UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
TECNÓLOGO DE MEIO AMBIENTE
CURSO: SUPERIOR TECNOLÓGICO DE MEIO AMBIENTE
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Dezembro/2006

FABIANI FERRARI FERREIRA

PROCESSOS EROSIVOS E MEIO AMBIENTE

Trabalho de monografia apresentado pela acadêmica FABIANI FERRARI FERREIRA como parte das exigências para obtenção do titulo de Tecnólogo em Meio Ambiente, trazendo como orientador Profº Vinicius Campos.

A Universidade Presidente Antonio Carlos não se responsabiliza pelas opiniões emitidas neste trabalho, que são exclusivas da autora.

Dezembro/ 2006

PROCESSOS EROSIVOS E MEIO AMBIENTE

FABIANI FERRARI FERREIRA

TRABALHO DE MONOGRAFIA APRESENTADO AO CURSO DE MEIO AMBIENTE DA UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE TECNÓLOGO EM MEIO AMBIENTE.

APROVADO POR:

Vinicius Campos
(Orientador)

Humberto Chiaini de Oliveira Neto

Ana Maria Stephan

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado à oportunidade de estar no mundo. Aos meus pais, à minha família, ao meu filho, agradeço todo o amor, carinho, compreensão e respeito.

Aos professores e amigos da UNIPAC, que juntos consolidamos mais uma etapa da vida.

Muitas das pessoas que passaram na minha vida durante esses anos serão lembradas pra sempre de forma muito carinhosa.

Tenho muito a agradecer e a muitas pessoas. Não cito nomes para não ser injusta com pessoas que me auxiliaram até onde já cheguei...

Meus agradecimentos especiais a:

Meu filho Douglas pela paciência, pelo carinho, pela injeção de ânimo que sempre me deu, pelas palavras doces, pelos abraços, por ser a razão de tudo na minha vida.

Mãe, por ser aquela que me ensinou o caminho, me incentivou, me empurrou todas as vezes que eu resolvi parar e que se não fosse você nada disso teria acontecido.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para a concretização deste sonho.

Para vocês, ofereço esta página...

Que os versos do dia-a-dia formem os mais belos poemas da poesia da vida...

Muito obrigada a todos!

Fabiani Ferrari Ferreira

*"Que homem **é o** homem que não torna o mundo melhor?"*

(Balie - Filme "A Cruzada")

SUMÁRIO

Introdução---------- Pág. 01

Capítulo 1- PROCESSOS INTEMPÉRICOS ---------- Pág. 03

1.1 - Intemperismo Físico---------- Pág. 05

1.2 - Intemperismo Químico---------- Pág. 09

1.3- Intemperismo Biológico---------- Pág. 13

Capítulo 2- PROCESSOS EROSIVOS---------- Pág. 14

Capitulo 3- PROCESSOS EROSIVOS E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS - Pág. 23

3.1- Os processos erosivos no meio rural---------- Pág. 24

3.2- Processo erosivo no meio urbano---------- Pág. 26

3.3-Construção de vias de circulação ao longo das encostas íngremes das montanhas---------- Pág. 27

Capitulo 4- ÁREAS SUJEITO A INUNDAÇÕES---------- Pág. 28

Capitulo 5- ÁREAS DE MINERAÇÃO---------- Pág. 29

CONSIDERAÇÕES FINAIS---------- Pág. 31

LISTA DE FIGURAS---------- Pág. 32

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS---------- Pág. 33

INTRODUÇÃO

O modelo terrestre revela todo o histórico da ação dos fatores endogenéticos e escogenéticos que atuaram ou atuam no decorrer do tempo, desde que as primeiras rochas foram formadas no nosso planeta.

Os fatores endogenéticos dizem respeito à dinâmica geológica interna da Terra, onde os agentes atuaram nas camadas profundas da litosfera ou ate mesmo no manto externo, através de elevadas condições de aumento da temperatura e gigantescas pressões que determinam modificações nas rochas, refletindo-se externamente nas diversas formas existentes de relevo. Entre os processos que contribuem para que isso ocorra cita-se o vulcanismo, os movimentos epirogenéticos, os dobramentos tectônicos, os falhamentos, os sismos...

Os fatores exogenéticos caracterizam-se por ação de forças geológicas externas que atuam na superfície terrestre, provocando modificações visíveis no aspecto da paisagem. Os agentes responsáveis por esse trabalho buscam aplainar a superfície e são eles: força da gravidade, calor solar, água de impacto e corrente, gelos, ventos, seres orgânicos animais e vegetais.

Para fins de estudo os fatores endogenéticos e exogenéticos são abordados de forma distinta, mas para o entendimento das manifestações dos fenômenos geológicos e intemperação da paisagem topográfica, suas ações são sempre analisadas de forma conjunta.

A idade geológica do terreno é fundamental na manifestação desses fatores. Em terreno tectonicamente instável, ou seja, de formação geológica recente (terrenos terciário-quaternário), os fatores endogenéticos estão em plena atividade, determinando novos processos de formação e/ou alteração do relevo. Caracterizam-se nessas condições por paisagem topográfica grande altitudes e formas angulares (com arestas e vértices vivos). Em função disso, os fatores exogenéticos, ditados pela força da gravidade, atuam com grande vigor. Esses locais são demarcados pelo encontro das placas tectônicas - CIRCULO DE FOGO. Em terreno de formação geológica antiga (terrenos pré-cambrianos), tectonicamente estável, não há manifestação dos fatores endogenéticos, pois os mesmos se situam no interior das placas tectônicas. Nessas condições, destaca-se o trabalho dos fatores exogenéticos o que determina uma paisagem topográfica rebaixada com altitudes modestas e formas de relevo arredondadas e tabulares.

O trabalho ora desenvolvido refere-se ao papel dos processos erosivos nos impactos ambientais e como esses ocorrem na superfície terrestre, atingindo profundidade mínima, serão os fatores exogenéticos o enfoque maior deste estudo.

Os processos erosivos ocorrem quando há transformações comumente destrutivas de uma paisagem, evoluindo de forma rápida, onde danos ambientais e materiais ocorrem e comprometem estradas, moradias, assoriam cursos d'água, reservatórios, áreas agropastoris,... É necessário, entretanto, diferenciar tais processos dos processos intempéricos que foram e são vitais a fixação da vida na superfície terrestre.

Capitulo 1 - PROCESSOS INTEMPÉRICOS

Segundo as teorias de vários autores no inicio da formação da Terra somente rochas cristalinas afloravam a superfície. Foi necessário um lento e longo trabalho dos fatores exogenéticos para que tais rochas passassem por transformações de caráter físico (desagregação) e químico (decomposição) para dar origem as rochas sedimentares e posteriormente com a anexação da vida, os solos.

No inicio era só rocha. Com o decorrer do tempo, submetida à ação dos processos intempéricos, as rochas foram desagregadas e decompostas, dando origem a um meio favorável a instalação da vida.

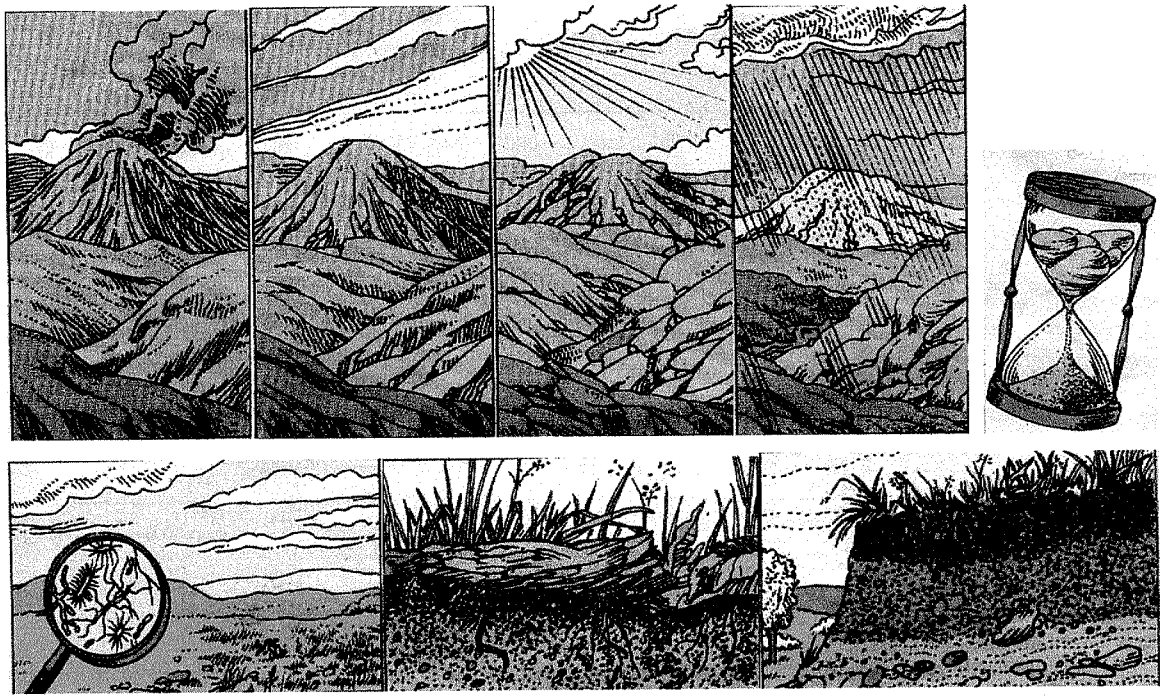

Fig. 1 - Formação do solo agrícola.

