UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – UNIPAC
FACULDADE DE CIÊNCIAS, FILOSOFIA E LETRAS *MATER DIVINAE GRATIE*
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA E MEIO AMBIENTE

PAULO VINICIUS DE ARAUJO CASTRO

EROSÃO: TÉCNICAS PREVENTIVAS E CORRETIVAS NO MANEJO E RECUPERAÇÃO DO SOLO

BARBACENA

2012

PAULO VINICIUS DE ARAUJO CASTRO

EROSÃO: TÉCNICAS PREVENTIVAS E CORRETIVAS NO MANEJO E RECUPERAÇÃO DO SOLO

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Geografia e Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Geografia e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Esp. André Luiz do Nascimento Quincas

BARBACENA

2012

Paulo Vinicius de Araujo Castro

EROSÃO: TÉCNICAS PREVENTIVAS E CORRETIVAS NO MANEJO E RECUPERAÇÃO DO SOLO

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Geografia e Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Geografia e Meio Ambiente.

Aprovada em:__/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. André Luiz do Nascimento Quincas
Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC

Prof. Esp. Renato Kneipp
Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC

Profa. Rosy Mara Oliveira
Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC

RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo, analisar as técnicas de manejo e recuperação de voçorocas. Procurou-se por isso, observar a gênese do solo; caracterizar a evolução dos processos erosivos, descrever os impactos das voçorocas, conhecer técnicas de manejo e recuperação ambiental, relacionar a recuperação de voçorocas e a sustentabilidade ambiental. Uma vez que as voçorocas resultado da erosão tornam o solo improdutivo, embora se saiba que muitos são os fatores de formação do solo e que deles depende em grande parte da fertilidade do solo, sabe-se também que a mão do homem é implacável e dentro dos seus interesses ele degrada do solo. Para isso, ele desmata, transforma as matas em pastagens, retirando as árvores nativas, faz assoreamento nas margens dos rios, produz queimadas. Esses elementos são na maioria das vezes os causadores da erosão, mas o clima, o material de origem do solo, o tempo, os organismos que formam o solo, o relevo tudo isso proporciona as transformações que o solo sofre. Todos os elementos reunidos associados com as águas das chuvas provocam a erosão degradando o solo que se não cuidado torna-se infértil, seco. Essa pesquisa bibliográfica foi realizada por meio da leitura de livros, revistas suportes de leitura sobre o tema, que deram subsídios à pesquisa. Conclui-se que, a erosão é tanto rural quanto urbana e nos dois casos prejudica o ser humano, quer seja na produção de alimentos, quer seja quando de enchentes que destrói a vida humana. Por isso, principalmente o homem do campo necessita de ajuda e quem pode ajuda-lo, são os técnicos agrícolas que podem mostrar a ele como manter a terra, prevenindo e corrigindo ravinas e voçorocas com o intuito de deter a erosão.

Palavras-chave: solo. erosão. voçorocas. medidas preventivas. medidas corretivas.

ABSTRACT

This work had as objective, analyze management techniques and reclamation of gullies. It was for this, observe the genesis of soil; characterize the evolution of erosive processes, describe the impacts of gullies, meet environmental recovery and management techniques, relate to the recovery of gullies and environmental sustainability. As a result of erosion gullies make the soil unproductive, although it is known that there are many factors of soil formation and that of them depends largely on soil fertility, it is also known that the hand of man is relentless and within their interests it degrades the soil. For this, he carried, transforms the thickets in grasslands, removing the native trees, making silting on the river banks, produces burned. These elements are most often the cause of erosion, but the climate, the soil parent material, time, bodies that make up the soil, the relief it provides the transformations that the soil suffers. All elements associated with meeting the rainwaters cause degrading the soil erosion if not careful becomes infertile, dry. This literature search was performed through the reading of books, magazines, reading on the topic brackets, which gave grants to research. It is concluded that the erosion is both urban and rural, and in both cases undermines the human being, whether in food production, either when flooding that destroys human life. So, mainly the field man need help and who can help you, are agricultural technicians that can show him how to keep the land, preventing and correcting ravines and gullies in order to stop the erosion.

Keywords: soil – erosion - gullies - preventive measures - corrective measures.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Componentes do solo.....14

Figura 2: Horizontes do solo.....15

Figura 3: Atuação dos organismos na formação do solo.....16

Figura 4: Trabalho mal realizado ocasionando erosão e grandes prejuízos ambientais com o assoreamento provocado pelo rompimento das estruturas de contenção construídas de forma inadequada.....20

Figura 5: Voçorocas.....25

Figura 6: Tipo de erosão remotante com constantes desmoronamentos das paredes na voçoroca em estudo Faz. Glória em Uberlândia-MG.....32

Figura 7: Representação de uma barreira revestida com sacos de ráfia para retenção de sedimentos.....33

Figura 8: Representação de uma das barreiras com paliçadas de bambu e sacos de ráfia servindo de escora.....33

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 7

1 SOLO 9
1.1 Formação do solo 10
1.1.1 Fatores de formação do solo 10
1.1.2 Processos de formação do solo 12
1.2 Classes de formação 13

2 EROSÃO X VOÇOROCAS 19
2.1 Erosão 19
2.2 Causas da erosão 19
2.3 Consequências da erosão 22
2.4 Voçorocas 26

3 FORMAÇÃO, MEDIDAS PREVENTIVAS E CORRETIVAS PARA VOÇOROCAS 27
3.1 Formação das voçorocas 28
3.2 Medidas preventivas para a não ocorrência das voçorocas 29
3.3 Medidas corretivas para o controle das voçorocas 32

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 37

REFERÊNCIAS 39

INTRODUÇÃO

A erosão do solo tem provocado problemas não só para agricultores, mas também para a população. Se na zona rural ela dificulta a plantação por tornar o solo estéril e impossível de cultivo, na zona urbana ela provoca tragédias, ceifando vidas e as destruindo.

Sabe-se que a erosão é provocada na maioria das vezes pelas águas da chuva, que quando em torrentes leva consigo tudo o que encontra pela frente. Isso faz com que lavouras sejam dizimadas, deixando o agricultor sem condições de sobrevivência e de dar aqueles para quem ele planta (a população em geral) os alimentos necessários no seu dia a dia; e o homem da zona urbana veja seus imóveis e pertences destruídos e até mesmo sua vida ameaçada.

Por outro lado, também as queimadas, o pastoreio e o uso inadequado da terra provocam as chamadas voçorocas que fazem com que a terra em alguns casos se torne inútil para quaisquer usos.

As voçorocas são consideradas grandes crateras causadas por processos erosivos avançados. Acredita-se que estes processos erosivos são causados pela falta de manejo de solo adequado ao clima tropical, sendo assim, é importante conhecer as técnicas de manejo sustentável destes processos erosivos a fim de contê-los ou recuperá-los.

Assim objetivou-se analisar as técnicas preventivas e corretivas no manejo e recuperação do solo.

Partindo desse objetivo, procurou-se caracterizar a evolução dos processos erosivos, descrever os impactos das voçorocas, conhecer técnicas de manejo e recuperação ambiental, relacionar a recuperação de voçorocas e a sustentabilidade ambiental.

Este trabalho foi elaborado por meio de uma pesquisa de revisão bibliográfica sobre a evolução dos processos erosivos que proporcionam a formação de ravinas e voçorocas, típicas em solos tropicais. Pois, as medidas preventivas e corretivas utilizadas quando do manejo e recuperação de solo são importantes para obtenção da sustentabilidade ambiental nos ecossistemas tropicais.

Essa pesquisa bibliográfica foi realizada por meio da leitura de livros, revistas e da internet, suportes sobre o tema que deram subsídios à pesquisa.

Para melhor elaboração desse trabalho, ele foi dividido em quatro capítulos, sendo o primeiro deles a introdução; o segundo capítulo tratou do solo, os tipos de solo e sua formação; o terceiro capítulo procurou dimensionar a erosão suas causas e consequências, assim como definir a voçoroca um dos principais processos erosivos; no quarto capítulo buscou-se entender como se formam as voçorocas, que medidas preventivas e corretivas podem ser trabalhadas no solo para que elas não ocorram, finalizou-se com uma discussão sobre tudo o que foi pesquisado.

1 SOLO

O solo, também chamado terra, tem grande importância na vida de todos os seres vivos do nosso planeta, assim como o ar, a água, o fogo e o vento. É do solo que retiramos parte dos nossos alimentos e que sobre ele, na maioria das vezes, construímos as nossas casas (EMBRAPA)[1].

Tendo o solo toda essa importância, é natural que se queira conservá-lo, que se entenda a importância de serem utilizadas medidas preventivas e corretivas quando pela ignorância ou ganância do homem ele é degradado, já que dele dependemos para prover a nossa subsistência seja por meio da terra, do ar que respiramos ou da água.

O solo pode ser considerado resultado da adaptação das rochas às condições de equilíbrio do meio em que se encontram expostas, geralmente diferentes daquele que condicionou sua gênese. Os problemas ambientais têm sido e são abordados como consequência, entre outras, das disfunções que a atividade humana provoca, e de suas repercussões. A ação às vezes negligente, do agricultor sobre o solo, tem conduzido à deterioração, frequentemente irreversível, das suas propriedades, afetando o seu potencial produtivo, no processo complexo conhecido como degradação das interações físicas, químicas e biológicas (EMBRAPA, 2003)[2].

A natureza, assim como o próprio homem modificam o solo, a natureza por meio de intempéries e o homem pela necessidade de sobrevivência, arando de forma inadequada o solo e o usando também para o pastoreio, ou apenas pelos lucros auferidos a partir do corte de árvores, do desvio de rios, da mineração e outros.

