

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS – CAMPUS PALMAS**

DÁRIO MONTEIRO GOMES

**ANALISE DE RECUPERAÇÃO DE VOÇOROCA, TÉCNICA COM
UTILIZAÇÃO DE PNEUS USADOS AS MARGENS DO RIO
PERDIDA, NA CIDADE DE LIZARDA - TO**

Palmas, TO

2013

DÁRIO MONTEIRO GOMES

**ANALISE DE RECUPERAÇÃO DE VOÇOROCA, TÉCNICA COM
UTILIZAÇÃO DE PNEUS USADOS AS MARGENS DO RIO
PERDIDA, NA CIDADE DE LIZARDA - TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação da Área de Agronegócio como
requisito parcial para obtenção da conclusão do
Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio
no instituto federal de educação, ciência e
tecnologia do Tocantins, campus palmas.

Orientador Prof. Dr. . Edvaldo Vieira Pacheco SantAna

Palmas, TO

2013

DÁRIO MONTEIRO GOMES

**ANALISE DE RECUPERAÇÃO DE VOÇOROCA, TÉCNICA COM
UTILIZAÇÃO DE PNEUS USADOS AS MARGENS DO RIO
PERDIDA, NA CIDADE DE LIZARDA - TO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como cumprimento às exigências legais do currículo do Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio pela Coordenação da Área Recursos Naturais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas

Palmas, 9 de Abril de 2013.

Prof. Dr^a. Vanessa David Domingos
Supervisor do Trabalho de Conclusão de Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco SantAna,
Presidente e Orientador

Prof. Msc. José Eustáquio Canguçu Leal
Membro de Banca Examinadora

Prof. Esp. Vinicius Souza Ribeiro
Membro de Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

A todos os Amigos e Familiares que sempre fizeram entender que o futuro, é feito a partir da constante dedicação no presente!Em especial: Mirani, Raimundo Monteiro, Tallis, Cleuber, Clênio, Clésio, Ana Paula, Naylla, Prof. Edvaldo Sant’Ana, Prof. Vinicius, Prof. Eustáquio Agradeço a DEUS, e a todos os meus professores desde a época do jardim da infância até aqui que me ajudou a tornar esse sonho em realidade...

RESUMO

No município de Lizarda, foi observado o avanço de processos erosivos, em forma de voçorocas. Tal problema ocorreu devido ao escoamento superficial que tomaram por caminho preferencial, as valas da antiga adutora de água tratada da Saneatins.

A ausência de matéria orgânica e a baixa disponibilidade de nutrientes não permitiram que houvesse o estabelecimento de vegetação, facilitando, ainda mais, a ação dos agentes de erosão, principalmente a precipitação pluvial.

O básico do controle das voçorocas consiste em evitar que a água que escorre da parte superior da encosta e continue atuando, em sua ação desgastante. Consiste em realizar a sua estabilização ou evitar o seu crescimento, tanto em largura como em profundidade. Uma das formas utilizadas para o contenção da erosão foi o barramento utilizando pneus usados. O uso de pneus para a recuperação de voçoroca e muito usado em algumas áreas degradadas, devido ao seu baixo custo, grande quantidade de oferta, grande capacidade de retenção da água e tem uma boa resistência a pressão da água das chuvas.

O presente trabalho teve como objetivo analisar algumas formas de aparecimento das voçorocas, bem como citar algumas formas de se prevenir e também de corrigir o problema já existente. Foram objetos de análise em nosso trabalho, o processo de formação das voçorocas, alguns processos de erosão, o surgimento e evolução da voçoroca, alguns impactos sociais e ambientais causados pelo surgimento da voçoroca e analisar o método usado de recuperação ambiental de uma voçoroca localizada as margens do rio perdida no município de Lizarda-TO, com o intuito de readequar as mínimas condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes anteriormente no local, com uso de técnicas de recomposição, barramento com uso de pneus e revegetação da área da voçoroca. Ao avaliar a área degradada, as formas de degradação as causas, os métodos utilizados e disponíveis para a recuperação de áreas degradadas nota se que cada vez mais a natureza esta ficando mais frágil quanto à ação do homem.

Palavras-chave: Prevenção de voçorocas, Barramento de pneus, Recuperação de voçoroca

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	7
2. JUSTIFICATIVA	9
3 - OBJETIVOS	10
3.1 - Objetivo Geral	10
3.2 Objetivos Específicos	10
4 - METODOLOGIA	11
4.1 - Caracterização da área de estudo.	11
4.2. Impactos ambientais	13
5. REVISÃO DA LITERATURA	14
5.1 - A qualidade ambiental em áreas degradadas.....	15
5.2 - Danos ambientais associados ao pneu como resíduo sólido	15
5.3 - Alternativas tecnológicas e reciclagem	16
5.4 - Caracterização de áreas degradadas	17
5.4.1 - Técnicas de Recuperação de Voçorocas	20
5.4.2- Medidas Corretivas	22
5.4.3 – Método usado para recuperação da área degradada	22
5.5 – Novo Métodos Proposto para a recuperação da Voçoroca.....	23
6. – RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6.1 – Técnicas Utilizadas.....	25
6.2 - O controle da vazão.....	25
6.3 - O controle da declividade.....	25
6.4 - O controle da natureza.....	25
6.4.1 - Avaliação comparativa.....	26
6.5 – Situação Atual da Voçoroca	29
7 – MÉTODOS DA PESQUISA	31
8 – CRONOGRAMA	32
9 – CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS	34

1- INTRODUÇÃO

A voçoroca é um fenômeno geológico que consiste na formação de grandes buracos de erosão, causados pela chuva e intempéries, em solos onde a vegetação é escassa e não mais protege o solo. Para Salvador e Miranda (2007) a degradação de uma área verifica-se quando a vegetação e a fauna são destruídas, removidas ou expulsas; a camada de solo fértil é perdida, removida ou coberta afetando os corpos superficiais ou subterrâneos d água.

Para analisar os resultados do estudo da recuperação da voçoroca no município de Lizarda-TO, é necessário que tenhamos total conhecimento da área estudada e os métodos utilizados para a realização dos trabalhos de recuperação da voçoroca. A voçoroca estudada deu sua origem após a retirada da tubulação de água que abastecia a cidade local, esta tubulação mais conhecida como adutora foi desativada no ano de 2005, deste então a empresa responsável (SANEATINS) pela adutora vem tentando conter a degradação da área onde foi retirado os canos da tubulação.