Os processos de alterações dos minerais e rochas são estudados em uma unidade destinta denominado **intemperismo ou meteriorização**.

Intemperismo

Entende-se por intemperismo o conjunto de processos operante na superfície terrestre que agindo sobre minerais e rochas, promovem a desagregação e/ou a decomposição dos mesmos, por ação dos agentes atmosféricos e biológicos. Tais processos são responsáveis pela formação do

"Regolito" ou também denominados como solo residual, sedimento ou manto de intemperismo que cobre as rochas cristalinas, pois é raro encontrá-lo, aflorando a superfície.

Relação de volume e área das Rochas Magmáticas, Metamórficas e Sedimentares na litosfera.

Volume:

95% Rochas Magmáticas e Metamórficas

5% Rochas Sedimentares

Área:

25% Rochas Magmáticas e Metamórficas

75% Rochas Sedimentares e Sedimentos

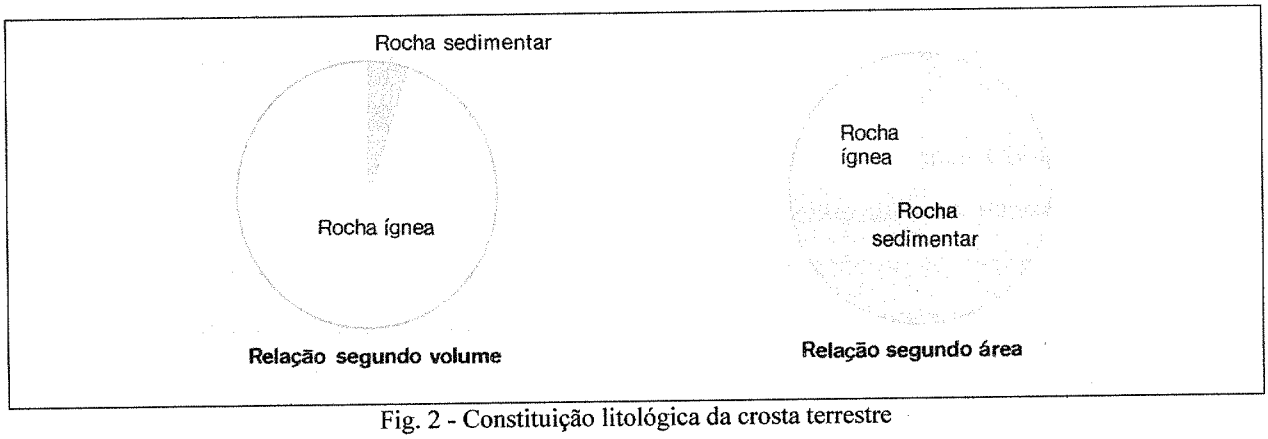

Fig. 2 - Constituição litológica da crosta terrestre

Estes dados demonstram que as rochas magmáticas e metamórficas são típicas de profundidade, onde ocorrem seus processos de gênese, aflorando raramente a superfície. Já as rochas sedimentares e os sedimentos que recobrem essas rochas, se formam na superfície ou em suas proximidades em condições normais de temperatura e pressão o que determina baixa dureza e compacidade, ficando mais susceptíveis a ação destrutiva dos agentes naturais intemperizadores.

Fig. 3 - Processos intempéricos originando as erosões

Alem da ação dos agentes atmosféricos e biológicos, outros fatores irão interferir no processo intempéricos como a **natureza dos minerais e rochas,** determinando maior ou menor resistência à ação intempérica; **a topografia da região**, ou seja, a altimetria e as formas do relevo como as serras e escarpas, morros, colinas, chapadas, planícies, vales, em função da força da gravidade; **o tipo de solo**, mais ou menos impermeável, de natureza arenosa ou argilosa; a latitude influenciando no tipo climático e vegetação característica.

Os processos intempéricos possuem natureza física, química e biológica. Para fins de analise esses processos serão caracterizados separadamente, mas na natureza, os mesmos ocorrem de forma conjunta, destacando-se um ou outro, em função do ambiente. O intemperismo físico predomina em regiões de baixo índice pluviométrico, como, por exemplo, regiões glaciais e áridas. Já as regiões úmidas e semi-úmidas, são de domínio do intemperismo químico. Isto não exclui, no entanto, a ação de outro processo, porém em intensidade menor.

1.1- Intemperismo Físico

Caracteriza-se pela subdivisão de blocos rochosos maiores em blocos menores sem que a composição química e/ou mineralógica sejam alteradas.

Principais Processos Físicos:

- **Contração e Expansão Térmica**: expansão e contração dos minerais devido às variações da temperatura. A maioria das rochas é coeficiente de dilatação térmica. Quando a rocha é submetida ao calor solar, cada mineral reagira de acordo com o seu coeficiente de dilatação, criando esforços diferentes. O continuo aquecimento diurno seguido de resfriamento noturno

acaba por acarretar a fadiga na rocha,m provocando a fragmentação da mesma. Exemplificam esse processo as areias nas regiões áridas e semi-áridas.

- **Esfoliação Térmica**: quando os raios solares superficiais alcançam temperatura mais elevada do que as profundas; como resultado disso tem-se a desigualdade de dilatação das camadas que se prendem. As camadas superficiais formam trincas e crostas arredondadas que posteriormente com o trabalho dos ventos e/ou das águas serão retidas, desnudando a área. Esse processo ocorre quando o terreno já intemperizado, esta desnuda, ou seja, sem uma cobertura vegetal do tipo gramínea que o protegeria. Quando esse processo ocorre em rochas cristalinas e desprende formas de cascas ou escamas dá-se o nome de esfoliação esferoidal.

Fig. 4 - Greta de contração atua produzidas por dessecamento de matéria de granulação muito fina e não consolidada em planícies de inundação.

- **Congelamento da água**: as rochas apresentam espaços intergranulares microscópicos bem como fraturas e fissuras. Caso a água adentre pontos de fraqueza, pode aí congelar. Se isso ocorrer seu volume aumentara em 9%, funcionando como uma verdadeira alavanca, fragmentando o corpo rochoso, em minúsculas partículas.

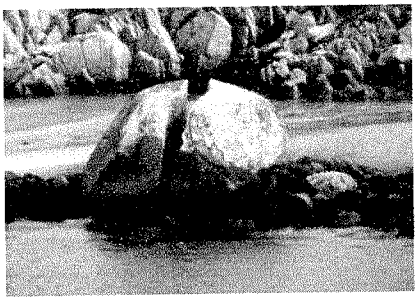

Fig. 5 - Fissura irregular em rocha

- **Cristalização de sais em fraturas e cavidade das rochas**: as águas precipitadas pelas chuvas contem traços de substancias dissolvidas, as quais vão sendo enriquecidas à medida que a água escorre na superfície. É dessa forma que os sais penetram nas fissuras e gretas existentes nas rochas. Com condições de forte insolação, a água infiltrada ascende por capilares, trazendo consigo os materiais em solução. Na superfície apenas a água evapora e os produtos anteriormente dissolvidos se cristalizam, formando as conhecidas eflorescências, gerando aumento das fraturas e fragmentação das mesmas.

Esse processo provoca destruição acelerada de movimentos e edificações decorados com mármores nas cidades muito industrializadas.

- **Expansão de minerais por alivio de carga**: rochas originadas em um ambiente de grande pressão, como as rochas magmáticas intrusivas de grande profundidade, ao atingirem a superfície por processos tectônicos, têm seus minerais expandidos. Nessas condições cria-se grandes tensões que provocam a fragmentação da rocha em "lascas", favorecendo a instalação de novos processos intemperizadores. Esse processo é constatado quando blocos rochosos são explodidos, em minas subterrâneas, nas obras de construção civil.

