela figura 2 e pelo trabalho de SPAROVEK *et al.* (2001).



Figura 2: Vista, após desenvolvimento da vegetação, da área da voçoroca recuperada com disposição aleatória de pneus

Em relação à contaminação do solo e dos mananciais hídricos por compostos oriundo da degradação dos pneus, os trabalhos de CAPPI (2006), na mesma área de estudo de SPAROVEK *et al.* (2001), não encontrou efetiva contaminação do solo ou água, levando-se em consideração um curto espaço de tempo de alguns anos. No entanto, se propõe estudos específicos com relação à degradação dos pneus em

intervalos de tempo maiores, pois nestes casos não existem pesquisas sobre a contaminação do ambiente.

Por fim, em relação às orientações gerais sobre esta técnica, observou-se que a disposição ordenada dos pneus se mostra mais eficiente no preenchimento da voçoroca do que a disposição desordenada, pois a primeira diminui a formação de “bolsões” de ar no interior da voçoroca, aumentando a estabilidade do terreno e tornando o recobrimento com solo mais fácil.

Outro ponto importante a ser destacado na utilização dos pneumáticos deverá ser que esta técnica não deve ser utilizada de maneira isolada na recuperação de voçorocas, pois de nada conteria o efeito erosivo da água. Devem ser associados a esta técnica, medidas como controle de águas pluviais, construção de curvas de níveis nos casos que sejam necessários, estabilização do terreno com o plantio de gramíneas e plantas nativas (Figura 2), entre outras medidas específicas para cada caso.

CONCLUSÕES

Este método, estudado e proposto por SPAROVEK *et al.* (2001), considera como importante a relação de pneus por unidade de volume, ou seja, quanto maior o tamanho da voçoroca, maior será a necessidade de pneumáticos para preenchimento da mesma.

O estudo de caso realizado demonstrou que a quantidade de pneus utilizados foi reduzida em relação ao tamanho da voçoroca e que a técnica de disposição desordenada dos pneus no solo não se mostrou aconselhável. No entanto, levando-se em consideração que parte do propósito principal desta técnica consiste em dar uma destinação ambientalmente segura para os pneumáticos, o estudo de caso de Ipameri alcançou seu objetivo, pois promoveu a retirada de circulação de grande parte dos pneus que iriam contaminar o meio ambiente da região.

Com relação ao propósito de preenchimento do volume da voçoroca, apesar de promover a redução da quantidade de solo utilizado, esta técnica se mostrou limitada para voçorocas com dimensões elevadas em regiões no qual não existem muita disponibilidade e facilidade na aquisição deste material, uma vez que os custos para sua obtenção se tornam bastante onerosos.

Finalmente, a eficiência máxima da técnica analisada na recuperação de voçorocas somente será alcançada mediante o uso desta em conjunto com técnicas de controle de água pluviais, estabilização e revegetação das áreas degradadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J. & LOMBARDI, F. N. **Conservação do solo**. Editora Ícone. São Paulo, 1999.

CAPPI, D. M. **Recuperação ambiental de áreas erodidas como alternativa de destino final de pneus inservíveis**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2004.

GOMES, G. L. M. **Diagnóstico de áreas degradadas por voçorocas no município de Alterosa/MG**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP, Tecnologia Ambiental. Ribeirão Preto, 2006.

GUILHERME, L. R. G. & LIMA, J. M. **Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: solo**. Editora UFLA. Lavras, 2000.

LAL, R. **Global soil erosion by water and carbon dynamics**. In: Lal R.; Kimble, J.; Levine, E.; Stewart, B. Soils and global change. In: Advances in Soil Science. **Florida**: CRC/Lewis Publishers, p. 131–142, 1995.

OLIVEIRA, J. R. **Perdas de solo, água e nutrientes em um Argissolo Vermelho-Amarelo sob diferentes padrões de chuva simulada**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2007.

PIMENTAL, D. *et al.* **Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits**. Science, v.267, p.1117–1124, 1995.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAMERI. Disponível em: <http://www.ipameri.go.gov.br/site/400/html/informacoes-gerais.html>. Acesso em: 18 de abril de 2011.

SIEG (Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás). Disponível em: http://www.sieg.go.gov.br:81/i3geo/aplicmap/inter_sieg.htm?d319273d1abddcc7c5d037c6119f6aab. Acesso em: 18 de abril de 2011.

SPAROVEK, G. *et al.* **A solution for worn out tires, gully erosions, forests and dengue fever in Brazil**. Landbauforschung Völkenrode, v. 51, n° 3, p. 95-99, 2001.

TAVARES, S. R. L. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008.