Com a retirada dessa tubulação causou uma grande erosão no local, essa erosão modificou completamente a fauna e a flora da região afetada e ainda atingiu as margens do Rio Perdida causando assim assoreamento no rio e prejudicando o mesmo.

Uma das formas utilizadas para o contenção da erosão foi o barramento utilizando pneus usados. O uso de pneus para a recuperação de voçoroca é usado em algumas áreas degradadas, devido ao seu baixo custo, fácil de ser encontrado, grande capacidade de retenção da água e a sua resistência a pressão da água das chuvas.

O ser humano, com suas atividades que podem gerar impactos no solo que alterem sua composição, retirando a sua proteção (plantas) deixando assim o solo exposto as gotículas de água proveniente principalmente das chuvas, com isso ocorre movimento na massa do solo e podendo causa erosão.

A erosão se traduz na desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, subsolo e rocha em decomposição. Erosões do tipo voçorocas podem chegar a vários metros de comprimento e de profundidade, devido ao fluxo de água que é possibilitado em seu interior, causando uma grande movimentação de partículas. Algumas voçorocas podem chegar até mesmo ao nível do lençol freático do local onde ocorrem. Sobre isso, FERREIRA (2007), afirma que, “as voçorocas são consideradas um dos piores problemas ambientais em áreas de rochas cristalinas nas regiões tropicais de montanha onde são freqüentes e podem alcançar grandes dimensões”.

De acordo com Salvador e Miranda (2007), a degradação do meio ambiente para qualquer tipo de construção pode causar impactos ambientais em larga escala como a destruição de habitat de animais, plantas e pessoas, afetando as águas subterrâneas, a qualidade de água dos rios. Outras atividades humanas responsáveis pela degradação são a contaminação do ambiente a partir dos poluentes gerados pelo desenvolvimento industrial e a superpopulação.

A aplicação dos métodos propostos neste e em outros trabalhos, devem ser aplicados somente depois de realizado um profundo estudo da área atingida, levando-se em consideração vários aspectos da região, como tipo de solo, o relevo do entorno, se há populações sendo atingidas, sejam elas pertencentes à fauna ou à flora, a viabilidade ou não de uma intervenção, a periodicidade e quantidade de precipitação na região, dentre outros fatores.

Assim os resultados deverão auxiliar no dimensionamento e avaliação de projetos de recuperação de áreas degradadas, e impactos ambientais caracterizando a técnica como limpa ou não, possível de ser utilizada tanto como medida de recuperação de voçorocas, com promotora do destino final de pneus inservíveis.

2. JUSTIFICATIVA

O presente trabalho analisou a forma de recuperação da voçoroca as margens do Rio Perdida na cidade de Lizarda-TO e quais os métodos usados para a recuperação e conservação do solo.

Ao avaliar a área degradada, as formas de degradação, as causas, os métodos utilizados e disponíveis para a recuperação de áreas degradadas, nota-se que cada vez mais a natureza esta ficando frágil quanto à ação do homem.

Os locais que possuem solo com grande facilidade de causar erosão, com altos índices de queimadas acabam sendo mais propícios para a formação de voçorocas, tornando assim um problema para a população daquela região. Na cidade de Lizarda a voçoroca foi provocada pela empresa responsável pelo abastecimento de água, no qual teria que ter sido realizado um estudo anteriormente da área a ser modificada. Mas devido à falta de controle da erosão foi necessário a empresa adotar uma medida de correção do solo e recuperação da voçoroca, com um caráter de urgência, pois a mesma estava prejudicando os moradores e o Rio Perdida que se encontra a poucos metros da voçoroca.

3 - OBJETIVOS

3.1 - Objetivo Geral

O presente trabalho teve por objetivo analisar o método usado de recuperação ambiental de uma voçoroca localizada as margens do Rio Perdida no município de Lizarda-TO em 2006, com o intuito de readequar as mínimas condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes anteriormente no local, com uso de técnicas de recomposição, barramento com uso de pneus e revegetação da área da voçoroca.

3.2 Objetivos Específicos

- Apresentar a problemática da voçoroca na região.
- Estudar as características do solo da região.
- Levantar através de pesquisa bibliográfica quais as opções possíveis para a recuperação de voçoroca com o uso dos pneus usados e quais os danos que esse método pode causar para o meio ambiente.

4 - METODOLOGIA

4.1 - Caracterização da área de estudo.

Para Ab'Saber (1968), o processo de formação das voçorocas está associado a paisagens de onde foi retirada a sua cobertura vegetal. Nestas paisagens, a água de escoamento superficial ao percorrer linearmente no solo, e atingir o lençol freático, compromete a estabilidade da área e gera a formação de voçorocas.

Lizarda é um município do estado do Tocantins, estando a uma altitude de 423 metros. Sua população estimada é de 3.737 habitantes, dados do IBGE em 29 de agosto de 2008. Possui uma área de 5825,65 km². O município foi criado em 11 de novembro de 1953 e instalado em 1º de janeiro de 1954. O Município de Lizarda originou-se em 1824, quando imigrantes piauienses instalaram-se no local, especificamente na Fazenda Boa Sorte, em busca de água e terras para lavoura e para a criação de gado. O nome Boa Sorte foi conservado até sua elevação à categoria de vila. Mas o governo do Estado de Goiás, através de uma revisão territorial administrativa, transferiu o nome de Boa Sorte para Perotaba, de origem indígena, alegando que “Boa Sorte” não tinha nenhum significado histórico.

O novo nome, porém, não teve aceitação por parte da comunidade, que, através de seus representantes, homenageou dona Lizarda Maria de Freitas, filha de José Benedito da Silva, proprietário da fazenda Boa Sorte e fundador do povoado. Localização conforme mapa abaixo. A figura 01 identifica a localização da cidade de Lizarda no mapa do Estado do Tocantins.