- **Ação mecânica das águas**: as águas desempenham papel fundamental em todo tipo de processo intempérico e erosivo. Sob a forma de chuva, quando as gotículas atingem uma superfície desnuda promove o desprendimento de partículas minerais e rochosas que vão atritar diretamente com a superfície de escoamento buscando atingir os pontos mais baixos da superfície terrestre. Através do impacto e abrasão as águas representam o agente mais importante na esculturação do relevo, graças à quantidade elevada de detritos que e removida, transportada e finalmente depositada em ambiente propício a tal, as definidas bacias de sedimentação. Outro processo relacionado com a atividade da água é a de áreas onde existam costões ou falésias. As ondas batem violentamente contra as rochas, onde alem dos seixos e blocos que são arremessados como projeteis de encontro a parede rochosa, a água ainda penetra sob grande pressão nas gretas, comprimindo o ar, provocando um efeito destruidor.

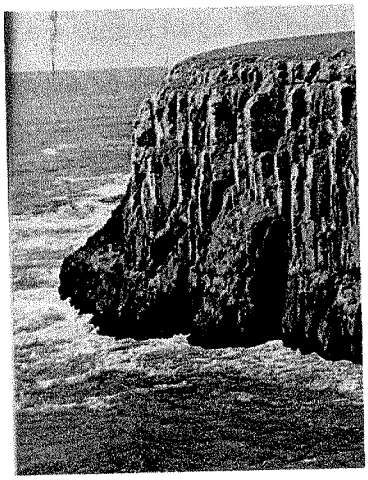

Fig. 6 - Costão marinho formado por basalto intensamente diaclasados. Torres - RS

- **Ação mecânica dos ventos**: O vento não é apenas o ar em movimento. Por sua excelência como agente transportador, vai lançando as partículas transportadas de encostas a todos os obstáculos que aparecem em seu percurso, arrasando-os. Os ventos promovem ainda a deposição de grandes volumes de materiais sobre áreas residenciais, estradas, áreas de cultivos, portos, lagos, etc. provocando verdadeiros desastres ambientais.

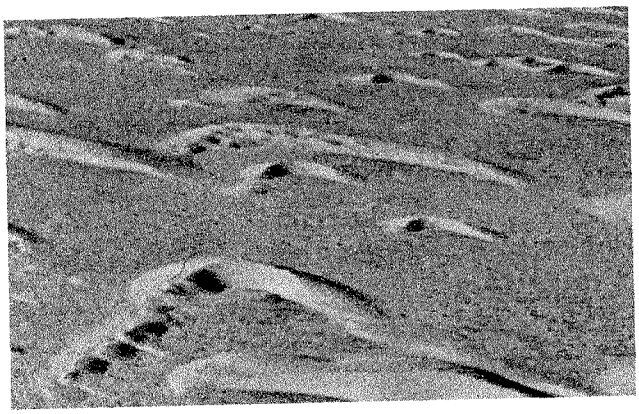

Fig. 7 - Campo de dunas do tipo barcana no deserto do Saara.

- **Ação mecânica das geleiras**: as geleiras por sua forma peculiar de movimento, ou seja, avançado e recuando, determinado pelo processo de degelo e regelo, funciona como gigantesca lixa. Atrita os sedimentos transportados (morenas) em sua base e lateral contra as rochas, esculturando-as. O produto do atrito é transportado por minúsculos filetes de água que se formam para o interior de lagos glaciais. É característica a topografia modelada pelas geleiras. As paredes

das vertentes formam ângulos retos e a base é larga. Formam vales em forma de U, enquanto os trabalhos das águas formam vales em forma de V.

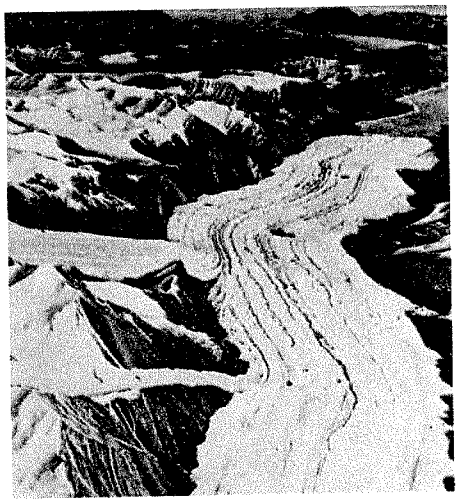

Fig. 8 -. Paisagem glacial com geleiras de vale do Ártico americano. Na geleira principal as faixas ricas em detritos, constituindo as morenas centrais, formadas por sua vez da intersecção das morenas laterais provindas de dois vales que se encontram as montanhas.

1.2- Intemperismo Químico

Conceitua-se como o conjunto de reações químicas naturais que se processam na superfície terrestre, decompondo os minerais das rochas desde a superfície ate profundidades variáveis, transformando-as em agregados fiáveis com a formação de vários minerais, por substituição e perdas iônicas. O principal agente desse processo e a água e outras soluções aquosas de naturezas diversas. Quando tais soluções penetram no corpo das rochas expostas, provoca uma serie de reações químicas que desmantelam as estruturas rochosas. Com o continuar do processo forma-se um manto com material incoerente e frágil facilmente destruído por processos erosivos. Esse manto comumente possui natureza argilosa, mas pode ser argilo-arenosa, siltico-argiloso, siltico, etc; de acordo com a rocha original que sofreu intemperismo.

Esse tipo de ação intempérica origina mineral de composição diferente (minerais secundários) dos inicialmente existentes (minerais primários ou primitivos).

A grande quantidade de água no ambiente associada a temperatura elevada, proporciona o meio ideal para o estabelecimento de reações químicas.

O intemperismo químico possui ação mais intensa que o físico. Enquanto este atua mais na superfície terrestre, o químico chega a atingir dezenas de metros, em função da penetração e percolação da água em camadas mais profundas.

Principais Processos de Intemperismo Químico

- Hidrolise
- Hidratação
- Dissolução
- Carbonatação ou Acidificação
- Oxidação
- Redução

- **Hidrolise:** é a reação química mais importante que atinge minerais silicatados predominantes na constituição da litosfera. Esse processo consiste na decomposição desses minerais em presença da água suficiente para conduzir os íons em solução como que serão utilizados como nutrientes pelos vegetais. Quando esse processo retira as bases Na, K, Ca e Mg, recebe o nome de desalcalinização ou remoção de bases.

Quando retira o acido silícico ocorre a desilificação ou remoção dos radicais ácidos que formarão minerais secundários.

* Exemplo: Desalcalinização

$K\,Al\,Si_3\,O_8 + H\,O\,H \rightarrow H\,Al\,Si_3\,O_8 + K\,O\,H$

Mineral feldspato: **$K\,Al\,Si_3\,O_8$**

Íons H^+ e $O\,H^-$ dissociados na água: **H O H**

Acido alumínio silício: **$H\,Al\,Si_3\,O_8$**

Potássio liberado (nutrientes do solo para os vegetais): **K O H**

* Exemplo: Desilificação

$2\,H\,Al\,Si_3\,O_8 + 8\,H\,O\,H \rightarrow Al_2\,O_3\,H_2O + 6\,H_2\,Si\,O_3$

Acido alumínio-silícico: **$2\,H\,Al\,Si_3\,O_8$**

Íons H^+ e $O\,H^-$: **8 H O H**

Bauxita: **$Al_2\,O_3\,H_2O$**

Acido silicico: **$6\,H_2\,Si\,O_3$** (formando minerais como opala, calcedônia, sílex-xilóide)

* Exemplo: Desalcalinização e desilicificação

$Mg_2\ Si\ O_4 + 4H^+ + 4\ O\ H^- \rightarrow 2\ Mg + 4\ O\ H^- + H_4\ Si\ O_4$

Mineral olivina: $Mg_2\ Si\ O_4$

Água ionizada: $+ 4H^+ + 4\ O\ H^-$

Íons em solução: $2\ Mg + 4\ O\ H^-$

Acido silícico: $H_4\ Si\ O_4$

- **Hidratação:** ocorre esse processo com a absorção de água que passa a fazer parte da estrutura cristalina do mineral onde antes não estava presente. Esse processo resulta um processo físico, já que envolve aumento de volume do mineral quando hidratado, A água absorvida pode ser retirada por aquecimento acima do ponto de ebulição da água.