Na natureza, além dos processos de formação dos solos, existem outros, principalmente derivados da ação dos agentes erosivos, que atuam em sentido contrário. Normalmente, produz-se uma harmonia entre a ação de uns e de outros, estabelecendo-se um equilíbrio entre os mecanismos de "desgaste" e de "de formação" do solo (MEDEIROS *et al*. 2006)[3].

O solo é formado a partir da rocha através da participação dos elementos do clima (chuva, gelo, vento e temperatura), que com o tempo, e a ajuda dos organismos vivos (fungos, líquens e outros) vão transformando as rochas, diminuindo o seu

[1] http://www.cnps.embrapa.br/search/mirims/mirim01/mirim01.html
[2] http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado_2ed/solos.html.
[3] http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado_2ed/solos.htm

tamanho, até transformá-la em um material mais ou menos solto e macio, também chamado de parte mineral (EMBRAPA)[1].

Isto é, é a rocha que alimenta o solo a partir das alterações intempéricas, que principalmente a água e o vento fazem nela.

Logo que a rocha é alterada e é formado o material mais ou menos solto e macio, os seres vivos animais e vegetais, como insetos, minhocas, plantas e muitos outros, assim como o próprio homem, passam a ajudar no desenvolvimento do solo.

O solo ou terra como também é chamado, é composto de quatro partes, a saber: ar; água; matéria orgânica (restos de pequenos animais e plantas); e parte mineral que veio da alteração das rochas, ou seja, a areia da praia, o barro, entre outros exemplos. Estes quatro componentes do solo se encontram misturados uns aos outros. A matéria orgânica está misturada com a parte mineral e com a água (EMBRAPA)[1].

A princípio, o solo é constituído de partículas minerais de diferentes tamanhos (frações granulométricas). A textura do solo corresponde à proporção relativa das frações granulométricas existentes em um solo. Ou seja, o quanto se tem de areia, silte e argila em uma amostra de solo (LORENZO, 2010)[4].

1.1 Formação do solo

Os seres vivos ajudam na formação do solo, eles atuam misturando a matéria orgânica (restos de vegetais e de animais mortos) com o material solto e macio em que se transformou a rocha. Esta mistura faz com que o material que veio do desgaste das rochas forneça alimentos a todas as plantas que vivem no nosso planeta. Além disso, os seres vivos quando morrem também vão sendo misturados com o material macio e solto, formando o verdadeiro solo (EMBRAPA)[1].

1.1.1 Fatores de formação do solo

O solo apresenta fatores que são representados pela seguinte função:

s = f (cl, o, r, mo, t, ...)

Fonte: http://solos.ufmt.br/docs/Fundamentos/Fatores.pdf

[4] http://marianaplorenzo.com/2010/10/15/pedologia-textura-do-solo/

Onde:

cl = CLIMA corresponde a precipitação (mm) e temperatura (°C);

o = ORGANISMOS corresponde a vida animal e vida vegetal;

r = RELEVO: corresponde a topografia, varia de acordo com o lugar;

mo = MATERIAL DE ORIGEM corresponde estrutura geológica (rochas e minerais); e

t = TEMPO corresponde a tempo geológico (ANDRADE, 2001, p.22)

A fórmula acima descreve os principais fatores de formação do solo. Porém, é uma fórmula que expressa valores qualitativos e não quantitativos.

Os elementos do "clima", cuja atuação sobre a pedogênese é mais direta, são: radiação solar (calor), precipitação pluvial (água da chuva) e pressão atmosférica. O calor influi diretamente nas atividades das reações químicas e processos biológicos que ocorrem no perfil do solo. A água promove a reação de hidrólise (ataque de íons H+ à estrutura de minerais, com consequente colapso e destruição dos minerais) onde ocorre a hidratação do solo. A água excedente atua no desenvolvimento do perfil do solo conforme a sua quantidade: regiões onde a quantidade de água excedente é grande, geralmente apresentam solos mais profundos, pois a velocidade dos processos pedogenéticos é mais acentuada. O vento causa a erosão eólica e o ressecamento da superfície do solo. O clima relaciona-se diretamente com o tipo de vegetação local, que pode ter grandes variações botânicas (PORTO ALEGRE, s.d.)[5].

Os "organismos" compreendem a microfauna, a macroflora, a macrofauna e o homem. Eles desempenham papel importante na diferenciação dos horizontes do solo, pois a microflora (algas, fungos e bactérias, principalmente) e a microfauna (especialmente os protozoários e nematóides) decompõem os restos vegetais e animais e, em consequência, liberam o húmus, que é uma mistura complexa de substâncias amorfas coloidais. A ação da macrofauna na diferenciação dos horizontes decorre da quantidade de material orgânico adicionado ao solo, que varia conforme a espécie vegetal. A macroflora protege os solos dos efeitos erosivos. A macrofauna (tatu, minhoca, cupim e formiga, principalmente) age no perfil de solo devido à ação escavadora, criando galerias no solo e, em consequência aumentando a circulação de ar. Finalmente, o homem pode agir sobre alguns atributos do solo através de certas práticas de manejo, tais como: a drenagem, calagem, gessagem, adubação e uso de herbicidas[5].

[5] http://www.lapes.ufrgs.br/discpl_grad/geologia3/solos.pdf

Quanto ao relevo implica na elevação relativa da superfície da Terra considerada coletivamente. Para a grande maioria dos solos, existe uma estreita relação com o tipo de relevo. A água pluvial, no relevo pouco movimentado, encontra condições favoráveis para infiltrar no solo, e o escorrimento superficial não é tão acentuado. Por outro lado, no relevo mais movimentado, o escorrimento superficial é maior do que a infiltração. Nas regiões mais úmidas, os solos que ocorrem em relevo pouco movimentado são em geral mais profundos do que nas áreas com declive acentuado. Na posição de cota mais baixa do relevo, a má drenagem provoca acúmulo de água e, como consequência, ocorre o fenômeno de redução de ferro, originando os solos gleisados (orgânicos)[5].

Quanto ao "material de origem", o mesmo representa o material intemperizado, de natureza mineral que deu origem aos solos por processos intempéricos. Esse material pode já ter sofrido transporte e deposição, o que é muito comum em condições de clima tropical. O material de origem é constituído por minerais com diferentes graus de suscetibilidade ao processo de intemperismo o qual pode ser físico, químico e biológico. Ele pode estar relacionado com vários atributos do solo: químico, granulométrico, morfológico e mineralógico. Rochas basálticas dão origem a solos de textura argilosa ou muito argilosa enquanto que solos derivados de arenito são arenosos. Materiais de origem ricos em quartzo conferem ao solo cor clara.

O "tempo" é o fator de formação que define o quanto à ação do clima e dos organismos ocorreram sobre o material de origem, em um determinado tipo de relevo. Todas as propriedades morfológicas requerem tempo para se manifestarem no perfil do solo. O solo pode ser considerado maduro quando os horizontes já estão bem desenvolvidos (PORTO ALEGRE, s.d.)[5].

1.1.2 Processos de formação do solo

Na formação do solo ocorrem reações físicas, químicas e biológicas que determinam os diferentes horizontes com suas características peculiares, tais como a transformação, a remoção, a translocação e a adição.

A "transformação" que é a ruptura da rede cristalina dos minerais primários; Gênese dos minerais de argila; Decomposição da matéria orgânica É a atuação do intemperismo químico (modificação/decomposição);

A “remoção” que é provocada pela lixiviação de elementos para o lençol freático, podendo ocasionar a retirada ou extração de diferentes elementos.

A “translocação” é a movimentação de matéria orgânica, argila silicatada e óxidos do horizonte A para B. É o movimento/ transporte da matéria de um lugar para o outro.

A “adição” pode ser a incorporação de matéria orgânica ao solo; ou onde adicionam-se diferentes tipos de materiais (RESENDE *et al*, 2002, p.30; PORTO ALEGRE, s.d.[5]).

1.2 Classes de formação

Dentre as classes de formação do solo destacam- se a Latolização, a Podzolização, a Calcificação, o Halomorfismo e o Hidromorfismo.

A “latolização” descreve a transformação e/ ou remoção de sílica e bases (Ca, Na, K) do perfil dos minerais constituintes. Os solos formados por essa classe de processos são aqueles com horizonte B LATOSSÓLICO (BW). São os mais desenvolvidos (velhos) da crosta terrestre.

A “podzolização” ocorre através da translocação de matéria orgânica e óxidos de Fe e Al do horizonte A para o horizonte B.

A “calcificação” ocorre em áreas onde a precipitação é menor do que a evaporação (P<E) fazendo com o solo tenha um Ph predominantemente alcalino, formando grandes concentrações de carbonato. Muita vezes, ainda consiste na translocação do $CaCO_3$ no perfil, o que provoca sua maior concentração em alguma parte do solo.

Já o “hidromorfismo” ocorre pelo excesso de H_2O. O excesso de água imprime ao solo certas características peculiares.

Quanto ao “halomorfismo”, o mesmo se dá quando concentrações anormais de sais ocorrem no perfil do solo. Os solos halomórficos estão em depressões onde possa ocorrer excesso de sais e de água temporariamente. Os sais são trazidos das elevações circunvizinhas pela enxurrada ou pelo lençol freático (RESENDE *et al*, 2002, p.33; PORTO ALEGRE, s.d.)[5].

São esses fatores, processos e classes que permitem ao solo sofrer mudanças, levando-se em conta que os solos variam de um lugar para o outro e que são muitas as suas características.