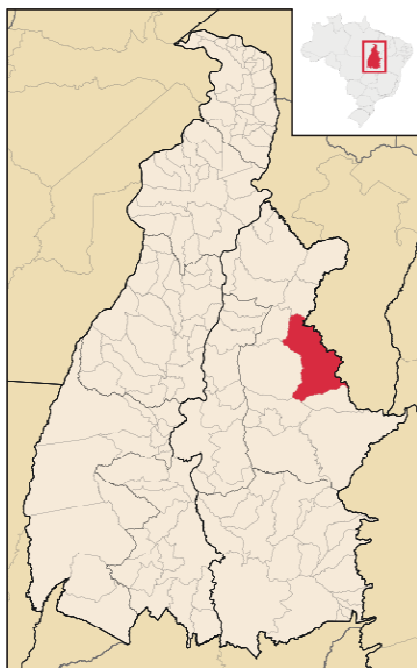


Figura 1 – Localização da cidade de Lizarda
Fonte: wikipedia.org/2013

Para a determinação da necessidade de recuperação foi realizado serviço de levantamento topográfico da área. A região degradada pelos processos erosivos encontra-se entre dois empreendimentos já desativados da SANEATINS, a antiga ETA (Estação de Tratamento de Água) e o RAP (Reservatório Apoiado) de água tratada, apresentando as seguintes características:



Fig.2. Foto aérea da área de estudo
Fonte: Google Earth (2013)

- A área degradada esta aproximadamente a 2,5 km da sede municipal;
- A área degrada esta aproximadamente 432 m das margens do rio perdida;
- Uma extensão aproximada em 330m;
- Cota Início da Voçoroca – 420m – e Cota Fim da Voçoroca – 423m ao nível do mar;
- Possui um terreno bastante arenoso;
- Devido o aumento gradativo de sua profundidade, já havia ocorrências de afloramento d'água.

4.2. Impactos ambientais

É inevitável que as voçorocas venham a causar grandes danos, não só ambientais e econômicos, mas também sociais, como no caso de se desenvolverem em centros urbanos. Mas existem medidas capazes de mitigar o problema, dentre as quais o turismo que é possível de se realizar para a visitação de voçorocas, já que em alguns casos apresentam uma estética bem interessante para um certo tipo de público, como os geólogos, geógrafos, geomorfólogos, observadores da natureza, dentre outros, as fotos 3 e 4 mostram o avanço da voçoroca na região.



Fig 3. Valeta da antiga adutora

Fonte: Saneatins



Fig. 4. Fase de avanço da voçoroca

5. REVISÃO DA LITERATURA

No município de Lizarda, foi observado o avanço de processos erosivos, em forma de voçorocas. Tal problema ocorreu devido ao escoamento superficial que tomaram por caminho preferencial, as valas da antiga adutora de água tratada. A ausência de matéria orgânica e a baixa disponibilidade de nutrientes não permitiram que houvesse o estabelecimento de vegetação, facilitando, ainda mais, a ação dos agentes de erosão, principalmente a precipitação pluvial. O solo da região é considerado um solo propício para a formação de erosão, pois o mesmo é arenoso e com grande quantidade de água, e a região é uma das que tem o índice de queimada mais alto do estado (IBGE/2010).

Para Ab'Saber (1968), o processo de formação das voçorocas está associado a paisagens de onde foi retirada a sua cobertura vegetal. Nestas paisagens, a água de escoamento superficial ao percorrer linearmente no solo, e atingir o lençol freático, compromete a estabilidade da área e gera a formação de voçorocas.

Segundo BACELLAR (2006), o processo de desenvolvimento se dá nos diferentes seguimentos das encostas das voçorocas atuam diferentes processos de erosão, ocorrendo pequenos deslizamentos rotacionais, o que acabará gerando um fluxo de movimento de massa, mesmo após o período chuvoso.

Existem alguns fatores condicionantes ao surgimento das voçorocas, definindo uma maior propensão ao surgimento e desenvolvimento do voçorocamento em algumas regiões. Dentre os fatores existentes para esse condicionamento, alguns que são destacados por BACELLAR (2006):

- Fatores antrópicos, como queimadas, desmatamento e manejo inadequado de plantações;
- Fatores geológicos passivos e ativos;
- Fatores pedológicos;
- Fatores climáticos ativos e passivos;
- Fatores geomorfológicos.

De acordo com Silva (2003), antes que sejam tomadas quaisquer medidas de combate a erosão, deve-se primeiramente determinar a fase de evolução da erosão. Esta pode ser Inicial (Sulcos), Intermediária (Ravinas), ou Avançada (Voçorocas).

Após iniciado o processo erosivo, a escolha da melhor alternativa de controle deve estar fundamentada no uso futuro que se pretende fazer da área em questão. Para ser realizada uma eficaz recuperação de áreas onde ocorrem voçorocas, ainda segundo a EMBRAPA (2006) é necessário que se isole a área, realizar uma análise química e textural do solo do local para se conhecer sua fertilidade e textura, para a obtenção de dados importantes para aplicação de insumos necessários ao desenvolvimento das plantas a serem cultivadas no local e também para ter uma melhor dimensão das práticas para controle da erosão.

5.1 - A qualidade ambiental em áreas degradadas

Áreas desmatadas e degradadas pela derruba e queima de árvores, que favorecem a emissão de gases como o CO₂, a exposição do solo diretamente à chuva, o que provoca erosão e assoreamento dos rios, desequilíbrios na flora e fauna, com conseqüente empobrecimento biológico. Essas áreas podem ser melhoradas e/ou recuperadas pela aplicação de práticas agroflorestais, cultivos seqüenciais, árvores multiestrato, espécies de uso múltiplo, entre outros.

Áreas erodidas pela água de chuvas, acarreta nas perdas do solo, reduzindo sua capacidade para armazenamento de nutrientes e água, provocando alto índice de escoamento e compactação do solo. Essas áreas degradadas podem ser recuperadas pela utilização de práticas agroflorestais como barreiras vivas, formação lenta de terraços para uso agrícola, estabilização de voçorocas, cultivos em renques, árvores em contorno e árvores sobre curvas de nível, entre outras.

5.2 - Danos ambientais associados ao pneu como resíduo sólido

Sessenta e três anos separam o início de produção de pneus no Brasil da primeira resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução 258/99) sobre o destino dos pneus descartados (ou inservíveis). Nesse longo período sem legislação a respeito, segundo estimativas conservadoras da Associação Nacional da Indústria Pneumática, o País acumulou mais de 100 milhões de pneus descartados espalhados por aterros, terrenos baldios, rios e lagos e quintais de residências.

Existe uma imensa discrepância entre as estimativas de um órgão pertencente à própria indústria de pneumáticos, como a associação nacional da indústria pneumática, e os cálculos

de outras instituições. Segundo a estimativa de alguns órgãos de pesquisa, entre os quais podemos citar a Unibrasil (2005), a produção de 900 milhões de pneus, desde o início de sua fabricação no Brasil e a ausência de legislação, indicam a presença de, no mínimo, 400 milhões de pneus descartados, ou seja, mais de dois pneus inservíveis por habitante no Brasil.

Em relação à contaminação do solo e dos mananciais hídricos por compostos oriundo da degradação dos pneus, os trabalhos de CAPPI (2004), 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.