* Exemplo:

$Ca\ S\ O_4 + 2\ H_2\ O \rightarrow Ca\ S\ O_4\ 2\ H_2\ O$

Mineral anidrita: $Ca\ S\ O_4$

Água: $2\ H_2\ O$

Mineral gipsita (gesso) aumenta 62% o volume: $Ca\ S\ O_4\ 2\ H_2\ O$

- **Dissolução:** existem minerais na litosfera, como os salinos, que dissolvem sob processo intempérico, A água dissolve facilmente os cloretos e os nitratos (sais):

NaCl (halita), KCl (silvita), KCl . MgCl . 6 H_2O (carnalita), Na NO_3 (nitrato de sódio), e KNO_3 (nitro). Já os sulfatos também são solúveis, mas o processo ocorre mais lentamente: $CaSO_4$ (anidrita), Ca SO_4 . 2 H_2O (gipsita).

- **Carbonatação ou acidificação:** ocorre esse processo quando os minerais reagem quimicamente como o acido carbônico. O gás carbônico existente na atmosfera reage com a água da chuva, formando os carbonatos, transformando-os em bicarbonato que é 30 vezes mais solúvel que o carbonato.

$H_2O + CO_2 \rightarrow H_2\ CO_3$

Água: H_2O

Gás Carbônico: CO_2

Acido ascórbico: $H_2\ CO_3$

* Exemplo:

$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Ca\ (HCO_3)^2$

Mineral calcita ou aragonita: $CaCO_3$

Acido carbônico: H_2CO_3

Bicarbonato de cálcio (solúvel): **$Ca(HCO_3)^2$**

Quando a região é rica em calcários a paisagem é característica, ocorrendo lapié, gruta, dolina, sumidouros (rios subterrâneos), cavernas, cavernas com formações ornamentais em seu interior como estalactites e estalagmites, etc.

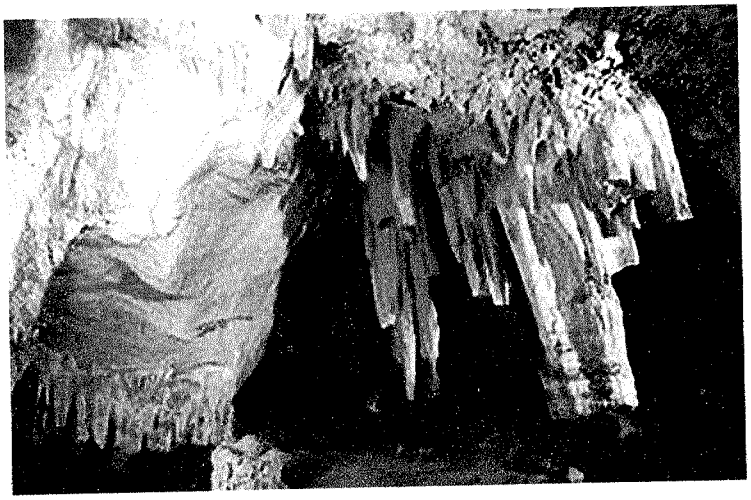

Fig. 9 - Gruta de São Miguel apresentando formações de estalactites.

- **Oxidação:** da-se esse processo quando o oxigênio reage com elementos os compostos químicos. Citamos o ferro como o mais sensível ao processo, mas a oxidação ocorre também com o carbono, nitrogênio, fósforo, manganês e enxofre. O oxigênio penetra entre as grades cristalinas dos minerais, instabilizando-os, Daí facilmente outros processos intempéricos irão instalar-se. Nesse processo sulfetos transformam-se em sulfatos.

* Exemplo:

$4FeO + O_2 \rightarrow 2Fe_2 O_3$

Oxido ferroso: **$4FeO$**

Mineral hematita: **$2Fe_2 O_3$**

$2FeS_2 + 2H_2O + 7\,O2 \rightarrow 2Fe\,SO4 + 2H_2\,SO_4$

Mineral pirita: **$2FeS_2$**

Sulfato ferroso: **$2Fe\,SO4$**

Acido sulfúrico: **$2H_2\,SO_4$**

- **Redução:** ocorre em locais onde a oxigenação é insuficiente ou ausente como em alagados, pântanos, zona saturada do subsolo. Em presença de matéria orgânica em decomposição esse

processo é mais atuante, em função da presença do gás sulfídrico e hidrogênio nascente que são altamente redutores. Nesse processo sulfatos são transformados em sulfetos.

* Exemplo:

$FeSO_4 \rightarrow FeS_2$

Sulfato ferroso: **$FeSO_4$**

Mineral pirita: **FeS_2**

1.3- Intemperismo Biológico

É o tipo de intemperismo provocado pelos seres vivos. As ações dos organismos podem ser biofísicas e bioquímicas. Uma ação muito importante é a ação mecânica das raízes.

- Ação mecânica das raízes: as planas por meio de suas raízes podem promover o deslocamento de blocos e o agigantamento das fraturas pela pressão osmótica do protoplasma, estimada entre 10 a 15 atmosferas.

> *(...) "P-Font Quer, em seu livro Physiology of Plants, relata a ação de dois fungos (chapéus-de-cobra) que germinaram e ao crescerem, romperam o asfalto de uma rodovia que os cobria, cuja espessura era de 3 centímetros. Admite-se que pressão equivalente a 100 atmosferas foi necessária para a concretização do fato" (Nowatzki, Carlos H. e Zelter, Flora - 1979, pág. 218)*

Algas, liquens e musgos fixam e crescem em rochas expostas para captarem poeira até que se acumule fina película, com elevado teor de matéria orgânica. Algumas espécies de fungos e algas conseguem penetrar em granitos. Como as plantas devem-se considerar também a ação dos animais. Alguns moluscos e ouriços-do-mar são ativos na destruição de rochas cristalinas. Formigas, cupins, minhocas, roedores, escavadores, constroem buracos e revolvem o solo, facilitando a sua remoção por outros agentes intemperizadores. O pisotear do gado e o ato de arrancar a vegetação para alimentarem-se como os caprinos e ovinos, constituem outras formas de agressão ao meio, mas nada se compara a ação humana, ou seja, ação antropogenética.

Para viver na Terra o homem realiza uma violenta destruição do meio ambiente, alterando radicalmente a fisionomia da paisagem terrestre.

Capitulo 2 - PROCESSOS EROSIVOS

Ao abordar especificamente essa questão faz-se necessário mudar o fundamento do assunto, ou seja, em vez de processos intempéricos passa-se focalizar os processos erosivos.

De acordo com o estudo até aqui realizado ficou claro que o intemperismo caracteriza-se por uma ação constante e vagarosa dos agentes naturais que promovem alterações na superfície terrestre e nas proximidades dessa, mas tudo dentro de uma situação de equilíbrio. Raramente vê-se um quadro de desastre e ao ocorrer, é sempre colocado nas áreas glaciais, periglaciais e grandes altitudes, por acumulo exagerado de neve por ocasião das nevascas, As corridas de terras e/ou lamas quando da ocorrência de abalos sísmicos, ao romper barreiras naturais de lagos ou cursos d'águas, podem exemplificar essas situações.

Quando o trabalho dos agentes naturais excede a intensidade normal, assumindo um caráter acelerado é que certamente ocorre algum tipo de desequilíbrio e o resultado será uma ação destrutiva e o processo erosivo estará instalado, Nessa circunstancia existe sempre a intervenção do homem.

> *(...) "O termo erosão esta relacionada ao trabalho destrutivo da superfície terrestre pro ação dos fatores atmosféricos e biológicos".*
> *"Erosão é o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas das rochas pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e até plantas e animais." (Canil, Kátia e Filho, Gerson S. de A. - 1988 pág. 129).*

O processo erosivo é desencadeado de forma e intensidade diferentes. É consenso entre todos os estudiosos do assunto que quanto mais um terreno estiver intemperizado, mais facilmente será erodido.

Dentre os diversos fatores que interferem nessa questão salientem-se as condições naturais do meio físico e a ocupação humana do ambiente.

- **Meio - Físico:** Considera-se principalmente o tipo de rocha, a morfologia do relevo, a natureza do solo e as condições climáticas da área atingida pelo trabalho de erosão.
- **Rocha e Processo Erosivo:** A gênese, a composição mineralógica, a textura – estrutura, a cor dentre outras muitas características, nas inúmeras variedades de rochas existentes podem levar-

nos a avaliar as imensuráveis situações encontradas pelos agentes erosivos, no trabalho de alteração das mesmas.

As rochas magmáticas e metamórficas são endógenas, ou seja, formadas no interior da litosfera ou por material oriundo do interior (lavas vulcânicas) sob elevadas condições de temperatura e pressão, oferecendo, em função disso, maior resistência à ação dos agentes erosivos, Já as rochas sedimentares, formadas na superfície ou nas proximidades da mesma, sob condições normais de temperatura e pressão, são menos resistentes, favorecendo o trabalho de erosão.