De acordo com EMBRAPA (2003),

> A textura do solo corresponde à proporção relativa em que se encontram os diferentes tamanhos de partículas, em determinada massa de solo. Refere-se, especificamente, às proporções relativas das partículas ou frações de areia, silte e argila na terra fina seca ao ar (TFSA). Consiste na propriedade física do solo que menos sofre alteração ao longo do tempo. Possui tamanha relevância na irrigação, pois tem influência direta na taxa de infiltração de água, na aeração, na capacidade de retenção de água, na nutrição, como também na aderência ou força de coesão nas partículas do solo. Os teores de areia, silte e argila no solo influem diretamente no ponto de aderência aos implementos de preparo do solo e plantio, facilitando ou dificultando o trabalho das máquinas. Influi também, na escolha do método de irrigação a ser utilizado (EMBRAPA, 2003)[2].

Como a textura do solo adquire o nome das partículas das quais ele é originário, eles tomam os nomes de:

Solos arenosos: são mais leves para preparo, com menor capacidade de retenção de água; bem drenados; elevada suscetibilidade à erosão.

Solos argilosos: são mais pesados para o preparo e tem elevada retenção de água e menor suscetibilidade à erosão.

Solo silitoso: solos com elevada porcentagem de silte: elevada suscetibilidade à formação de encrostamento superficial, ocorrendo a diminuição da infiltração e dificuldade de emergência de plântulas. Exemplo: Latossolo do Cerrado (EMBRAPA, 2003)[2].

São, portanto componentes do solo: a argila, a areia e o silte. Que determinam por sua vez a textura que o compõe. Conforme pode ser visto na figura 1 a seguir.

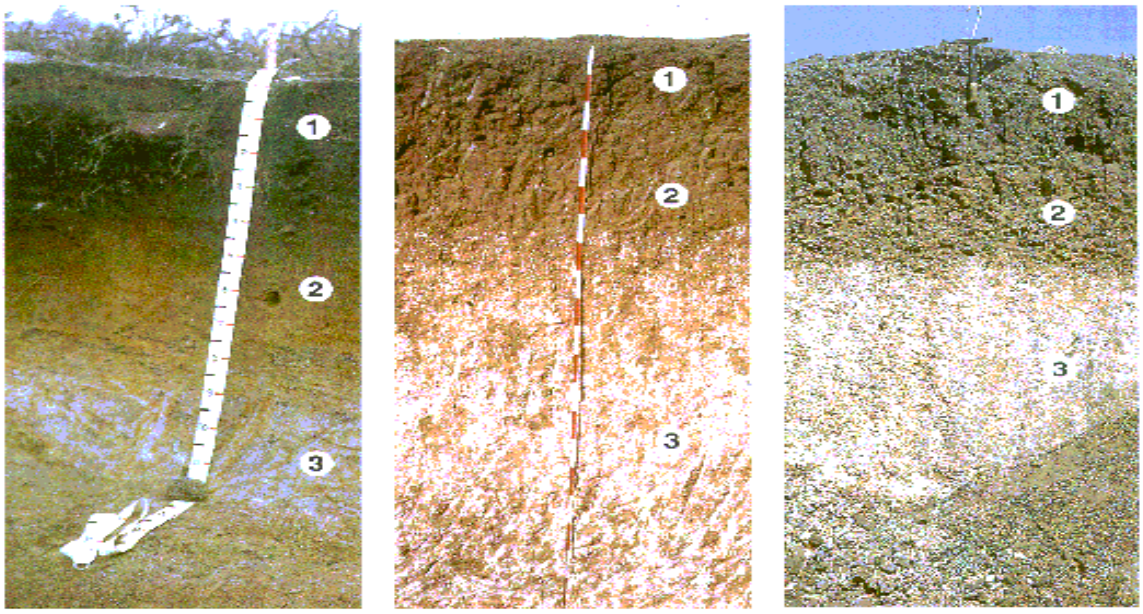
FIGURA 1 – Componentes do solo

Fonte: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br

Dentro do solo existem pequenos buracos chamados de poros do solo, onde ficam armazenadas a água e o ar que as raízes das plantas e os outros organismos necessitam para beber e respirar.

O solo também tem as suas camadas que são chamadas de horizontes do solo. Em cada uma das fotos abaixo (figura 2), podemos ver as diferentes camadas do solo, sendo cada uma de uma cor diferente, essas camadas são os horizontes do solo.

FIGURA 2 – Horizontes do solo



Fonte: http://www.cnps.embrapa.br/search/mirims/mirim01/mirim01.html

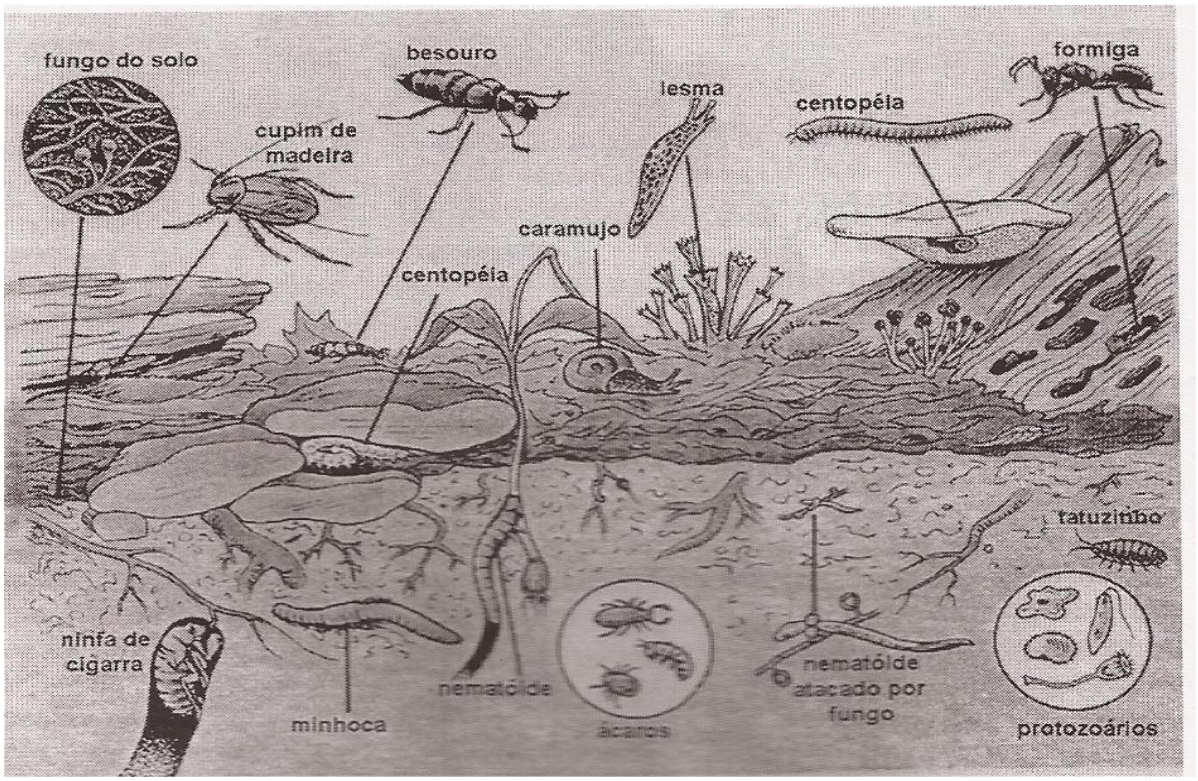
A cor escura do primeiro horizonte vem da matéria orgânica do solo, que é formada por animais e plantas que morrem e caem sobre ele e, que aos poucos vão sendo misturados com a parte mineral. Essa diversidade de solos reflete as variações que ocorre na natureza dos fatores de formação.

Assim, esses solos se apresentam na natureza com diferentes cores, como por exemplo: amarelo, vermelho, marrom, preto, cinza, azulado, esverdeado e branco.

Estes horizontes podem apresentar cores diferentes, como nas fotos Geralmente o primeiro horizonte é mais escuro que os outros, isso porque é nele onde normalmente plantam-se os vegetais.

Os vegetais (frutas, verduras, legumes e árvores) e os pequenos animais quando morrem vão se misturando com este primeiro horizonte dando a ele uma cor escura (figura 3).

FIGURA 3 - Atuação dos organismos na formação do solo



Fonte: Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: solo, 2002.

Para Lima e Guilherme (2002) pequenos animais, bactérias, fungos e raízes de plantas também fazem parte do processo biológico de formação do solo. Um dos animais mais importantes é a minhoca.

Para os autores:

> Um hectare de terreno pode ter uma população de minhoca capaz de processar nove toneladas de solo por ano. Esses animais literalmente comem seu caminho através do solo, promovendo a mistura de materiais orgânicos e inorgânicos, aumentando a quantidade de nutrientes disponíveis às plantas, trazendo nutrientes de camadas mais profundas do solo para a cama da mais superficial, onde há maior concentração de raízes e aumentando, com isso, a fertilidade do solo. (...) Fungos e bactérias são também de compositores e têm importante participação nos ciclos de muitos minerais. Eles assim como outros animais, reduzem o material orgânico a tamanhos menores, melhorando a qualidade do solo. (LIMA e GULHERME, 2002, p.9).

Ou seja, os organismos vivos que existem no solo contribuem para que ele se mantenha repleto de nutrientes, ao contrário, a degradação do solo ao tornar infértil esse solo, também os destrói.

Para Embrapa (2003)[2] os principais constituintes se medem pela sua textura, que se refere à proporção relativa em que se encontram, em determinada massa de solo, os diferentes tamanhos de partículas.

São três as classes de textura do solo:

Solos de Textura Arenosa (Solos Leves) - Possuem teores de areia superiores a 70% e o de argila inferior a 15%; são permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água e de baixo teor de matéria orgânica. Altamente susceptíveis à erosão, necessitando de cuidados especiais na reposição de matéria orgânica, no preparo do solo e nas práticas conservacionistas. São limitantes ao método de irrigação por sulcos, devido à baixa capacidade de retenção de água, o que ocasiona uma alta taxa de infiltração de água no solo e, consequentemente, elevadas perdas por percolação.