Devido à sua composição química, pneus são combustíveis e queimam a altas temperaturas, produzindo grande quantidade de fumaça negra e óleos que penetram e contaminam solos e lençóis d água. Além disso, o acúmulo de pneus usados a céu aberto gera foco de procriação de mosquitos, tornando-se um problema maior para a saúde pública no controle de epidemia.

5.3 - Alternativas tecnológicas e reciclagem

Inicialmente os pneus eram feitos de borracha natural e a recuperação dessa borracha era muito comum nas indústrias de borracha. O desenvolvimento de elastômeros sintéticos para substituir a borracha natural tornou o processo de recuperação muito mais caro e complexo. Uma série de pesquisas descreve várias formas de se aproveitar os pneus usados.

Na forma original, os pneus podem ser usados em obras de contenção de erosão, construções de quebra-mares, em brinquedos infantis, entre outros. Cortados e triturados podem ser reaproveitados em misturas asfálticas, revestimentos de pistas, adesivos e ainda como tapetes automotivos.

A queima de pneus em indústrias de cimento é apontada por Sharma et al. (2000) como a alternativa mais apropriada pela alta capacidade de consumo, menor liberação de poluentes não oxidados e o reaproveitamento de óxidos presentes no pneu como matéria prima para o cimento.

No Brasil, a Companhia de Cimento Ciminas S.A. /MG, por exemplo, utiliza este método. A incineração de pneus fornece energia da ordem de 8000 kcal/kg, que é comparável ou acima da energia fornecida com a queima de determinados tipos de carvão. Assim, os

pneus podem ser considerados como combustíveis não fósseis, porém, no Brasil, fontes de energia como carvão e gás natural são muito mais baratas. A borracha de pneu pode ser empregada na construção civil como isolante estrutural, ou seja, para impedir a propagação de tensões, como é o caso de regiões sujeitas a abalos sísmicos. A borracha apresenta uma capacidade de absorver energia 8.000 vezes maior que os metais.

No manejo agroambiental, os pneus descartados podem ser utilizados como refúgio para a criação de peixes e crustáceos em recifes artificiais, no controle de erosões costeiras ou em arcas agrícolas e ainda na composição de estruturas de drenagem subterrânea ou para redução de compactação (Sparovek 2001).

Por último, técnicas biotecnológicas vêm sendo estudadas como alternativas de reciclagem da borracha de pneumáticos. Entre elas a dessulfurização microbiana, ou seja, a utilização de microorganismos capazes de oxidar o enxofre e assim desvulcanizar a borracha.

No Brasil, de acordo com as resoluções CONAMA 258/99 E 301/03, os fabricantes de pneumáticos ficam responsáveis pela destinação final de seus produtos lançados no mercado, em destaque para o artigo 3º, que estabelece prazos e quantidades para coleta e destinação final, de forma ambientalmente adequada dos pneumáticos inservíveis.

No ano de 2002, para cada quatro novos pneus fabricados, apenas 1 inservível deveria ser corretamente destinado, já em 2005 para cada quatro novos pneus fabricados, 5 inservível deveria ser coletado.

Apesar de Caponero et al. (2000) classificar a demanda pela utilização em barramentos de pneus como muito baixa, o presente trabalho evidenciará que tal utilização, em função da tecnologia proposta, possui vantagens como seu baixo risco ambiental. Mesmo classificados no grupo de resíduos inertes os que, em tese, representariam menor grau de periculosidade ambiental os pneus começam a ocupar papel de destaque na discussão dos seus impactos reais sobre o meio ambiente e a sobre saúde pública. Os pneus contam com uma estrutura complexa que, ao envolver, basicamente, borracha, aço, tecido de náilon ou poliéster, dá-lhes características necessárias à segurança e desempenho. Contudo, os materiais de difícil decomposição não são biodegradáveis e a decomposição total dos pneus leva, aproximadamente, 600 anos.

5.4 - Caracterização de áreas degradadas

O conceito de áreas degradadas é multidisciplinar, isto é, ele é utilizado em várias frentes do conhecimento. Por conta disso, esse conceito é amplamente interpretado, variando

entre utilizado para representar a depredação de uma mata até a exploração de uma área de tal forma que ela perca suas características de solo e vegetação, podendo culminar até mesmo em uma modificação de relevo.

O Decreto Federal 97.632/89 define o conceito de degradação ambiental como sendo “processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade produtiva dos recursos naturais.”

De acordo com a visão do projeto de avaliação mundial da degradação do solo pertencente ao Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas.

Os fatores de degradação do solo são:

- Desmatamento ou remoção da vegetação natural para fins de agricultura, floresta comerciais, construção de estradas/obras e urbanização;
- Superpastejo da vegetação
- Exploração intensiva para fins comerciais, expondo o solo a ação dos agentes de erosão;
- Atividades que causem poluição do solo.

Segundo Oldeman (1994), citado por Dias & Griffith (1998), os fatores de degradação de solo, em ordem decrescente de participação relativa nas áreas degradadas no mundo, são:

- Superpastejo da vegetação (34,5% das áreas mundiais degradadas);
- Desmatamento ou remoção da vegetação natural para fins de agricultura, florestas comerciais, construção de estradas e urbanização (29,4%);
- Atividades agrícolas, incluindo ampla variedade de práticas agrícolas, como uso insuficiente ou excessivo de fertilizantes, uso de água de irrigação de baixa qualidade, uso inadequado de máquinas agrícolas e ausência de práticas conservacionistas de solo (28,1%);
- Exploração intensa da vegetação para fins domésticos, como combustível, cercas etc., expondo o solo à ação dos agentes de erosão (6,8%);

- Atividades industriais ou bioindustriais que causam poluição do solo (1,2%).

Quanto à caracterização de um processo de degradação de solo, em determinadas situações, é de difícil definição uma vez que pode variar dependendo do uso atribuído ao solo, conforme veremos a seguir:

- O Manual de Recuperação De Áreas Degradadas Pela Mineração (IBAMA, 1990) define que: “a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. A degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento sócio-econômico”.
- Uma definição de qualidade de solo mais holística, porém ainda com o enfoque agrônomo-florestal, é dada por Doran & Parkin (1994): “A capacidade de um solo funcionar com ecossistema limite para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade do meio ambiente e promover a saúde de plantas e animais”.
- Do ponto de vista da Engenharia civil, certamente o conceito de solo degradado deve estar relacionado com a alteração da capacidade em se manter coeso em com meio físico de suporte; ou seja, a densidade do solo é um bom exemplo. Em termos agrônomicos, solos adensados ou compactos podem caracterizar um processo de degradação (redução da taxa de infiltração, limitação na circulação de oxigênio, impedimento físico para o crescimento de raízes, menor disponibilidade de nutrientes). Por outro lado essa característica é desejável com meio de suporte para edificações, rodovias, etc.