Alem do local de origem da rocha, a composição mineralógica é outro fator que atua no comportamento da mesma. A rocha é um agregado de minerais e de acordo com os mesmos a rocha será mais ou menos sensível a ação erosiva. Pode-se tomar, por exemplo, o granito que é uma rocha magmática intrusiva, composta essencialmente pelos minerais feldspatos, quartzo e biotita, dentre outros minerais acessórios. O processo de gênese garante uma resistência relativamente grande a essa rocha, mas os minerais feldspato e biotita são muito sensíveis ao ataque químico. Ambos darão origem a argila, material pouco coerente que recobre as rochas cristalinas, estando presente em grande área da superfície terrestre, onde o solo orgânico se instala. O quartzo é um mineral mais resistente ao ataque químico, mas instabiliza-se sob a ação de alternância máximas e mínimas de temperatura. Nessas condições subdivide-se em frações menores, originando as areias quartziferas que são as mais abundantes dentro da categoria areias, com granulações muito grossas, grossas, media finas, muito finas, atingindo até a fração dos silt, ou seja, de 1mm até 1/256mm segundo a classificação de Wentworth.

Trabalhos realizados em laboratórios geotécnicos para conhecer a resistência das rochas demonstram que a estrutura e a textura apresentadas por essas, são fundamentais nas propriedades de rompimento da mesma. Constataram que rochas com granulações maiores (faneríticas) são menos resistentes que as de granulações menores (afaníticas) uma vez que as primeiras expandem-se mais quando expostas a uma intensidade igual de calor. Um outro teste demonstrou que rochas escuras (melanocráticas) estão mais sujeitas ao ataque do que as rochas claras (leucocráticas), em virtude das escuras absorverem grande quantidade do calor recebido e conservarem-no por mais tempo, enquanto as claras reflete e perdem-no com mais facilidade.

Considerando a quantidade de rochas e minerais existentes na litosfera, verifica-se a necessidade de estudos locais e específicos para de fato conhecer a possibilidade de ações preventivas frente a ação dos fatores erosivos e se já instalaram, como sanar o desastre.

A morfologia do terreno, ou seja, as faltas de uniformidade topográficas, somadas são demais fatores, coloca o relevo como outro fator determinante na ação erosiva do ambiente. Os processos responsáveis pela esculturação das formas de relevo denominam-se morfogenéticos. São eles que determinam a ação da dinâmica externa sobre a superfície e as vertentes das áreas topográficas. A ação é sempre conjunta, variando a composição qualitativa (ação pluvial e fluvial, ações pluviais e ventos, diferenças térmicas bruscas e ventos,...) e a intensidade desses processos, em relação ao meio no qual age. Certo é que os fatores erosivos buscam aplainar a superfície terrestre. Se não fosse a capacidade de reajustamento da crosta litosférica (movimentos ascendentes e descendentes) há muito os continentes teriam desaparecidos, sendo arrastados ao nível das águas dos oceanos. A esse trabalho de desgaste e rebaixamento das superfícies levadas pelo intemperismo - erosão da-se o nome de DENUDAÇÃO [1].

A função desse trabalho é reduzir ao máximo as partes mais elevadas até atingir uma superfície de erosão de topografia quase plana, PENEPLANO.

É a água de rolamento a principal responsável pela denudação, mas também o vento e o gelo conseguem denudar o terreno em larga escala.

Uma área denudada demonstra a ação diferencial dos agentes erosivos frente às condições do material atingido e do meio trabalhado, resultando na formação do relevo testemunho ou MONADNOCKS [2].

---

[1] Denudação é o conjunto de processos que agem na remoção e conseqüente abaixamento de uma superfície elevada, pela interação de processos intempéricos e erosivos, podendo ser acompanhados da lixiviação, no caso de tratar-se de regiões calcárias."(Geologia Geral - Leinz, Viktor e do Amaral, Sergio E. - 9º Edição. Editora Nacional, 1985)".

[2] Monadnocks são elevações residuais que resistem mais a erosão em áreas peneplanizadas".(Guerra, Antonio Teixeira 1975).

Outro aspecto muito importante no relevo - erosão é o tipo de vertente. Nessa questão, a força da gravidade aliados aos agentes erosivos água, vento, gelo, mas principalmente a água de rolamento é que vai determinar maior ou menor grau de destruição desse tipo de trabalho. O ângulo da vertente, o comprimento dela, a presença ou não de uma proteção natural ou construída e se utilizada, o tipo de utilização, serão determinantes no processo erosivo. É daí que resulta o movimento de massa: rastejamento (creep ou reptação), solifluxão e fluxos de lama, avalancha, deslizamentos, desmoronamentos que são tipos distintos de movimentações gravitacionais que promovem a locomoção do regolito encosta abaixo. Muitos atribuem a força da água que ao hidratar o regolito aumenta o seu peso e volume, auxiliando o movimento. Da mesma forma o gelo pode lubrificar e aumentar o peso, provocando o deslocamento do regolito.

- **Rastejamento (creep ou reptação)**: Movimentação lenta e praticamente imperceptível das camadas superiores do regolito.

A velocidade é de poucos centímetros ou menos por ano. Verifica-se tal movimento através de tombamentos de postes, muro, arvore,... É muito comum em vertentes íngremes, mais curtas voltadas para vales profundos.

- **Solifluxão e fluxo de lama ou terra:** A solifluxão ocorre quando a camada superior do regolito é permeável e a sobrejacente é impermeável. Com a saturação da superior, aumentando o volume e a massa, essa camada tende a movimentar-se. Esse movimento foi calculado em alguns centímetros ou poucos decímetros por hora ou dia. Se a quantidade de água ultrapassar o limite, rompe o limite de fluidez e o material flui pela vertente como uma corrida de lama. Quando o gelo é o responsável pela hidratação dessa camada superior pelo degelo o processo recebe a denominação de gelifluxão. Esse processo geralmente assume proporções catastróficas.
- **Avalancha:** É o movimento gravitacional mais rápido e que desloca o maior volume de material que se tem conhecimento. Tais fluxos podem ser tanto de gelo ou neve como também de fragmentos rochosos ou grandes volumes de materiais depositados em áreas impróprias para tal.
- **Deslizamento:** ao contrário da solifluxão a camada sobrejacente do regolito, saturado de água, que estando em contato com a rocha cristalina ou material de granulação mais fina como argila e silte, favorece o deslocamento, atingindo o limite de plasticidade e fluidez. Também esse processo é conhecido como escorregamento.
- **Desmoronamento:** Ocorre quando parte situada na porção inferior da vertente foi retirada por solapamento ou deslizamento de águas pluviais ou fluviais, criando um vazio nessa parte inferior.

A parte superior, pela falta de apoio, cai. É comum em falésias litorâneas e margens de rios. Também é comum em rodovias e ferrovias. Esse processo é encontrado quando não existem obras de captação de águas pluviais.

Além dessa movimentação de massa muitas vertentes apresentam o fenômeno de ravinamento que podem chegar a atingir a formação das voçorocas.

O resultado da denudação, do movimento de massas da formação das ravinas e das voçorocas é a produção de grandes volumes de sedimentos que através dos agentes transportadores por excelência, também as água, os ventos e as geleiras vão entulhar áreas mais baixas do terreno, formando as planícies, os vales fluviais, mas vão também soterrar solos agrícolas, áreas residenciais, assorear os cursos d'água entulhar rodovias, ferrovias, portos,...

O solo também se apresenta como outra grande importância na questão erosiva. Sendo o produto final do processo intempérico e possuindo uma característica própria, ou seja, a natureza incoerente do material que a forma, de todos os outros fatores, é o que este mais propenso à ação destruidora da erosão. O que vai determinar diferença no trabalho erosivo é a natureza do material se arenoso, siltoso ou argiloso, se esta depositada em áreas planas ou íngremes, a espessura do horizonte, o tipo de cobertura vegetal, se possuir o tipo de condições climáticas a que esta submetida e o tipo de uso quando explorado com algum fim.

Segundo os estudos realizados sabe-se que em um ano, a erosão pode destuir até 200 toneladas de solo por hectare. Com ela vai-se embora o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, matéria orgânica (húmus) e muito outros micronutrientes. O prejuízo vai alem, pois logo o solo torna-se raso, há o afloramento da rocha-mão que lhe deu origem, prejudicando o crescimento e a alimentação das raízes que sustentam a planta, comprometendo a produção e a produtividade. O grande complicador de toda essa questão é que, segundo dados, de empresas especializadas no assunto, serão necessários mil anos para formar novamente a camada de alguns centímetros de solo agrícola do muito que a erosão destruiu e levou. É novamente a questão do transporte para os cursos d'água, mar,...