Solos de Textura Média (Solos Médios) - São solos que apresentam certo equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila. Normalmente, apresentam boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e índice médio de erodibilidade. Portanto, não necessitam de cuidados especiais, adequando-se a todos os métodos de irrigação.

Solos de Textura Argilosa (Solos Pesados) - São solos com teores de argila superiores a 35%. Possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água. Esses solos apresentam maior força de coesão entre as partículas, o que além de dificultar a penetração, facilita a aderência do solo aos implementos, dificultando os trabalhos de mecanização (EMBRAPA, 2003)[2].

Embora sejam mais resistentes à erosão, são altamente susceptíveis à compactação, o que merece cuidados especiais no seu preparo, principalmente no que diz respeito ao teor de umidade, no qual o solo deve estar com consistência friável. Apresentam restrições para o uso da irrigação por aspersão quando a velocidade de infiltração básica for muito baixa (EMBRAPA, 2003)[2].

Apesar das diversas texturas do solo, dependendo do cuidado dispensado ao solo, ele pode ser suscetível à erosão ou não.

Tendo o conhecimento da terra em que vive, o homem pode saber o que o solo lhe permite trabalhar partindo da textura encontrada nele, dando-lhe a segurança de produtividade e economia.

2 EROSÃO X VOÇOROCAS

2.1 Erosão

O arraste de partículas constituintes do solo se dá pela ação de fatores naturais como água, vento, ondas que são tipos de erosão, além da própria erosão geológica ou normal que tem por finalidade nivelar a superfície terrestre (AMBIENTE BRASIL, s.d.)[6].

A erosão acontece, provocada pela natureza e por outros fatores ao longo dos tempos, entre eles, a mão do homem, que tem agido rapidamente e que tem como consequências, perdas da sustentabilidade do solo, provocando problemas ao meio ambiente.

BAHIA e RIBEIRO (1997) dizem que, práticas agrícolas tais como: queimadas, aragem com trator "morro abaixo", molhamento do cultivo com mangueiras d'água – são reconhecidamente inadequadas à conservação dos solos.

De acordo com Salgado *et al*. (2008) a conjugação do manejo inadequado do solo com a topografia acidentada, os solos friáveis e as chuvas concentradas tem resultado no desencadeamento de diferentes processos erosivos, e entre estes da erosão linear acelerada.

Para Lima e Guilherme (2002) a erosão é a desagregação e transporte de matéria de solo pela água ou vento.

Observa-se, que a água é o fator maior da erosão, especialmente porque o solo utilizado inadequadamente permite que a erosão aconteça e se agrave a cada temporal.

2.2 Causas da erosão

Segundo Zoccal (2007) os fatores que afetam e levam à formação de erosão são primeiramente causados por forças ativas e delas observam-se: as *c*aracterísticas da chuva; a declividade do terreno; a capacidade que o solo tem em absorver a água da chuva; a resistência que exerce o solo à ação erosiva da água por suas características físicas e químicas; e a natureza e densidade de vegetação que o terreno tem.

Essas observações podem fazer com que se tomem atitudes preventivas para proteger o solo antes que ele seja erodido.

Para Zoccal (2007) são fatores que levam a erosão, no trabalho propriamente dito com o solo:

---

[6] http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuario/erosao_do_solo/erosao_do_solo.html

> Falta de conservação de solo nas cabeceiras das propriedades; preparo inadequado do terreno nas épocas de plantio; desconhecimentos das técnicas de conservação do solo; ausência de reconhecimento das áreas antes do início dos trabalhos; inadequado dimensionamento das obras a serem executadas; desconsideração dos tipos de solo para as recomendações do controle de erosão; construção de terraços com espaçamento grande e às vezes com equipamentos impróprios; desconsideração das áreas de contribuição para o dimensionamento das obras a serem executadas; o tipo de terraço a ser construído nem sempre é o recomendado para aquelas condições; divisão de pastagens mal planejada pelos proprietários; época de realização dos serviços nem sempre é a mais indicada para a execução; por vezes, no dimensionamento da obra, desconsidera-se a topografia; obras não concluídas ou realizadas em desacordo com a recomendação técnica em razão da descapitalização dos proprietários; falta de conhecimento da capacidade de uso do solo; construção de terraço em desnível sem conhecimento do tipo de solo; estradas rurais vicinais de terra e asfaltadas são caminhos para erosões se não forem construídas com critério (ZOOCAL, 2007, p.24)

O desconhecimento dos proprietários com relação ao tipo de solo que possuem em suas propriedades faz com que, todos os fatores acima levem a degradação do solo e, por conseguinte a erosão. Faz-se necessário, que todos os fatores acima sejam levantados quando se deseja utilizar a terra para o plantio.

Constata-se que a chuva é seguramente a principal causa da erosão, contudo se não houver por parte, do proprietário, seja ele particular ou órgão público um cuidado com relação à prevenção do trabalho a ser executado no solo, um estudo sobre a topografia, um trabalho executado sem a assistência técnica devida, quer seja um solo destinado a agricultura, ao pasto ou a construção de estradas, esse solo com certeza usado de forma inadequada poderá se não provocar a erosão, facilitá-la, conforme pode ser visto na figura 4 a seguir.

FIGURA 4 - Trabalho mal realizado ocasionando erosão e grandes prejuízos ambientais com o assoreamento provocado pelo rompimento das estruturas de contenção construídas de forma inadequada.

Fonte:http://www.codasp.sp.gov.br/site/images/stories/Arquivos/LIVRO%20%20ZOCALSolucoes%20Volume%2001%20-%20Erosoes.pdf.

Levando-se em conta os fatores anteriormente descritos, pode-se considerar que nem toda terra é apropriada ao uso agrícola, ou pastagem, ou ainda a construções urbanas (LIMA e GUILHERME, 2002, p. 21).

Na realidade existem diversos tipos de erosão, contudo a maioria delas está ligada à água. São elas:

Erosão hídrica - A erosão pela água, mais conhecida como erosão hídrica engloba alguns dos principais tipos de processos erosivos, afinal, a água é o maior agente erosivo externo existente. Ela pode ser: Laminar – ocorre de maneira suave e uniforme em toda superfície do terreno; Sulco – corte pouco profundo no solo que surge com a concentração da água; Ravina – aprofundamento do sulco, podendo atingir vários metros; voçoroca – é a última fase da erosão linear com participação ativa da água subterrânea, *pipping* – erosão interna que evolui regressivamente, na forma de tubo de drenagem (SANTA CATARINA - RODOVIAS VERDES, 2010)[7].

Entende-se que cada processo de erosão ocorre num crescendo, caso não exista por parte do homem, providências no sentido de prevenir ou corrigir, evitando que ela venha a ter consequências irreversíveis.

Ela subdivide-se ainda em:

Erosão pluvial - Este tipo de erosão é provocado pelas águas das chuvas. A água das chuvas pode escorrer sobre a superfície do solo formando as enxurradas, ou infiltrar-se no terreno;

Erosão fluvial - É o desgaste do solo provocado pelas águas dos rios, este processo ocorre graças às fortes correntezas dos rios que são capazes de arrancar fragmentos das margens, alterando assim os seus contornos. Um fato importante a ser citado é a presença de partículas sólidas em suspensão nas águas dos rios, pois estas são responsáveis por parte do desgaste da rocha que o rio está em contato. Normalmente, um rio possui mais força erosiva no seu curso superior e médio e menos no seu curso inferior. Para jusante, ele perde sua competência, a qual é maior à montante;

Erosão marinha - A erosão provocada pelas águas do mar designa-se por erosão marinha ou abrasão marinha. As águas do mar atuam sobre os materiais do litoral (linha de costa) desgastando-os através da sua ação química e da sua ação mecânica. O aspecto da linha de costa é variável de acordo com a natureza dos materiais rochosos que a constituem. De um

[7] <http://rodoviasverdes.ufsc.br/files/2010/05/Geotecnia-Ambiental-Parte-3.pdf.>.

modo em geral podemos detectar dois tipos de costa: a costa de abrasão: de natureza alta e escarpada; e a costa de praia (ou de acumulação) - baixa e arenosa.

Erosão eólica - É a erosão provocada pelo vento. Quando sopra, o vento levanta areia do chão, transportando–a para lugares distantes. Durante o trajeto, os grãos de areia agem como lixa sobre as rochas que encontram pelo caminho, desgastando-as e alterando suas formas e provocando a formação de dunas.

Erosão glacial – É a erosão causada pelo gelo, e ela acontece quando acontece a transformação: água – gelo – água.

Erosão biológica – É o processo erosivo decorrente da ação dos seres vivos, sejam vegetais, abrindo fendas com suas raízes, quer sejam animais, abrindo buracos nos solos, favorecendo infiltrações e desmoronamentos.

Erosão química - Envolve todos os processos químicos que ocorrem nas rochas. Há intervenção de fatores como calor, frio, água, compostos biológicos e reações químicas da água nas rochas. Este tipo de erosão depende do clima, em climas polares e secos, as rochas se destroem pela troca de temperatura; e em climas tropicais quentes e temperados; a umidade, a água e os dejetos orgânicos reagem com as rochas e as destroem (SOUZA, 2008)[8].

Além dessas, as principais agressões causadas pelo homem decorrem da: retirada da cobertura vegetal; agricultura praticada irracionalmente com manuseio impróprio; formação de pastos com alta densidade de animais; abertura de valetas; abertura de estradas e execução de loteamentos sem nenhum planejamento nem assistência técnica.