Os exemplos citados acima evidenciam o fato que o conceito de degradação ou de qualidade de solo pode ser relativo, dependendo da finalidade do uso atribuído ao solo.

Os objetivos da recuperação de uma determinada área degradada devem atender a requisitos individuais e o plano estabelecido deve deixar claro, previamente, o nível desejado de recuperação. Existem diversos usos potenciais para os quais as áreas degradadas podem ser destinadas, como o cultivo/pastagens, reflorestamento, área residencial ou urbana, parques e áreas de recreação, ou simplesmente, abandoná-las à sucessão vegetal. A vegetação pode ser

um elemento de atuação e utilização nos programas de recuperação de áreas degradadas, assumindo diferentes funções, de acordo com a situação encontrada.

Para o IBAMA (1990), a recuperação implica que uma condição estável será obtida em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da área, ou seja, o local terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo em novo solo e uma nova paisagem. Machado (1987) procura sintetizar a definição do processo quando utilizado em unidades de conservação, como a reparação dos recursos ao ponto que seja suficiente para restabelecer a composição e frequência das espécies encontradas originalmente no local. Portanto deste tema podemos concluir que:

- Recuperação de áreas degradadas é uma atividade multidisciplinar.
- Nem sempre a atividade mais impactante é aquela que se apresenta em maior volume e de maior duração.
- Recuperação de áreas degradadas é uma atividade factível, porém que exige uma abordagem sistemática de planejamento e visão em longo prazo.
- Mundialmente, as atividades agrícolas mostram-se a principal fonte de degradação do solo.
- A caracterização de uma área degradada deve levar em consideração o fator qualidade do solo. No entanto, a determinação de indicadores e de seus padrões ou índices de qualidade ainda é um fator limitante no processo. Trata-se de uma linha de pesquisa que precisa avançar, principalmente considerando-se enfoque de recuperação.
- A utilização dos termos reabilitação ou recuperação é aceita. Já o termo restauração não é recomendado, uma vez que conceitualmente sugere que a área degradada venha a ter as mesmas características que antecederam a degradação.

5.4.1 - Técnicas de Recuperação de Voçorocas

Existe locais onde o aparecimento das voçorocas tem uma maior probabilidade de ocorrer. Locais onde “a declividade é alta, a superfície do solo foi degradada, há concentração de enxurradas da bacia, ou por influência do escoamento da água” (PEREIRA,2006), são mais propícios ao voçorocamento, por isso exigem uma atenção especial e o emprego de técnicas para a prevenção da ocorrência da erosão que provocará o surgimento de uma voçoroca. Ainda segundo PEREIRA, existem medidas a serem tomadas a fim de evitar ou diminuir o risco do aparecimento de voçorocas, dentre as quais:

- Interceptação da área de enxurrada acima da área de voçorocas;
- Retenção da área enxurrada na área de drenagem;
- Eliminação das grotas e voçorocas;
- Revegetação da área;
- Construção de estruturas para deter a velocidade das águas;
- Completa exclusão do gado;
- Controle de sedimentação das grotas e voçorocas ativas;
- Isolamento da área;
- Planejamento da Bacia;
- Manejo na vegetação nativa e exótica introduzida na área.

Medidas de contenção de erosão dividem-se em dois grupos: preventivas e corretivas. As medidas preventivas consistem na adoção de um planejamento prévio, em qualquer atividade ligada ao solo. Nas medidas corretivas são implantadas bacias de dissipação a montante do início das voçorocas e construção de barragens (MACHADO, 1987).

O básico do controle das voçorocas consiste em evitar que a água que escorre da parte superior da encosta continue atuando, em sua ação desgastante. Consiste em realizar a sua estabilização ou evitar que cresça, tanto em largura como em profundidade (CARVALHO, 1995).

A implantação de barramentos de retenção tem a finalidade de apresar e reter o solo no fundo das voçorocas para, assim, reduzir a velocidade de fluxo no canal e permitir o crescimento da vegetação; contudo, não deixando de funcionar como uma estrutura drenante.

O barramento de pneus possui uma impermeabilização em lona plástica na sua face externa, esta solução tende a tornar esta estrutura mais resistente a ação erosiva da passagem da água por entre os pneus.

Este estudo tem o objetivo verificar a estabilidade do barramento em pneus, esta solução vem a atender parâmetros importantes como: custo e facilidade de execução; visto que os materiais utilizados são de fácil e barato acesso.

5.4.2- Medidas Corretivas

Para ser realizada uma eficaz recuperação de áreas onde ocorrem voçorocas, ainda segundo a EMBRAPA (2006) é necessário que se isole a área, realizar uma análise química e texturas do solo do local para se conhecer sua fertilidade e textura, para a obtenção de dados importantes para aplicação de insumos necessários ao desenvolvimento das plantas a serem cultivadas no local e também para ter uma melhor dimensão das práticas para controle da erosão. Podem ainda serem construídas estruturas físicas a fim de evitar o aumento da erosão que está sendo causada, diminuindo a perda e movimentação de sedimentos.

De modo geral, qualquer prática preventiva consiste na adoção de medidas que neutralizem os aspectos condicionantes do processo erosivo antes que o mesmo se instale. Sendo assim, práticas que evitem a concentração do fluxo d'água em canais preferenciais; práticas de manejo e conservação do solo, entendendo e respeitando suas aptidões naturais, incluindo a sua não utilização de forma a preservar sua vegetação natural, podem ser consideradas medidas que previnem a ocorrência de feições erosivas. Desta forma, pode-se dizer que dentre as principais práticas preventivas, destacam-se as obras de drenagem de águas pluviais e o recobrimento com vegetação de áreas exploradas.

Muitos são os custos para a recuperação de áreas degradadas pelas voçorocas, como a mão - de obra utilizada, insumos, custo das mudas e transporte das mesmas, etc. Podem também serem realizadas obras de drenagem e terraceamento para controle do escoamento superficial, e controle das águas subterrâneas (BACELLAR, 2006). A erosão é contida controlando-se a vazão, a declividade ou a natureza do terreno.