O clima é o determinante do processo erosivo. Define, de acordo com o meio que atua a função dos seus elementos (temperatura, pressão, umidade, precipitação,...) e dos seus fatores (latitude, altitude, maritimidade, continentalidade, vegetação,...) e assim promove de uma forma lenta e duradoura o intemperismo e de uma forma acelerada e destrutiva sua ação erosiva.

Nesse contexto destaca-se o trabalho erosivo das geleiras, das águas e uma ação biológica, uma vez que são mais significantes na questão do desastre ambiental.

Nas regiões desérticas arenosas e em áreas litorâneas de praias, tem-se um trabalho erosivo mais ativo do vento. Porém, hoje, áreas agrícolas por ausência de conhecimento técnico e com conseqüente uso inadequado do solo, têm sido transformadas em grandes areais.

O vento, de acordo com sua velocidade e o tamanho das partículas soltas no terreno, remove, transporta e deposita sedimentos. Nessas três funções provoca desastres ambientais de grandes proporções. Ao remover o material, forma depressões relativas e absolutas que atingem imensas áreas. Esse trabalho só é interrompido quando alcança uns níveis formados por fragmentos rochosos maiores não transportáveis, como uma espécie de pavimentação natural que recebe a denominação árabe de REG. Também quando atinge o nível hidrostático, desenvolve uma vegetação típica dando origem aos oásis. Nessas duas situações a superfície fica naturalmente protegida da erosão eólica. O vento transporta o material lançando-o de encontro ao s obstáculos, arrastando-os. Para isso promove uma espécie de lixamento similar aos jatos de areia usados pelo homem. As rochas expostas vão sendo gradativamente desgastadas, esculpidas e após um tempo, restam apenas na área poucos pináculos que resistem ao processo, os inselbergs, destacando-se em meio a grandes areais.

O transporte das areias de granulação mais fina chega a atingir grandes distâncias. Na Europa, vários paises enfrentam problemas com a visibilidade em decorrência ao transporte de areias vindo do deserto do Saara.

Quando a velocidade do vento diminui naturalmente ou é barrado por algum obstáculo inicia-se o seu trabalho de deposição. Nessas circunstâncias formam as dunas que podem ser fixas ou moveis e os grandes campos de areias com topografias e espessuras irregulares. Sendo moveis geralmente promovem grandes soterramentos, atingindo campos agrícolas, estradas, portos, cidades, etc.

> *(...) "Efeitos catastróficos do vento verificou-se por volta de 1930 nos Estados Unidos da América, no vale do Mississipi, na região sujeita a grandes vendavais. Nessa época intensificou-se o plantio do trigo num terreno arenoso protegido por vegetação arbustiva. Tendo sido esta destruída e, ainda mais, tendo sido o solo revolvido pelo arado, pode o vento agir muito ativamente sobre as partículas soltas do solo*

determinando um duplo malefício: removeu o solo arável e depositou as areias em uma grande área, às vezes com espessuras tais, que diversas fazendas tiveram de ser abandonadas.

No litoral do Espírito Santo, na vila de Itaúna, vem se verificando, nestas ultimas décadas, uma intensa deposição eólica, responsável pelo sepultamento de cerca de 100 residências, da igreja local e do cemitério. Esse sepultamento verificou-se há 20 anos, tendo se processado no decorrer de 40 anos. As dunas da região atingem ao redor de 20 metros de altura". (Leinz, Viktor; Amaral, Sérgio E. do - 1988, pág.129)

Com a destruição crescente da cobertura vegetal na superfície terrestre os desastres provocados pela conjunção vento e areias vão intensificar cada vez mais, pois o processo de desertificação é hoje uma realidade.

O trabalho erosivo realizado pelo gelo e/ou geleira é especifico das regiões glaciais, periglaciais e grandes altitudes. É muito importante seu estudo pela área ocupada por gelo perene na terra, ou seja, 15 milhões de Km^2, estando 98% na Groelândia e Antártida e 2% nas montanhas e algumas ilhas do hemisfério norte.

Tais áreas possuem densidade demográfica muito pequena, sendo o processo de alteração ambiental mais de caráter natural, isto é, intempérico, do que propriamente erosiva "Avalancha". Com relação a essas áreas glaciais o que no momento tem causado séria preocupação é com o aquecimento global devido o derretimento acelerado desse gigantesco acúmulo de gelo e a projeção de catástrofes ambientais sem precedentes na historia do homem na Terra.

A água sem nenhuma contestação é tida como o agente mais ativo em todo o processo erosivo. As águas resultantes das precipitações atmosféricas ao atingir a superfície continental não coberta de gelo têm três caminhos a seguir que são: evaporação, infiltração e escoamento. Desses três caminhos os dois mais importantes para o tema ora desenvolvido é a infiltração e o escoamento. Não pode deixar de considerar nesse contexto o desastre provocado pelas gotas de chuva (saltação pluvial) sem terreno desnudado. Essas gotas baterão diretamente no terreno já intemperizado, arrancarão as partículas superficiais do solo que serão facilmente arrastadas pela água que escorrer no terreno, provocando abrasão nesse percurso, deslocando mais partículas e assim esta instalado a erosão pluvial.

(...) "O impacto da gota de chuva sobre o solo desagrega as partículas que saltam em todas as direções, mas vão mais longe, no sentido do declive da vertente.

A eficácia do processo depende da energia cinética da gota, função da altura da queda e do tamanho da gota, mas também da textura das partículas do solo.

As gotas, caindo, atingem uma velocidade limite, tanto maior quanto mais grossas forem e a sua energia cinética cresce com o quadrado de sua velocidade, exercendo, no solo, verdadeiros bombardeamentos.

Desse impacto resulta que grãos de areia e agregados são movimentados alguns decímetros para cima e a distância. Os detritos mais grossos, ao tombarem no solo, liberam novas partículas.

Esses materiais em movimento se juntam ao deslocamento das partículas por ação da gravidade, vindo participar do processo de rastejamento, responsável pela descida individual das partículas do solo. As partículas destacadas pela erosão pluvial são, ainda, oferecidas aos outros processos de transporte, especialmente ao escoamento difuso, que é subseqüente a queda da chuva.

Há uma estreita colaboração entre o impacto das goras de chuva e o escoamento difuso". (Penteado; Margarida M. - 1983, pág. 198)

Ocorre o escoamento pluvial quando a quantidade de água precipitada e maior que a velocidade de infiltração.

A ação do escoamento de águas superficiais ou enxurradas de acordo com a velocidade e a topografia é capaz de provocar grandes estragos ambientais. As águas escoam suavemente sobre um terreno de topografia relativamente plana ou de declive fraco. Nas áreas de relevo acidentado as águas descem em obediência a lei da gravidade com grande velocidade e de acordo com o volume, destruindo obstáculos ao seu caminho e transportando grande quantidade de materiais que vão ser depositados em áreas mais baixas ou cursos d'água, promovendo o assoreamento do mesmo e enchentes.

Inicialmente os minúsculos filetes de água que se formaram com a cheia vão deslizando na superfície, obedecendo às irregularidades do terreno e a cobertura vegetal existente. Nesse percurso sofrem desvios e freamentos, mas gradativamente vão engrossando à medida que descem pela encosta, chegando a formar as enxurradas. Em caso de escoamento deve-se

distinguir entre o escoamento pluvial em lençol, escoamento pluvial difuso e escoamento concentrada ou enxurrada.

- Escoamento pluvial em lençol: tipo de escoamento que ocorre em superfície maior e com pouca declividade. Nas cheias a erosão é acelerada, bem como, a eficiência do transporte e nas vazantes há disposição.

- Escoamento pluvial difuso: as águas escorrem no terreno sem hierarquia e sem fixação de leitos, anastomosando-se constantemente, ou seja, os conjuntos de filetes de água vão contornando os mínimos obstáculos, transportando partículas finas. A ação erosiva e fraca e se faz no sentido lateral e não no vertical. A cada cheia mudam de posição. É dominante onde há cobertura vegetal, sobretudo sob a cobertura florestal, sendo raras as possibilidades de ravinamento.

- Escoamento concentrado: Enxurradas: há concentração de inúmeros filetes de água para formar esse tipo de escoamento. Possui maior competência erosiva, fixa o leite por onde escoa, deixando marcas sensíveis na superfície topográfica. Tais marcas são sulcos conhecidos como ravinas.

O processo de ravinamento pode intensificar provocando o deslocamento o deslocamento de enormes volumes de terra, formando assim escavações profundas ou rasgões dos solos ou de rochas decompostas causadas pela erosão subterrânea, que provoca o solapamento e a queda de grandes blocos, determinando a verticalidade das suas paredes. Tal escavação pode atingir de 20 a 30 metros de profundidade, algumas dezenas de metros de largura e varias centenas de comprimento. A esse processo erosivo da-se o nome de voçorocamento. O grande volume de terra retirado por esses processos erosivos vão entulhar campos agrícolas, áreas residenciais, assorear cursos d'água, destruindo seus ecossistema da mesma forma causa irreversíveis desastres ambientais.