Todos esses processos fazem com que o solo se rompa formando ravinas e voçorocas, fazendo com que o solo se modifique. Esses processos apesar de a maioria ser fruto da natureza, são acompanhados de diversas consequências, que não só prejudicam o trabalho do homem, assim como dificultam sua qualidade de vida.

2.3 Consequências da erosão

Segundo Barros (2012), os efeitos da erosão hídrica podem ser observados no local de origem da erosão (fonte de sedimentos) ou nos rios e reservatórios onde são transportados e depositados, denominados de locais fora do local de origem. O autor ressalta que a erosão em cabeceiras dos rios provoca a destruição de nascentes, comprometendo o abastecimento dos centros urbanos. As áreas de lavouras perdem sua camada mais fértil e fertilizante nela

[8] http://www.ebah.com.br/content/ ABAAAAGDQAG/erosao#

aplicados, não obstante ás áreas de deposição e os corpos d'água recebem material com alta carga de agroquímicos e nutrientes afetando fortemente a qualidade do solo e dos mananciais.

De acordo com Barros (2012), no Brasil a erosão de maior importância é a erosão hídrica pluvial, isto é, a água da chuva é o maior agente ativo responsável pela remoção do solo e demais consequências. O país apresenta altos índices pluviométricos, sendo esse um dos grandes motivos do significativo impacto da erosão hídrica no país (BARROS, 2012, p.15)

Se verdade, que o homem com suas alterações no solo estão também motivando mudanças no clima, esse processo será ainda maior, visto que os índices pluviométricos têm aumentado inclusive em locais em que não se ouvia falar há algum tempo.

Para Silva (1998) *apud* Pomianoski (2004), a prática de atear fogo à vegetação persiste nestes 500 anos de ocupação do território brasileiro. Com a queima, os terrenos ficam descobertos e na ocorrência das chuvas, estas atuam diretamente sobre o solo, intensificando a erosão hídrica. O ambiente é seriamente danificado. A prática, aparentemente mais econômica, da queima da vegetação ocasiona, aos recursos naturais, danos que se tornarão muito onerosos no futuro (SILVA, 1998 *apud* POMIANOSKI, 2004, p.29)

As queimadas eram realizadas já há algum tempo, mas o homem não tinha noção dos efeitos dela sobre o solo, contudo hoje esse processo continua, apesar de todas as orientações dos técnicos que tratam do solo. Observa-se que a pressa que o homem tem em ter lucros, tem levado a degradação do solo com muita rapidez.

Os autores Pardini et. al. (2004) *apud* Pomianoski (2004) afirmam que ocorre uma drástica mudança nas propriedades do solo, na erosão e perdas de nutrientes após o uso do fogo em todos os tipos de solo. Comparando estatisticamente, seus valores variaram com diferença significativa (PARDINI *et. al*.,2004 *apud* POMIANOSKI. 2005, p.29).

Pomianoski (2005) ainda *apud* ICE *et al*., (2004), que diz que o fogo pode repelir a água e consumir as plantas da superfície e seus resíduos além das estruturas orgânicas do solo. Essas mudanças causam interferências na umidade, estrutura e infiltração que pode acelerar a superfície de escorrimento, erosão, transporte de sedimentos e deposição (ICE, 2004 *apud* POMIANOSKI. 2004, p.29)..

Dessa forma entende-se que o solo passa a estagnar, não permitindo assim, que o homem realize naqueles espaços, a lavoura pretendida, se esse era o objetivo da queimada.

Em seu trabalho GARCIA-CORONA *et. al*. (2004) *apud* Pomianoski (2005) afirmam que o fogo em temperaturas elevadas (380 a 460ºC) aumenta dramaticamente a

repelência da água, a condutividade hidráulica a distribuição do tamanho do agregado e a porosidade do solo (GARCIA-CORONA et al. , 2005 *apud* POMIANOSKI. 2004, p.30).

Quer dizer que múltiplos são as causas da erosão, não só a água, mas também o fogo provoca erosão e as consequências não são as melhores, pois uma vez que ele desgasta o solo, fazendo com que toda as plantas vivas sejam carbonizadas, é natural que o solo sofra com isso levando muito tempo para que haja uma recuperação, mesmo com técnicas corretivas.

Há ainda preocupação com relação à erosão de zona urbana que têm provocado desastres inesperados, principalmente pelas intensas chuvas que ocorrem em determinadas épocas do ano.

O crescimento desordenado das cidades traz sérios problemas para o espaço urbano principalmente no que se refere aos impactos ambientais causados pela urbanização como os loteamentos, impermeabilização, etc. Com o aumento do grau de urbanização, aumenta também em proporção à degradação ambiental decorrente da concentração da população nas áreas urbanas como afirma (DEL GROSSI, 1991 *apud* CARRIJO *et al.* 2000, p.70).

A erosão urbana é um dos principais problemas ambientais que afetam as cidades. Ela assume formas assustadoras, destruindo a infraestrutura (ruas, guias, sarjetas, redes de água e esgoto, etc), causando assoreamento nos reservatórios e leito dos rios, e agravando mais as enchentes. A ocupação intensa dos terrenos próximos às erosões multiplica os riscos de acidentes. Além disso, geralmente as grandes erosões (denominadas voçorocas) tornam-se áreas de despejo de lixo, transformando em focos de doenças (CESCAR, 2007)[9].

A ocupação de locais próximos a solo erodido faz com que a erosão seja ampliada ainda mais, pois as pessoas que os ocupam não estão acostumadas com a prevenção; e se ela não acontece a erosão é dimensionada provando desastres quando da queda das chuvas.

As enchentes provocadas por rios e córregos que atravessam as zonas urbanas são um grande problema nas cidades, danificando redes de abastecimento de água e coleta de esgotos, moradias, escolas, ruas, estradas, etc.; trazendo prejuízos, comprometendo a produção e o transporte de produtos em geral, disseminando doenças de veiculação hídrica e prejudicando a saúde das populações atingida (CESCAR, 2007)[8].

Com o aumento da industrialização, as fábricas começaram a produzir objetos de consumo em larga escala, aumentando consideravelmente o volume e a diversidade de resíduos gerados. Ao mesmo tempo, o crescimento acelerado das cidades fez com que as áreas disponíveis para colocar o lixo se tornassem escassas. A sujeira acumulada no ambiente

[9] http://www.cdcc.sc.usp.br/CESCAR/Conteudos/14-04-07/EXERCICIO_USO_OCUPACAO_DO_SOLO.pdf..

aumentou a poluição do solo, das águas e piorou as condições de saúde das populações. Até hoje, no Brasil, a maior parte dos resíduos recolhidos nos centros urbanos é jogada sem qualquer cuidado em depósitos ou em terrenos existentes nas cidades (CESCAR, 2007)[8].

Ou seja, se a erosão rural degrada o solo, prejudica todo o meio ambiente, assim como a qualidade de vida daqueles que lá residem; a erosão urbana também provoca prejuízos e levando a queda de barreiras, que em alguns casos chega a destruir toda uma região chegando até a causar óbitos. Sabe-se que grande parte dessas tragédias ocorridas na zona urbana é fruto da ocupação sem planejamento de algumas regiões, de locais sem esgotos, e do lixo sem local para despejo. Tudo "fruto" da fala de consciência do homem que não observa o seu entorno e por isso o utiliza de modo inadequado.

É o próprio homem que paga pelo descaso com o meio em que vive. POESEN et al. (2003) *apud* SALGADO *et. al*. (2008, p.78) diz que entretanto, a partir da análise de vários trabalhos sobre erosão linear, admitem a dificuldade de se estabelecer critérios rígidos de distinção entre ravinas e voçorocas, apontando, porém, que a ravina pode evoluir e se tornar uma voçoroca, como a na figura 5 a seguir.

FIGURA 5 – Voçorocas

Fonte: Proin/Capes e Unesp/IGCE

As voçorocas se alastram por todo o território, a partir do momento que observa- se que não há conservação, nem preservação do solo, assim sendo ele degrada-se rápida e progressivamente.

Caso o homem não execute medidas preventivas e corretivas, esse processo irá aos poucos corroendo o solo e podendo até chegar ao ponto de não mais se ter como reconstituí-lo.

2.4 Voçorocas

A retirada da vegetação de uma área deixa-a exposta à erosão, causada pela queda das gotículas de água, provenientes principalmente das chuvas, o que acaba acarretando em um movimento de massa no solo. “O processo responsável pela desagregação do solo, após a retirada da camada vegetal em sua superfície, é o impacto das gotículas da água da chuva [...], com isso os sedimentos são transportados de um local para outro” (GUERRA, 2001 *apud* CARDOSO E PIRES, p. 32).

Para Salgado *et a*l. (2008, p.76) a conceituação utilizada pela Soil Science Society of America (2001), adotado por um conjunto considerável de estudos desenvolvidos no Brasil, define voçoroca como um “canal resultante de erosão e causado por fluxos de água concentrados, mas intermitentes, relacionados à chuva”, que interfere em operações normais de cultivo e apresenta profundidade superior a 50cm, sendo este limite de profundidade e largura (50cm) que a distingue da ravina.

De acordo com Silva (1998) a mineração desordenada é também uma causa da formação de voçorocas, além da falta de manutenção em cortes das estradas e o surgimento de pequenas ravinas na parte baixa das ravinas nas encostas que evoluem, encosta acima e lateralmente por desbarrancamentos. Ainda com base no pensamento do autor, a voçoroca é um sulco de tal tamanho que impede o cultivo e o uso do solo para qualquer finalidade, não podendo ser eliminada por meio de práticas normais de manejo. Em muitos casos a sua recuperação total torna-se inviável devido a aspectos técnicos e econômicos (SILVA, 1998, p.18).