5.4.3 – Método usado para recuperação da área degradada

A implantação de barramentos de retenção tem a finalidade de apresar e reter o solo no fundo das voçorocas para, assim, reduzir a velocidade de fluxo no canal e permitir o crescimento da vegetação; contudo, não deixando de funcionar como uma estrutura drenante. Quanto a quantidade de barramentos, definiu-se uma distancia média de 50,0 m e uma altura variando de 1,5 a 2,0 m. Para a realização dos barramentos, obedeceu-se um dimensionamento prévio apresentado a seguir:

I - Dimensionamento de Barragem em Pneus

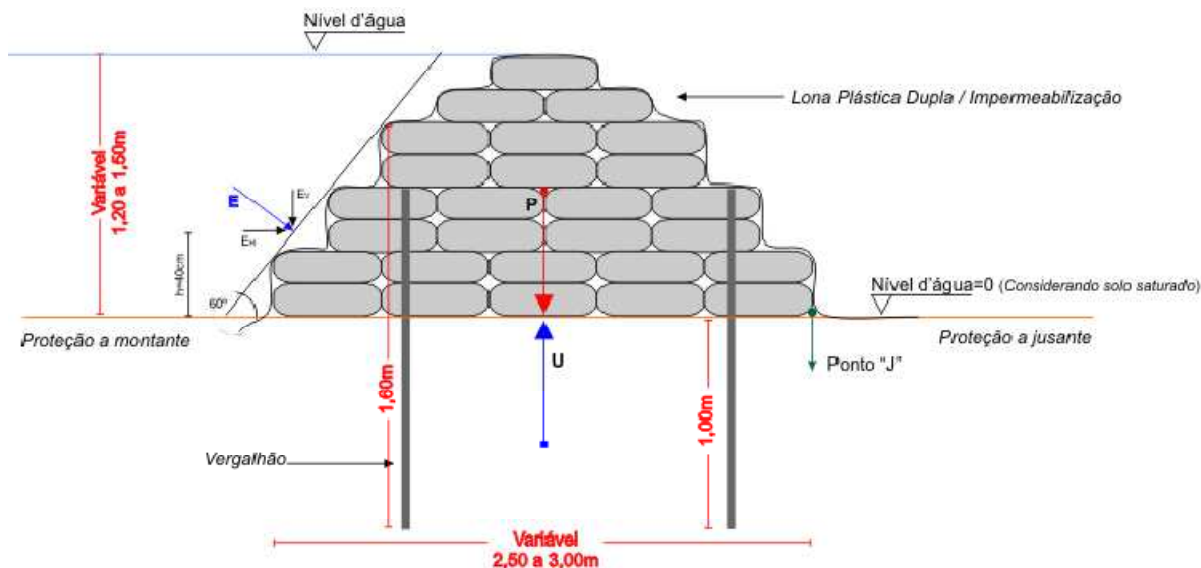


Fig. 5 - Barreira com pneus / conforme imagem acima

Fonte: Saneatins

Este estudo tem o objetivo verificar a estabilidade do barramento em pneus, esta solução vem a atender parâmetros importantes como: custo e facilidade de execução; visto que os materiais utilizados são de fácil e barato acesso. Quanto ao dimensionamento, temos que adotar a seguinte consideração:

O barramento de pneus possui uma impermeabilização em lona plástica na sua face externa, tornando-o assim uma estrutura teoricamente impermeável. Diante disto consideramos este barramento como sendo uma barragem de gravidade. A altura adotada para o dimensionamento foi de $h=1,50m$, sendo esta a situação mais crítica.

5.5 – Novo Métodos Proposto para a recuperação da Voçoroca

Devido ao método utilizado acima não ter atingindo os resultados esperado, tendo assim a necessidade de executar um novo estudo de recuperação da área. Devido falta de manutenção após a recuperação da área degradada, os barramentos de pneus com o tempo foram ficando danificados, comprometendo assim todo o trabalho realizado para a recuperação da área degradada. Com isso foi realizado um levantamento da área com todos os pontos de maior degradação, onde o mesmo foi assinado pelos moradores da região da área degradada e encaminhada para a prefeitura solicitando apoio pra fazer a manutenção da mesma, com o

auxílio de máquinas e materiais necessários para a manutenção. As imagens a seguir mostram o estado atual da voçoroca após a primeira face de recuperação realizada pela empresa responsável pela antiga adutora de água tratada.

Novo método utilizado para a recuperação da área.

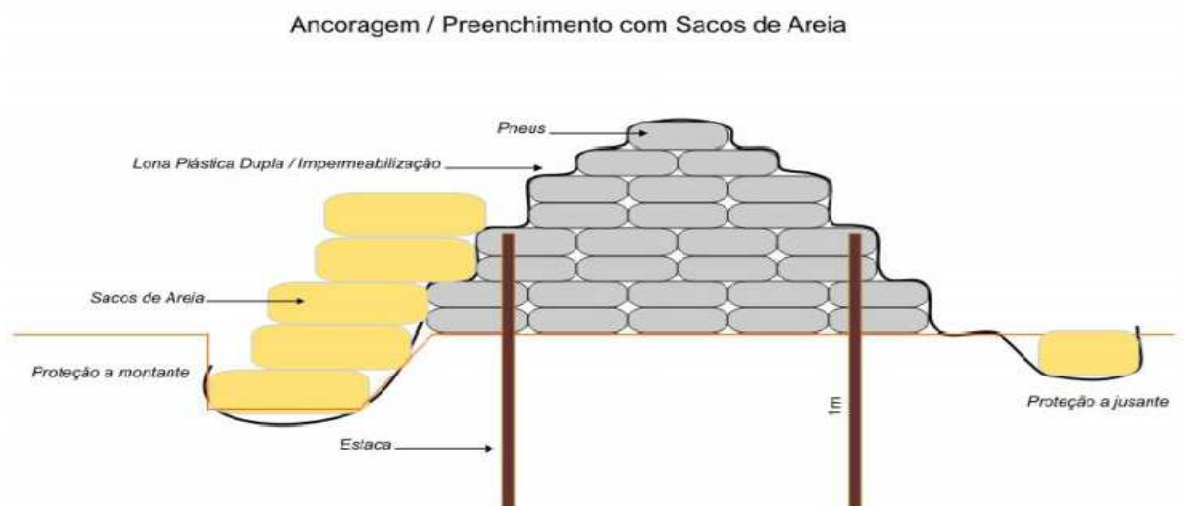


Fig. 6 - Novo método utilizado para a recuperação da área.

Fonte: Castro

O barramento de pneus possui uma impermeabilização em lona plástica na sua face externa, esta solução tende a tornar esta estrutura mais resistente a ação erosiva da passagem da água por entre os pneus.