Também a água que infiltra no terreno determinara processos erosivos. Dentre esses se pode destacar a formação de grutas e caverna calcaria pelo processo da carbonatação e cavernas em quartzitos ou outras rochas de natureza cristalina muito diaclasados, formação de sumidouros que são depressões no terreno por onde desaparecem os rios que passam a integrar um curso subterrâneo que após percorrer alguns quilômetros por baixo da terra, vai novamente surgir na superfície; formação das dolinas, desabamento dos tetos das cavernas por falta de equilíbrio ditado pela força da gravidade e a intensa infiltração no manto intemperizado em terrenos inclinados, provocando os movimentos de massa (rastejamento solifluxão, deslizamento ou escorregamento, avalancha e desmoronamento) já descritos anteriormente.

Capítulo 3 - PROCESSOS EROSIVOS E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS

As implicações ambientais de caráter desastrosos relacionados à erosão, são inúmeras e comumente evidencia a participação da ação humana.

No inicio da ocupação humana na Terra quando suas atividades estavam restritas a coleta, caça, pesca e outras de subsistência, sua interferência na natureza era como a dos demais seres vivos, ou seja, dentro de um perfeito sistema harmônico ambiental.

Com o constante crescimento populacional associado a necessidade crescente de meios para sustenta-lo, a combinação da ganância para o enriquecimento econômico e o descaso das autoridades quanto a proteção ambiental, em todo decorrer da historia, culminaram com o rompimento do equilíbrio das ações dos fatores naturais ao meio. Isso determinou a instalação e a aceleração dos processos erosivos, constituindo verdadeiros desastres ambientais.

Estudiosos são unânimes em apontar o desmatamento ou desflorestamento como o precursor desse grave problema.

> *(...) "Por absoluta falta de conhecimento cientifico sobre os dramáticos efeitos da devastação da cobertura florestal, o homem brasileiro promoveu a destruição de um de seus maiores patrimônios. Se ao menos tivéssemos seguido o exemplo dos indígenas, que aprenderam a viver em harmonia com a floresta, dela recebendo em troca apenas benefícios, não seriamos agora responsáveis pelo desaparecimento de milhares de espécies animais e vegetais. E nem sofreríamos as conseqüências desastrosas provocadas pelos processos de erosão do solo. O desmatamento que sustentou os diversos ciclos de nossa economia colonial e republicana – pau-brasil, cana-de-açúcar, gado, café, cacau – não levou em consideração as particularidades especifica do solo. Se a Floresta Atlântica precisou de milhares (senão milhões) de anos para garantir sua própria integridade, a moto-serras e as queimadas comprometeram o regime hídrico através do assoreamento dos rios, alteraram teores pluviométricos, esgotaram solos de suas". Propriedades nutrientes e criaram panoramas de desolação: os desertos acabaram punindo a insensatez da ocupação irrefletida e criminosa". (Carneiro, Hélio - 1985, pág. 46)".*

Como foi possível constatar, a ocupação humana e as atividades desenvolvidas pela mesma, sem nenhum conhecimento técnico cientifico, determinou um problema ambiental de tamanha amplitude que fica difícil estimar uma possibilidade real de recuperação.

3.1- Os processos erosivos no meio rural

> *(...) "A redução da área plantada nos municípios e em seus arredores, onde é maior o crescimento urbano, tem sido amplamente compensada pela expansão da fronteira agrícola sobre as áreas mais remotas antes ocupadas por cerrados, florestas e matas". (Brown, Geoff - 1995, pág. 74).*

Ao retirar a cobertura vegetal nativa para o desenvolvimento das atividades agrícolas o terreno fica desnudo e totalmente voltado para ação direta dos agentes atmosféricos como o sol, os ventos, chuvas,... Se essa pratica não for acompanhada de conhecimentos e técnicas de proteção ambiental, haverá uma grande perda do material que recobre a superfície do terreno, material esse rico em nutrientes (húmus) que garante a sustentabilidade da produção a que se propõe. Essa perda poderá ocorrer pelo trabalho transportador do vento, pelo impacto das gotas de chuva no terreno e pelo escoamento superficial das águas (enxurrada).

Com a perda continua do manto de intemperismo pela erosão, sérios problemas poderão ocorrer, como:

- Afloramento da rocha cristalina (rocha-mãe) subjacente ao referido manto, impossibilitando o crescimento das raízes e a alimentação da planta.
- Lixiviação aliada à erosão onde elementos químicos vitais ao sustento do vegetal e carreada para os horizontes mais profundos do solo, pela água de infiltração, comprometendo a fertilidade do mesmo com o aumento da acidez (pH do solo) e a necessidade de se fazer à calagem, comprometendo a produtividade.
- Compactação do solo que compromete a porosidade e a permeabilidade do mesmo não permitindo infiltração da água. Se não consegue infiltrar, vai escorrer ma superfície sob a forma de enxurrada, abrindo pequenos e depois grandes canais (ravinamento), podendo atingir a formação de voçorocas. Essa compactação pode ocorrer naturalmente por processo intempérico próprio de climas tropicais úmidos que por reações químicas no regolito, determina a formação de crostas ferruginosas (laterização) o de alumínio (bauxitinização), ou de ambos na superfície do

terreno. Também a compactação do solo pode ocorrer com o manejo errado do solo com tratores, arações e gradagens que amassam e destroem os poros.

- Soterramento de áreas agrícolas por areia levada pelo vento, formando verdadeiras dunas - processo crescente de desertificação que vem se tornando cada vez mais comum em áreas de agricultura comercial.

- Assoreamento dos cursos d'água e lagos, tornando-os cada vez mais rasos e sujeitos ao transbordamento e conseqüentes inundações. Também o assoreamento em reservatórios de água vai comprometer o abastecimento das pessoas e a manutenção das atividades de irrigação.

POR ÁGUA ABAIXO

Se não há infiltração, as chuvas carregam os solos, assoreando e poluindo os rios e lagos.

O plantio feito em encostas sem as técnicas de terraceamento e curvas de nível vão determinar maior velocidade no escoamento das águas das chuvas que correrão por entre as calhas, carreando grandes volumes de solo fértil. A velocidade de escoamento depende da inclinação do terreno e do comprimento da rampa.

Quando a cobertura vegetal é retirada para a criação de gado, logo a vegetação rasteira é destruída, pois foi alterado o ecossistema. Se não houver o plantio de gramíneas que possui por característica própria a cobertura máxima do solo e o entrelaçamento das raízes, evitando a erosão, logo o gado terá que ser transferido e a área abandonada. Quando a criação é feita em áreas topográficas acentuadas, o próprio pisotear do gado formam trilhas que podem evoluir para a instalação de processos erosivos como ravinamento, progredindo para o processo de formação das voçorocas.

Algumas espécies de gado têm por características arrancar até a raiz da planta, como os caprinos. Nessa circunstancia logo o terreno estará desnudado e pronto para a instalação de outros processos erosivos.

3.2- Processo erosivo no meio urbano

Os processos erosivos que ocorrem no meio urbano, extrapolam a destruição ambiental, atingindo muitas vezes a própria vida do elemento causador de tantos desequilíbrios.

O espaço urbano caracteriza-se por uma maior concentração populacional e as expansões dessa população comumente não obedecem às leis de uso e ocupação do solo. Tal questão é agravada pela ausência ou falta de competência dos órgãos responsáveis pela fiscalização municipal. Dessa forma áreas totalmente impróprias vão sendo ocupadas por moradias ou submoradias, evidenciando claramente os desastres ambientais.

Situações criticas propensas a tais desastres:

- Áreas montanhosas com encostas íngremes: São terrenos que deveriam ser cobertos por matas, evitando assim o impacto das gotas da chuva e o escoamento das enxurradas. Ao contrário, nessas áreas, há ocupação humana, em função do crescimento desordenado da cidade, a necessidade de residir próximo ao trabalho, o menor preço do metro quadrado, quando não é área de invasão.

Para isso desmatam a área, fazem cortes no barranco sem a mínima orientação técnica, permitem a livre circulação das águas pluviais e dos esgotos, acumulam os resíduos sólidos nas bordas das vertentes, constroem poços para obtenção de água e moradias pouco resistentes. Está constituído o ambiente propicio para a instalação de processos erosivos associados a movimentos de massa pela força da gravidade. É só uma questão de tempo para a ocorrência de deslizamentos de terra e rochas com caráter catastrófico.