3 FORMAÇÃO, MEDIDAS PREVENTIVAS E CORRETIVAS PARA VOÇOROCAS

O Brasil possui aproximadamente 12% da descarga fluvial de água doce do planeta, o que representa responsabilidade especial sobre a sua conservação e uso, de forma a garantir a disponibilidade em quantidade e qualidade para a atual e as futuras gerações (ZOCCAL, 2O08, p.17).

Não há como não se analisar esse valor, tendo em vista que se tem observado principalmente nos últimos tempos, por razões climáticas provocadas pela ação no homem na natureza ou não, as diversas tragédias causadas ao próprio homem no planeta como um todo, que se apresentam por meio de enchentes que são consequência de excesso de água das chuvas, quedas de barreiras, deslizamentos e destruição generalizada da vida humana. Por isso, faz-se necessário tanto a conservação e prevenção, assim como a correção dos problemas da erosão já existentes, procurando-se evitar males maiores no futuro.

De acordo com Zoccal (2008),

> Grande parte dos corpos d'água do Brasil sofre processo de degradação: o desmatamento para atividades econômicas e/ou assentamentos humanos causa impacto negativo em áreas de nascentes e matas ciliares, comprometendo a conservação e a qualidade dos recursos hídricos. Além do que, a busca de alternativas para o desenvolvimento tem sido uma permanente e crescente preocupação dos municípios, principalmente ao longo das últimas décadas, durante as quais privilegiou-se o processo de produção industrial e adensamento populacional, desencadeando a pobreza, provocada também pela degradação ambiental que, em alguns casos, confunde-se com a própria degradação humana (ZOCCAL, 2008, p.17).

O desenvolvimento progressista faz com que ao se instalar indústrias, com elas seja modificado todo o ambiente no seu entorno, não havendo por parte dos empresários e da própria população uma preocupação com as consequências dessas modificações. O que faz com que o solo pague pelo desenvolvimento das cidades, pois não há um planejamento organizado para conter a chuva, a poluição, o desmatamento realizado para a instalação das indústrias ou de loteamentos para acomodar a população. Fazendo com que o solo suscetível e não preparado para as transformações se torne fraco e aberto às intempéries.

Para Dummer *et al*.(2008)

> A formação de voçorocas esta relacionada principalmente com a evolução do processo erosivo em locais que apresentam suscetibilidade a esses fenômenos. Estas suscetibilidades são dadas por meios naturais como características de relevo (na maioria das vezes encostas), erodibilidade pelo fluxo das chuvas, propriedade dos

> solos e cobertura vegetal. O fato de umas áreas erodirem mais que outras pode estar relacionado com a ação conjunta de tais fatores, pois a atuação individual destes processos naturais, associada às atividades antrópicas, tem sido a causa mais comum na aceleração dos processos erosivos dentre eles o da voçoroca (DUMEER, *et al*. 2008, p.4)..

Isto é, as voçorocas se formam a partir de problemas já existentes no meio, como não há uma preocupação com o problema a princípio, ele se agrava após cada chuva.

3.1 Formação das voçorocas

Cardoso e Pires (2010) afirmam que a retirada da vegetação de uma área deixa-a exposta à erosão, causada pela queda das gotículas de água, provenientes principalmente das chuvas, o que acaba acarretando em um movimento de massa no solo.

"O processo responsável pela desagregação do solo, após a retirada da camada vegetal em sua superfície, é o impacto das gotículas da água da chuva [...], com isso os sedimentos são transportados de um local para outro" (GUERRA, 2001, *apud* CARDOSO e PIRES, 2010, p. 1). Após um longo período chuvoso, esses impactos da água com o solo acabam gerando um fluxo de sedimentos que podem originar ravinas, e processo for contínuo e provocar um incessante aprofundamento do solo, pode-se chegar ao nível de uma voçoroca.

Ainda segundo Guerra (2001) *apud* Cardoso e Pires, (2010, p. 1), voçoroca pode ser compreendida como "escavação ou rasgão de solo ou rocha decomposta, ocasionado pela erosão do lençol do escoamento superficial".

Para Ab'Saber (1968), *apud* Cardoso e Pires, (2010, p. 1) o processo de formação das voçorocas esta associado a paisagens de onde foi retirada a sua cobertura vegetal. Nestas paisagens, a água de escoamento superficial ao percolar linearmente no solo, e atingir o lençol freático, compromete a estabilidade da área e gera a formação de voçorocas.

As "voçorocas podem ser o resultado de erosão superficial, erosão subsuperficial e movimentos de massa" (BACELLAR, 2006, *apud* CARDOSO e PIRES, 2010, p. 3).

Bahia e Ribeiro (1997) afirmam que as chuvas intensas causam sempre muito mais erosão do que as chuvas pouco intensas, embora prolongadas.

Segundo esses pesquisadores, se a chuva atinge vagarosamente o solo, a água tem tempo de se infiltrar e se distribuir no solo. Se a chuva atinge rapidamente o solo, as primeiras camadas ficam logo saturadas e a água escorre violentamente na superfície provocando enxurrada na direção do curso d'água mais próximo (BAHIA e RIBEIRO, 1997, p.18).

3.2 Medidas preventivas para a não ocorrência das voçorocas

Para Nardini *et al* (2010)

> O processo de voçorocamento é considerado por muitos autores como o grau máximo de erosão, quando se refere a solos se constituindo em um impressionante fenômeno. Tal processo contribui para o acumulo de sedimentos nos córregos. A maioria dos solos sujeitos a esse tipo de erosão possuem pouca significância agrícola, servindo na maioria das vezes de deposito para deposição de lixo. Porém, o controle da voçoroca, além de difícil é muito caro podendo ser mais elevado do que o próprio valor da terra. Naturalmente deve-se fazer alguma coisa, principalmente pela sedimentação dos córregos e barragens. Sobretudo, é essencial, efetuar as medidas de controle das para prevenir-lhes a formação (NARDINI, *et al*. 2010, p.178).

Para os autores, por ser a formação da voçoroca de alta gravidade como erosão, devem ser tomadas medidas preventivas, pois uma vez que fazer a correção desse solo erodido é um processo que envolve um alto custo.

Segundo Zoccal (2008) para se obter um resultado satisfatório, com solo proporcionando produção, manancial sendo abastecido com água de qualidade e com ganhos ambientais expressivos, temos que ter sempre em mente o desenvolvimento de trabalhos, tais como:

Práticas Edáficas: manutenção da cobertura vegetal; evitar e controlar as práticas de queimadas; evitar o desmatamento das áreas impróprias para exploração agrossilvopastoril; adequar as propriedades rurais quanto ao uso e ocupação do solo; realizar corretamente divisão de pastagens, não deixando ocorrer o excessivo pisoteamento do solo pelos animais; dividir o tamanho das pastagens, dimensionando bebedouros e cochos à exploração pecuária, evitando formação de trilhos provocados pelo caminhamento do rebanho(ZOCCAL, 2008, p.31-32).

Práticas Mecânicas: subsolagem em áreas compactadas; plantio em nível e direto das culturas; Cultivo mínimo das explorações; terraceamentos das áreas em risco e sujeitas ao escorrimento superficial das águas das chuvas; adequar a locação, construção e manutenção de barragens, estradas, carreadores, caminhos e canais de irrigação aos princípios de conservação do solo e da água; efetuar proteção das cabeceiras das nascentes com as práticas mecânicas, vegetativas e edáficas de conservação do solo e água (ZOCCAL, 2008, p.31-32)

Diz ainda Zoccal (2008) que,

> No processo de controle e adequações da erosão deve-se: antes de iniciar os trabalhos: identificar como se iniciou o processo erosivo da área ou do local;

> identificar se a erosão existente já atingiu o lençol freático; verificar a necessidade de obter licença ambiental para início do processo de controle da erosão; analisar o tamanho da erosão existente e a área bacia de contribuição; saber a área da bacia hidrográfica onde está situada a erosão e a área à montante dos trabalhos a serem executados; conhecer o índice pluviométrico da região e, se possível, do local da erosão; conhecer as causas do início do processo erosivo com os proprietários situados ao redor do local; Identificar o tipo de solo da região ou do local da erosão; saber do manejo do solo na bacia de contribuição; Identificar cobertura vegetal atual ou tipo de exploração; saber a declividade do terreno onde está situado a erosão e se possível da bacia de contribuição (ZOCCAL, 2008, p.35).

Continuando:

> Na execução dos trabalhos: verificar quais são tipos de serviços a serem executados (dimensionamento das obras) - barragem, bacias de captação, terraços, subsolagem, escarificação; analisar custo das obras e fonte de recursos; analisar custo benefício das obras a serem executadas; efetuar recomendações pós-execução dos serviços (cuidados a serem tomados para dar sustentação nas obras realizadas: plantio de gramíneas e mesmo plantas vegetativas, isolamentos das obras recuperadas e outras técnicas, dependendo dos trabalhos a serem executados) (ZOCCAL, 2008, p.36).

Acredita-se que esses procedimentos possam ser executados de forma a dar ao solo condições de evitar as erosões, uma vez que eles foram utilizados pela Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo – CODASP.

Muitas são as práticas preventivas que podem ser utilizadas para a não degradação do solo Bahia e Ribeiro (1997) elencam os diversos efeitos prejudiciais ao solo, entre eles chamam a atenção para o efeito do manejo do solo dizendo,

> Para o caso de certas culturas, como a cana-de-açúcar, a erosão pode ser controlada apenas por meio de práticas culturais. O preparo do solo e o plantio segundo as linhas de nível controla o efeito da erosão. E lembram que experimentos realizados com algodoeiro demonstraram que o plantio em nível determinou uma redução de 50% nas perdas de solo e de 0,3% nas perdas de água. Além do plantio em nível, o plantio de feixas, em nível com vegetação densa, intercaladas entre as linhas de outras culturas, é altamente eficiente no controle da enxurrada e da erosão. Aa rotação de culturas, por fornecer em média, maior cobertura do solo do que uma cultura contínua, e por melhorar as condições físicas do solo reduzem a erosão e a enxurrada (BAHIA e RIBEIRO, 1997, p. 21-22).