Para a ancoragem desta lona plástica foram utilizados sacos de areia tanto a montante com a jusante, com isso espera-se uma percolação muito pequena tanto na base do barramento, quanto a própria estrutura.

6. – RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 – Técnicas Utilizadas

A partir da análise do material obtido com o levantamento fotográfico da área, foi possível descrever de uma maneira geral a real situação encontrada na área, podendo assim indicar alguns métodos para melhor utilização, prevenção e recuperação da área. Os principais fatores que deram origem ao processo erosivo foram em grande parte, a retirada da vegetação natural para retirada da tubulação da antiga adutora de água, onde deixaram o solo à mostra, susceptível a fatores externos e a má conservação do solo.

6.2 - O controle da vazão

É obtido com desvio ou condução da água por caminhos preferíveis em relação ao sulco erosivo e colocação de obstáculos (barramentos) que diminuam a velocidade de escoamento e que permitam o desenvolvimento de vegetações, aumentando a taxa de infiltração de água.

6.3 - O controle da declividade

É conseguido com retaludamento das encostas (suavização dos taludes), evitando o arraste de sedimentos pelo escoamento superficial, retendo assim sedimentos.

6.4 - O controle da natureza

Consiste na modificação da cobertura pelo capeamento vegetal ou reforço da superfície, tornando-a mais resistente. A formação de um maciço arbóreo reduz a velocidade de avanço do processo da voçoroca. Tal maciço auxiliará na estruturação do solo, na redução de velocidade das águas superficiais e na regularização da infiltração.

Ao passo que foram realizadas as operações de suavização dos taludes e a construção dos barramentos, realizaram-se, em conjunto, a revegetação dos taludes e das áreas críticas com plantio consorciado de gramíneas forrageiras para diminuir o impacto das gotas de chuva e garantir o travamento do solo. As principais características desejáveis das espécies de gramíneas são:

- Agressividade;
- Rusticidade;
- Rápido desenvolvimento;
- Fácil propagação;
- Fácil implantação com baixo custo;
- Pouca exigência quanto a condições do solo;
- Fácil integração na paisagem;
- Inocuidade às condições biológicas da região.

Espécies recomendadas:

- Brachiaria Brizantha;
- Brachiaria Decumbens;
- Brachiaria Dictioneura;
- Milheto;
- Andropogon;
- Humidícola.

A vegetação protegerá essencialmente contra a erosão superficial (ravinamento, dissecação, alteração da superfície), agregando as camadas superficiais e se implanta rapidamente.

6.4.1 - Avaliação comparativa

Para Ab'Saber (1968), o processo de formação das voçorocas está associado a paisagens de onde foi retirada a sua cobertura vegetal. Nestas paisagens, a água de escoamento superficial ao percorrer linearmente no solo, e atingir o lençol freático, compromete a estabilidade da área e gera a formação de voçorocas.

Esta avaliação apresenta uma comparação entre a situação inicial da área erodida e a situação do local após a execução da técnica proposta para a recuperação e execução dos barramentos, conforme mostra as fotos abaixo.



Fig. 7 - Antes; Vista de Montante p/ Jusante



Fig. 8 - Depois; Vista de Montante p/ Jusante



Fig. 9- Foto tirada em fevereiro 2012



Fig. 10 - Foto tirada em novembro 2012

A partir destas fotos verifica-se a execução de serviço de suavização dos taludes como uma forma de recuperação de condições mínimas de topografia para a disseminação de espécies de gramíneas.



Fig. 11 – Foto tirada em Fevereiro 2012



Fig. 12 – Foto tirada em Novembro 2012

Nas fotos tiradas antes do serviço de recuperação verifica-se que em alguns pontos, a erosão atingia alturas de até 3,0 m. Conforme podemos observar neste ponto foi utilizado a técnica de barramentos de pneus e suavização dos taludes.



Fig. 13 – Antes; Altura dos barrancos



Fig. 14- Depois; Altura dos barrancos



Fig. 15 – Antes; Extensão da Voçoroca



Fig. 16 – Depois; Extensão da Voçoroca



Fig. 17 - Montagem das barragens



Fig.18 - Conclusão da primeira barragem

6.5 – Situação Atual da Voçoroca

Existe locais onde o aparecimento das voçorocas tem uma maior probabilidade de ocorrer. Locais onde “a declividade é alta, a superfície do solo foi degradada, há concentração de enxurradas da bacia, ou por influência do escoamento da água” (PEREIRA,2006), são mais propícios ao voçorocamento.

As imagens abaixo identificam a situação atual da voçoroca após o trabalho de recuperação da área realizada em 2006 pela empresa responsável da antiga adutora de água.



Fig. 19 – Altura dos barrancos



Fig.20 – Curva da Voçoroca



Fig.21 – Extensão da Voçoroca



Fig.22 – Extensão da Voçoroca

7 – MÉTODOS DA PESQUISA

O desenvolvimento dos processos erosivos é geralmente atribuído a mudanças ambientais induzidas pelas atividades humanas. Sulcos, ravinas e voçorocas presentes em grande parte do território brasileiro geralmente estão associados ao uso do solo, ao substrato geológico, ao tipo de solo, ao relevo e às características climáticas e hidrológicas.

Fase 1

A primeira fase do presente trabalho foi o planejamento do mesmo, onde foram escolhidos o tema e a área de estudo do projeto, o qual se refere a análise de recuperação de voçoroca técnica com utilização de pneus usado as margens do Rio Perdida, localizada no município de Lizarda – TO.

Fase 2

Após o planejamento, foi realizado um levantamento bibliográfico através da leitura de materiais já publicados como livros, artigos técnicos, etc. A bibliografia consultada foi em geral, a respeito da área da erosão, de técnicas e métodos de controle das mesmas, bem como das características físicas da região de estudo. Em seguida, foi delimitada uma área circundante á erosão para intervenção. A partir da escolha dessa área foram realizadas observações e medições de sua extensão visando o controle e recuperação da área como:

- Trabalhos de campo: visitas a campo para observação das condições naturais e interferências antrópicas, e medições da extensão da erosão com utilização de equipamentos como trena.
- Registro fotográfico;
- Análise cartográfica referente à área de estudo, com base em sua planta altimétrica, imagem de satélite;
- Levantamentos geomorfológicos, climáticos e fatores de ocupação e pressão humana.

Com o intuito de obter informações sobre a possível causa e data do surgimento dessa erosão, formada na região de Lizarda, foram entrevistados moradores vizinhos mais antigos da região e a empresa responsável pela adutora de água. Nessa oportunidade, realizamos um documentário fotográfico da área, evidenciando os mecanismos erosivos presentes, a vista parcial onde ela se encontra, bem como detalhes do uso e ocupação do solo.