Essa pode ser uma medida preventiva eficaz, já que nos nossos dias muito se pratica a monocultura, tão destruidora dos diversos biomas brasileiros sejam eles: cerrado, caatinga, campos, a floresta amazônica, a mata atlântica, o pantanal e outros.

Bahia e Ribeiro (1997) consideram que,

> O cultivo de um solo erodido quase sempre é sinônimo de insucesso; uma vez que, as camadas mais profundas do solo são geralmente menos produtivas do que a camada superficial. Além do empobrecimento e da destruição do solo, a erosão

> causa danos à navegação, às represas destinadas a obtenção de energia e ao suprimento de água, e aos canais de irrigação e de drenagem. Deve-se ainda considerar que as plantas sofrem mais devido à seca quando o solo foi danificado pela erosão (BAHIA e RIBEIRO, 1997, p.8-9).

Isso leva a crer, que a erosão é um mal que deve ser combatido e para isso há que haver a conservação do solo e por consequência da água, o que prejudica tanto o agricultor quanto aqueles que vivem nas zonas urbanas.

Por isso, para Bahia e Ribeiro (1997) existem alguns princípios básicos para que seja feita a conservação do solo e da água.

Sendo primeiro princípio: a prevenção e controle efetivo da erosão e conservação da água no solo, em qualquer unidade agrícola, requer a consideração de todos os tipos de terra, abrangendo a área de acordo com suas necessidades e capacidades, sem levar em conta a sua extensão; segundo: a aplicação eficiente das medidas conservacionistas requer a presença do técnico no campo, que deve ser experiente em avaliar o solo sob o ponto de vista da conservação do solo e da água, e que saiba elaborar um planejamento e aplica-lo às diferentes parcelas de uma fazenda (BAHIA e RIBEIRO, 1997, p.27-28).

Há que haver um planejamento conjunto entre agricultor e técnico atendendo as necessidades primeiras do agricultor.

É relevante determinar (terras que correm risco de erosão): as terras próprias para serem cultivadas (boa produtividade, livres de erosão); terras próprias para culturas limitadas (para pastagens e se forem para cultivo devem ser observadas práticas para prevenir a erosão.; terras impróprias para serem cultivadas (para pastagens, reflorestamento, florestas – pedregosas, arenosas, secas, pantanosas, expostas a erosão, encharcadas) (FERREIRA *et al*., 2007, p.12)

Na conservação do solo se visa obter elevação da produtividade dos solos sem que ocorra o risco de sofrerem desgaste e ela vai depender da declividade e da natureza do solo.

As práticas preventivas são: rotação de culturas (para manter a produtividade do solo – varia de conformidade com a natureza da terra, condições econômicas, sistema de manejo e especialização agrícola da região; culturas em faixas de rotação (disposição das culturas em faixas niveladas, de largura variável, alternadas, de maneira que enquanto algumas faixas contêm plantas densamente distribuídas, outra é plantada com vegetação que oferece pouca proteção ao solo – nos anos seguintes as várias culturas são distribuídas em faixas diferentes procurando proteger todas as faixas); culturas em faixa de retenção (para proteger declives muito acentuados – são dedicadas a produção de moirões e forragem); culturas de proteção e

adubação verde (protegem o solo contra a erosão absorvendo também nutrientes vegetais, mantem o teor de matéria orgânica no solo – como as leguminosas).

3.3 Medidas corretivas para o controle das voçorocas

Nardini *et al.* (2010) realizaram um estudo preventivo numa fazenda em Uberlândia, que possuía um processo erosivo, que culminou na formação de uma grande voçoroca com dimensões médias de 350 m de extensão por 60 m de largura e 10 m de profundidade. Era uma voçoroca com estágio avançado de degradação, com baixo desenvolvimento da vegetação, predominando espécies de braquiária entre algumas espécies arbustivas nativas como a lobeira. Antes do inicio da implantação das medidas de recuperação, o interior dos referidos canais erosivos encontravam-se ausentes de qualquer vegetação, os quais possuíam como característica peculiar à erosão em formas de alcovas de regressão (Figura 6).

FIGURA 6 - Tipo de erosão remotante com constantes desmoronamentos das paredes na voçoroca em estudo da Faz. Glória em Uberlândia-MG.

.

Fone: Nardini *et al*. 2010, p.181…

Os pesquisadores montaram um processo corretivo, a técnica de implantação desde e a análise das características do local seguiu a recomendação técnica presente em Machado et al (2006).

Os materiais utilizados na construção das barreiras de paliçada foram estacas de bambu encontradas no próprio local da erosão (para formar uma espécie de “parede horizontal”), com sacos de ráfia vazios na parte frontal da barreira (proporcionando uma “cortina”) e cheios (para escorar evitando o rompimento). (Figuras 7-8).

FIGURA 7 - Representação de uma barreira revestida com sacos de ráfia para retenção de sedimentos.

Fonte, Nardini *et al*, 2010 p. 182

FIGURA 8 - Representação de uma das barreiras com paliçadas de bambu e sacos de ráfia servindo de escora.

Fonte, Nardini *et al*, 2010 p. 182.

O que foi observado nesse caso, é que a implantação de paliçadas de bambu mostrou-se eficiente na contenção de sedimentos, evitando que á agua escorresse toda pela erosão existente.

Os pesquisadores Nardini *et al.* (2010) consideraram que poderiam utilizar outro tipo de técnica, porém a que empregaram, mostra que com baixo custo, pode-se pelo menos reduzir o problema encontrado nesse processo erosivo.

Os pesquisadores chamaram ainda a atenção para o fato de se fazer um monitoramento a cada ano, e ainda para a utilização de bambus verdes no lugar dos secos, pois eles têm mais sustentação e uma vida mais longa.

Cunha e Guerra (2003) *apud* Sitpp e Stipp (2004) em relação aos problemas de erosão relatam que,

> Tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente surgem como consequências negativas duas situações: na primeira além do desmatamento, as áreas abandonadas dificilmente conseguirão se recuperar sozinhas no tocante à biodiversidade que possuíam antes de serem exploradas; na segunda fica sempre a possibilidade de ocorrer poluição das águas superficiais, dos solos, do lençol freático e da atmosfera devido ao uso dos produtos químicos, além da contaminação dos próprios alimentos produzidos. Em ambas as situações é preciso enfatizar que além do custo social e ecológico, nos próprios locais onde a degradação ocorre, existem também os custos para pessoas e ambientes, que podem estar afastados das áreas atingidas diretamente pela degradação. Isso pode se dar pelo transporte de sedimentos causando assoreamento de rios e reservatórios ou mesmo a poluição de corpos líquidos. (CUNHA & GUERRA, 2003 *apud* STIPP e STIPP, 2004 p.29).

Os autores chamam a atenção para o fato de que a erosão provoca tantos problemas que chega a afastar as pessoas daquele ambiente com problemas, tendo em vista a poluição das águas, a falta de vegetação, o assoreamento dos rios o que faz com que as terras naquele ambiente sejam abandonadas e como consequência com certeza a erosão lá permanece sem solução.

Stipp e Stipp (2004) falam do estudo realizado pelo estado do Paraná em que vem se consolidando o sistema integrado de manejo de microbacias hidrográficas, tendo a bacia hidrográfica como unidade básica de projetos de conservação de solo que está fadado a pleno sucesso, pois esse sistema propicia a manutenção do equilíbrio dos fluxos que compõem a cadeia do ciclo hidrológico Stipp e Stipp (2004, p.30) .

Dizem ainda que, em função desses problemas qualquer projeto que vise à recuperação das áreas degradadas deve levar em conta os condicionantes do meio físico e que de acordo com devem caracterizar: a alocação das vias de circulação principal e secundária deve estar nos topos dos espigões divisores d´água, patamares e vertentes de menor

declividade e serem estreitos; a densidade de edificações deve ser baixa e devem-se projetar edifícios não padronizados, ou seja, adequar as construções às diferentes situações do relevo local; os lotes devem ser de grande dimensão como, por exemplo, superiores a 5.000m²; o coeficiente de aproveitamento dos lotes deve ser de no máximo 20% para os lotes menores e entre 10 e 15% para os lotes maiores; o tamanho dos lotes deve variar em função do relevo local onde se localizam, procurando-se demarcar lotes maiores, nos terrenos mais inclinados, e lotes menores, em terrenos menos inclinados (Stipp e Stipp (2004, p.31).

Toda uma pesquisa sobre o meio físico deve ser realizada, para que possa se realizar um planejamento adequado ao trabalho a ser feito. (STIPP e STIPP, 2004, p.32-33)

Bahia e Ribeiro (1997) estabelecem para a conservação do solo como práticas de controle da erosão para que se possa obter elevação da produtividade dos solos sem que ocorram riscos de sofrerem desgaste: práticas de controle da erosão vegetativas e mecânicas; escolha da prática mais adequada de controle da erosão levando-se em conta a declividade e a natureza do solo. Determinação da declividade e locação de linhas niveladas, por meios de níveis. (BAHIA e RIBEIRO, 1997, p.43-50)

As práticas vegetativas de controle da erosão – com terras completamente cobertas de vegetação, sejam leguminosas, gramíneas, arbustos ou árvores. Plantas que cresçam juntas e mantenham a vegetação de cobertura, tanto quanto possível. Pois essa cobertura serve para reduzir, ou mesmo eliminar, o impacto das gotas de chuva sobre o solo e diminuir a velocidade da água que escorre. Já a cobertura vegetal, devido à ação das raízes, em um efeito favorável sobre a estruturação do solo, que é um dos fatores mais decisivos na manifestação da resistência do solo a qualquer forma de erosão (BAHIA e RIBEIRO, 1997, p. 43-50).