8 – CRONOGRAMA

Atividades	Mês/Ano	Mês/Ano	Mês/Ano	Mês/Ano	Mês/Ano	Mês/Ano	Mês/Ano
	12/2011	02/2012	04/2012	05/2012	08/2012	09/10/11/2012	03/04/2013
Escolha Do Tema	X						
Revisão Da Literatura		X	X	X		X	
Coleta De Dados			X	X	X	X	
Elaboração Do Projeto					X	X	
Defesa De Qualificação							X
Defesa							X

9 – CONCLUSÃO

Varias técnicas de recuperação de áreas degradadas estão sendo utilizadas das mais diversas formas e com diferentes tipos de matérias mais sempre buscando rapidez, eficiência e baixo custo. Com isso, a proposta técnica de recuperação de voçoroca com a utilização de barramentos de pneus usados, apresentou grande potencial de suporte a pressão hidrostática e atendeu a parâmetros importantes como custo e facilidade de execução, visto que os materiais utilizados são de fácil acesso e de baixo custo. Com relação a proposta de recuperação de voçoroca com pneus usados, apesar de promover a redução da quantidade de solo utilizado, esta técnica se mostrou limitada, pois em regiões no qual não existem muita disponibilidade e facilidade na aquisição deste material, uma vez que os custos para sua obtenção se tornam um pouco onerosos. No caso da área em estudo, as principais alterações morfológicas envolvem: solo exposto (desencadeando tanto compactação como escoamento superficial), criação de depressões, degradação da vegetação; alteração do equilíbrio dinâmico da área e possível afloramento do lençol.

A retirada de grande quantidade do solo de uma determinada área, e aqui se inclui a área em estudo, gera sérias consequências ambientais de degradação, pois conforme Mechi e Sanches (2010), se considerar que o solo superficial é a camada de maior fertilidade, uma vez removido, quase toda atividade pode ocasionar supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração.

Com isso concluir se que o método utilizado para fazer recuperação da área degradada e bastante eficiente deste que os mesmos sejam submetidos a manutenções periódicas ate a total recuperação da área. O uso e o manejo do solo alteram as suas propriedades, e de acordo com Bertol (2000) elas precisam ser monitoradas periodicamente.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **As boçorocas de Franca**. Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca, n.2, v.1, 1968, p. 5-27.
- BACELLAR, L. A. P. **Processos de Formação de Voçorocas e Medidas Preventivas e Corretivas**. Viçosa, 2006. 30 slides.
- BERTOL, S.A.M. **Pavimentação asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados**. Limpeza Pública, n.54, p.23-30, 2000.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 258 de 26 de agosto de 1999**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conoma/index>. Acessado em 15 de out. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Lei nº 6225 de 14 de julho de 1975: **dispõe sobre discriminação, pelo Ministério da Agricultura, de regiões para execução obrigatória de planos de proteção ao solo e de combate à erosão e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acessado em: 15 de out. 2012.
- CAPPI, D. M. **Recuperação ambiental de áreas erodidas como alternativa de destino final de pneus inservíveis**, Piracicaba, 2004. 196 p.
- CARVALHO, José Camapum de; MORTARI, Diógenes. **Formação e contenção de voçorocas no Distrito Federal**. In: 5 Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 5. 1995. ANAIS.
- CASTRO, Fabio Moreira Spinola; **Recuperação de voçorocas – técnicas com utilização de pneus usados**, 2006. 46p.
- CEMIG, Companhia Energética de Minas Gerais – **Erosão e formas de controle**. Belo Horizonte, 2.001. 31p.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Técnicas de Abastecimento e Tratamento de Água**. 2 ed. Revisada. São Paulo, 1976.
- CORREA, Altir. Coluna do Prof. Altir Corrêa: **Controle das Voçorocas**, 2.005. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/search/planets/coluna20/coluna20.html>. Acessado em: 18 de out. 2012.
- DIAS, L. E. & MELLO, V. **Recuperação de áreas degradadas**/Editado por DIAS, L. E. 123p. 2004.
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and Assessing Soil Quality. In: Doran, J.B.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWARTH, B.A. (eds.) **Defining Soil Quality for a Sustainable Environment**. Soil Science Society of America, Madison, SSSA special publication number 1994. 244p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. **Sistema de produção de voçorocas.** Disponível em: <http://www.embrapa.br/sistemasdeproducao/vocoroca>. Acesso em 08 set .2012 .

FERREIRA, R. R. M.; FERREIRA, V. M.; TAVARES FILHO, J. ; RALISCH, R. **Origem e evolução de voçorocas em Cambissolos na bacia do alto Rio Grande, Minas Gerais.** In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado-RS. Anais, 2007.

GALETI, Paulo Anestar. **Práticas de controle à erosão.** Campinas: ICEA, 1985. 278p.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos erosivos nas encostas. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações.** 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.139-155, 2002.

IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração.** Brasília, IBAMA, 96p. 1990.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Dados do município de Lizarda – TO.** 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 set. 2012.

MACHADO, P. A. L. **Regulamentação do estudo de impacto ambiental.**, n.93.ed.1, p.329-338, 1987.

MECHI, A.; SANCHEZ, D. L. **Impactos ambientais da mineração no estado de São Paulo.** Estudos Avançados, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

OLDMAN, L.R. The Global extent of soil degradation. In: **Soil Resilience and Sustainable Land Use.** GREENLAND, D.J. & SZABOCLS, I (Eds.). Cab International. Wallingford, UK. 1994. p.99-118.

PEREIRA, H.; ESMERO, J.; SALES, K. **Processos de Formação de Voçorocas e Medidas Preventivas e Corretivas.** Campina Grande, sem data. 21slides.

SALVADOR, Aparecida Rosa Ferla; MIRANDA, Jussara de Souza. **Recuperação de áreas degradadas.** IETEC, 2007.

SÁNCHEZ, L. H. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495 p

SPAROVEK, G., HORNINK, S.; SCHNUG, E. **A solution for worn out tires, gully erosions, forests and dengue fever in Brazil.** Landbauforschung Völkenrode, v.51, n.3, p.95-99, 2001.

SILVA, E. **Análise e avaliação de impactos ambientais.** 1998. 56 p.(Apostila de Avaliação de Impactos Ambientais).

SILVA, José Afonso. **Direito Ambiental Constitucional.** 6ª ed., Malheiros Editores Ltda., São Paulo, Brasil, 2007.