Para Bahia e Ribeiro (1997) os métodos vegetativos de controle da erosão utilizam: rotação de culturas; culturas em faixas de rotação, culturas em faixa de retenção, culturas de proteção e adubação verde.

As práticas mecânicas de controle da erosão são realizadas em contorno que é coadjuvante nas culturas em faixas e deve ser usada em associação com o terraceamento para dar proteção adicional às áreas localizadas entre os terraços. São elas: plantio em nível, terraceamento, cordões de contorno, banquetas individuais, canais escoadouros (BAHIA e RIBEIRO, 1997, p. 43-50).

Deve-se ainda levar em consideração quando do planejamento, analisar a capacidade de uso das terras: declividade, grau de erosão, susceptibilidade a inundações, pedregosidade, salinidade, presença de lençol freático superficial, uso atual, textura, profundidade efetiva, relação solo x água e fertilidade do solo. (BAHIA e RIBEIRO, 1997, p. 57-102).

Um trabalho corretivo com relação à erosão, as voçorocas em que ser realizado criteriosamente conjuntamente com o agricultor proprietário da terra e um técnico que a pessoa abalizada para realizar todas as práticas corretivas necessárias para que se possa reutilizar o solo em um momento distante, isto é, logo que o solo esteja recuperado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo é o nosso bem mais precioso, pois é dele que tiramos nossa sobrevivência, é ele que nos dá o algodão, a madeira, o alimento, entre tantos outros elementos. E nele que vivem os pássaros emoldurando nossas árvores que sustentam- se no solo, é nele que habitam os animais que além de nos dá beleza nos alimenta. Porém, o homem até agora não tem se preocupado com a possibilidade de isso tudo acabar, por isso; ele degrada, queima, desmata, polui, apreende animais para venda colocando-os em extinção.

Contudo, nem todos têm esse ponto de vista destruidor, alguns observam o que está sendo feito e lutam para que a terra, o solo seja preservado.

O solo e seu uso afetam a vida humana, mas ele contém nutrientes suficientes para fazer com que ela seja mantida indefinidamente. O solo sobrevive pelo conjunto de fatores que o assistem assim como o clima, os organismos, o material de origem (as rochas), e o tempo. Partindo desses fatores é que ele produz as diferentes culturas das quais nós fazemos uso.

Quando, porém esses fatores são agredidos o solo se transforma, provocando a erosão. Essa erosão é rural e urbana. A rural prejudica a agricultura na maioria das vezes tornando o solo infértil e as urbanidades prejudicam a vivência nas cidades, provocando, enchentes, deslizamentos etc.

Sabe-se que a água é o elemento provocador da erosão pela chuva, e ela tanto pode ser pluvial quanto fluvial ou de ondas. A erosão também se dá pelo vento, de forma biológica, pelo manejo do solo e pelas propriedades do solo.

A erosão agride o solo, pois nele é feito desmatamento, queimadas, assoreamento a beira dos rios e mesmo o abandono por parte dos proprietários de terra, deixando-o sem recursos para dar aos que dele dependem condições de sobrevivência, tais como infertilidade para o uso do plantio, assoreamento das margens dos rios fazendo com que percam sua proteção natural, diminuindo a capacidade de armazenamento dos reservatórios, além de retraçar a rota das águas, quando das enchentes.

O agricultor necessita então rever todas suas práticas para com o solo, para que não haja perdas na agricultura e nos outros meios dos quais ele necessita para seu plantio.

O agricultor deve ter sempre como aliado, um técnico em agricultura que pode ajudá-lo a preservar, prevenindo ou corrigindo as ravinas e voçorocas, para reverter suas perdas. Pois sozinho, ele não tem como fazer com que sua terra seja produtiva diante da erosão, das voçorocas. Pois essas são muitas vezes irreversíveis.

A prevenção pode ser feita por meio de práticas de controle da erosão, com a escolha das práticas as mais adequadas possíveis, como rotação de culturas, terraceamento, plantio em nível e outras.

Nos dias atuais, os diversos pesquisadores têm efetuados estudos os mais diversos procurando prevenir as voçorocas especialmente, já que se sabe que elas são de difícil correção.

A prevenção é o meio mais eficaz, quando se percebe que a erosão se instala, porque a correção é de difícil resultado e de custos muito altos.

Para isso, deve ser feita é a prevenção e controle da erosão e a conservação da água no solo quando se tratar de unidades agrícolas. Deve ser observado o tipo de terra em que se pretende utilizar as medidas preventivas ou corretivas e, além disso, há que haver a presença de um técnico agrícola que possa dar suporte ao agricultor, planejando a avaliação, a conservação e a manutenção do solo erodido.

REFERÊNCIAS

AMBIENTE BRASIL. **Erosão do solo**. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuario/erosao_do_solo/erosao_do_solo.html> Acesso em 20 jul. 2012.

ANDRADE, Hélcio. **Solos: origem, componentes e organização**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

BAHIA. Victor Gonçalves; RIBEIRO, Marco Aurélio Vitorino**. Conservação do solo e preservação ambiental**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.

BARROS, Cláudia Alessandra Peixoto de. **Comportamento hidrossedi-mentológico de uma bacia hidrográfica rural utilizando técnicas de monitoramento e modelagem**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, RS, BRASIL 2012

CARDOSO, Rafael Said Bhering; PIRES Lucas Valente. **Voçorocas**: processos de formação, prevenção e medidas corretivas. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo7/024.pdf.>. Acesso em: 18 set. 2012.

CARRIJO, Beatriz Rodrigues et al. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Caminhos de Geografia** 1(2)70-83, dez/2000

CESCAR. **Exercício uso e ocupação do solo**. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/CESCAR/Conteudos/14-04-07/EXERCICIO_USO_ OCUPACAO_DO_SOLO.pdf.>. Acesso em: 19 set. 2012.

DUMMER, Juliana. **Identificação de agentes causadores e monitoramento de voçorocas em Chuvisca**, RS. XVII Congresso de Iniciação Científica. X Encontro de Pós-Graduação. Novembro de 2008. Universidade Federal de Pelotas.

EMBRAPA**. Solos**. Disponível em: http://www.cnps.embrapa.br/search/mirims/mirim01/mirim01.html . Acesso em: julho de 2012.

EMBRAPA. **Cultivo do Algodão Irrigado. Solos.** Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado/solos.htm. Acesso em julho de 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.

LIMA, José Maria de, GUILHERME, Luiz Roberto Guimarães. R**ecursos naturais renováveis e impacto ambiental:** solo. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

LORENZO, Mariana. **Pedologia:** Textura do solo. Disponível em: <http://marianaplorenzo.com/ 2010/10/15/pedologia-textura-do-solo/>. Acesso em julho 2012.

MEDEIROS, José da Cunha, *et a.* **Cultivo do algodão irrigado.** Sistemas de Produção, 3 - 2ª..edição 1678-8710 Versão. /2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado_2ed/solos.html>. Acesso em julho 2012

NARDIN, Carlos Felipe *et al.* Uso de medida física para recuperação de áreas degradadas em ambiente de cerrado. Resultado para o uso de barreiras com material de baixo custo na recuperação de voçorocas. **Revista de Geografia.** Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, Set. 2010.

POMIANOSKI , Danielle Janaina Westphalen. **Perdas de solo e água em sistemas agroflorestais da bracatinga (*mimosa scabrella Bentham*) em diferentes declividades e manejos**. Dissertação apresentada ao Curso de Pós- Graduação em Ciências do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná,. Disponível em: <http://www.pgcisolo.agrarias. ufpr.br/ dissertacao /2004_12_21_ pomianoski.pdf.>. Acesso em: 22 set. 2012.

PORTO ALEGRE. **Formação do solo**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.lapes.ufrgs.br/discpl_grad/geologia3/solos.pdf> Acesso em outubro de 2012.

RESENDE, Mauro *et al*. **Pedologia**: Base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 2002.

ROSS, Jurandir, L. Sanches (org.) **Geografia do Brasil**; 5. ed. São Paulo. Universidade de São Paulo. 2005.

SALGADO, Carla Maciel *et al*. Análise espaço-temporal da erosão linear no médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário (Paty do Alferes /RJ). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.9, n.1, p.75-85, 2008.

SANTA CATARINA – RODOVIAS VERDES. **Erosão do solo**. Disponível em: <http://rodoviasverdes.ufsc.br/files/2010/05/Geotecnia-Ambiental-Parte-3.pdf.>. Acesso em: set.de 2012.

SILVA, Max Leandro Naves**. Conservação do solo e da água**. 1998. Notas de aula. Disponível em: <http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof%20Marx/ Aula%202/Nota%20de% 20aula%202.pdf.>. Acesso em: set. 2012.

SOUZA, Isabela. **Erosão**. 2008. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ ABAAAAGDQAG/erosao#.>. Acesso em setembro de 2012.

STIPP, Nilza Aparecida Freres; STIPP, Marcelo Eduardo Freres. Análise ambiental em cidades de pequeno e médio porte.. **GEOGRAFIA** . v.13, n. 2, jul/ago. 2004. Disponível em < http://www.geo.uel.br/revista>. Acesso em outubro2012.

ZOOCAL, José César. Soluções: Cadernos de estudos em conservação do solo e água / Presidente Prudente-SP : CODASP, 2007, v. 1, n.1, mai. 2007.

_____. Soluções: Cadernos de estudos em conservação do solo e água. Presidente Prudente : **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.9, n.1, p.75-85, 2008.