> *(...) "Os deslizamentos, também conhecidos como escorregamentos e "queda de barreiras", constituem-se em movimentos de massas de solos ou rochas, no sentido vertical, de uma cota mais alta para uma cota mais baixa,*
>
> *De todos os deslizamentos, os mais lamentáveis são os deslizamentos urbanos, não apenas pelos transtornos materiais e financeiros, mas,*

principalmente, pelo caráter catastrófico que normalmente assumem, geralmente com vitimas fatais.

O assentamento indiscriminado em encostas por populações de baixa renda, é de difícil controle, e muito mais difícil torna-se deslocar a comunidade após seu assentamento. Constitui-se, antes de qualquer outra coisa, em uma questão social que exige seríssimas respostas dos órgãos governamentais. E a resposta mínima a ser oferecida é, sem duvida, segurança e qualidade de vida. Neste trabalho de pesquisa a segurança e qualidade de vida são tratada em termos da estabilidade das encostas urbanas na cidade de Maceió". (Anjos, Carlos A. M dos. - 1991 -pág.09)

3.3- Construção de vias de circulação ao longo das encostas íngremes das montanhas.

A necessidade da construção de ruas, avenidas, estradas para a interligação da área urbana determinam traçados que cortam taludes que deveriam estar protegidos por cobertura vegetal apropriada. Por imposição do sitio urbano encostas são cortadas, instabilizadas e se não devidamente protegidas e acompanhadas sofrerão deslizamentos, impedindo o fluxo normal do transito, prejuízos econômicos, em virtude da paralisação do transporte rodoviário e ferroviário. Esses movimentos de massa ocorrem com grande freqüência no período das chuvas de longa duração e em vertentes meteorizadas. Esse problema agrava ainda mais quando existem blocos rochosos cristalinos no interior desses mantos. Muitas vezes tais rochas precisam ser dinamitadas para desobstruir a pista. Ocorrendo em sítios urbanos comumente registram vitimas fatais.

Capitulo 4 - ÁREAS SUJEITO A INUNDAÇÃO

Diz respeito a terrenos baixos situados a margem de cursos d'água como rios, córregos, lagos, etc. Locais onde nunca deveriam permitir a construção de moradias, mas isso não acontece por total indiferença dos órgãos governamentais. Nessas margens faz-se necessário a conservação da vegetação natural ou replantar a que foi destruída. Essa mata ciliar atua diminuindo o impacto da velocidade das gotas de chuva e a força da enxurrada. Os detritos transportados ficam retidos na vegetação rasteira que compõe essa mata, impedindo a sua deposição no fundo de lagos e nos leitos desses cursos d'água, ou seja, o assoreamento dos mesmos. Nas áreas urbanas a mata ciliar já foi dizimada, os curso d'água funcionam como local de despejo para todo o tipo de rejeito industrial e residencial, o assoreamento é constante apesar do trabalho de dragagem realizado periodicamente. Por ocasião das chuvas mais intensas, as inundações destroem tudo o que foi construído ou reconstruído pelos habitantes do local no decorrer do ano, sem contar a crescente perda de vidas.

Essas áreas funcionam como nível de base da erosão para toda região situada em seu entorno. Esta é uma que por si só justifica ser essa área um local de preservação ambiental permanente com a mata ciliar recomposta e protegida.

A cobertura asfáltica impermeabiliza o terreno e toda a água precipitada pelas chuvas, vão escoar sob a forma de enxurrada que vindo de todos os lados, desordenadamente, concentram-se num determinado ponto, vindo a construir as torrentes que não passam de um curso d'água temporário, de pequena extensão, mas de uma violência muito grande. Essas torrentes chegam a derrubar muros, arrastar casas, placas de asfalto, carros, gado, destuir estradas de ferro, rodovias,...

O traçado das vias de circulação em relação a distribuição das construções civis e a topografia do local funcionam como determinante na ação dos agentes atmosféricos. Em áreas de topografia acidentada se tal organização permitir grande velocidade no escoamento superficial da água, processos erosivos poderão causar sérios desastres ambientais serão inexpressivos.

Ainda nesse contexto a educação ambiental apresenta-se como importante instrumento para minimizar ou agravar os processos erosivos. Em uma comunidade onde não há um cuidado com a manipulação dos rejeitos sólidos, o entulhamento de bueiros, galerias e ate pequenos cursos d'água, irão determinar a formação das inundações com todas as suas conseqüências.

Capitulo 5 - ÁREAS DE MINERAÇÃO

Essas áreas podem estar próximas dos centros urbanos ou a zona rural. Embora na Constituição Brasileira, em seu artigo 225 - parágrafo 2 conste que "aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão publico competente na forma da lei".

As explorações minerais normalmente são feitas longe dos centros urbanos e, portanto, longe dos olhares do publico e quem de interesse pudesse denunciar. Soma-se a isso, a ineficiência governamental em fiscalizar as inúmeras frentes de mineração, determinando depredações ambientais difíceis de reverter.

A atividade de mineração é classificada como uma das mais agressivas que o homem executa na Terra. Inicialmente procede-se a limpeza da superfície com o desmatamento. Em seguida faz-se a perfuração do terreno, deslocando imensos volumes de material, do qual obtem-se o produto de interesse em meio a grandes pilhas de material estéril, ou seja, rejeitos. A deposição desse material é o ponto critico, podendo contaminar água, assorear cursos d'água, destruir a vida animal e vegetal presente no ecossistema e até a própria vida humana, quando esse material provoca deslizamento, atingindo áreas habitadas.

Quando a exploração é de matéria bruta para a construção civil, como areias, saibro, cascalho, argila, calcário, mármore, pedra britada, granito, gnaisse, ardósia, quartzito,... o problema não é menor. O desmonte causa grandes danos ambientais e o pior que quando esgota o material de interesse, resultam paisagens desoladas e montanhosas nuas, sem nenhuma recuperação. Dessa forma estão prontas para a instalação dos processos erosivos de caráter acelerado, comprometendo não só a área em si, mas todas as áreas relacionadas a ela.

A mineração propriamente dita provoca sérios impactos físicos sobre a paisagem (vibrações, ruídos, poeira, destruição da vegetação nativa na área de exploração e nas estradas abertas para o transporte do produto explorado e, sobretudo, aceleração dos processos erosivos), alem dos danos a fauna e a flora.

Warren Dean, historiador norte americano e grande estudioso da Mata Atlântica, apontou a atividade de mineração como a grande responsável pela destruição das florestas nativas brasileiras. De fato o desmatamento é a primeira atividade na instalação de uma indústria de mineração.

Acidentes recentes com o rompimento de barragens, onde depositavam o rejeito de mineradoras, demonstraram o risco de desastres ambientais que tais atividades podem provocar. Entretanto, é preciso que fique bem é claro que o impacto ambiental na prática das atividades de mineração e inevitável, mas a destruição do ambiente não. É necessário estar atento ao desafio que se tem lançado sobre o projeto de desenvolvimento sustentável e onde algumas empresas mineradoras têm recuperado de modo satisfatório ambientes por elas degradado. Mas mesmo assim é bom sempre lembrar que mineração e erosão andam sempre juntas, da mesma forma que é imprescindível à obtenção dos produtos através da mineração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve a preocupação de abordar a degradação ambiental com ênfase nas relações entre Meio Ambiente e Geomorfologia, destacando associações entre degradação ambiental e sociedade. Os desequilíbrios na paisagem foram analisados sob o ponto de vista da bacia hidrográfica, unidades integradora das formas de relevo, impacto e gestão. Diversas formas de monitoramento foram também apresentadas com o objetivo de mostrar a sua importância no conhecimento dos processos de degradação ambiental.

O conceito de ambiente (natural e social) tem passado por sucessivas transformações ao longo da historia. Esse ambiente, em função dos interesses econômicos e políticos, vem passando por processo de degradação, acentuado no século XX. Isso tem causado uma drástica diminuição na qualidade de vida e um aumento da preocupação mundial em tentar reverter esse quadro.

O manejo inadequado dos recursos naturais, tanto em áreas urbanas como rurais, tem sido a principal causa da degradação. Como conseqüências temos assistido toda uma gama de impactos, como: erosão dos solos, desmatamentos, desertificação, poluição, inundações etc.

A Geomorfologia, por possuir papel integrador na busca da compreensão dos processos de evolução do relevo e dos impactos causados pela ação antrópica, tem dado uma contribuição relevante no diagnóstico da degradação ambiental, bem como tem apontado soluções para resolver esses problemas.

Pelo caráter integrador, a bacia hidrográfica pode ser considerada excelente unidade de gestão dos elementos naturais e sociais. Nessa ótica, é possível acompanhar mudanças introduzidas pelo homem e as respostas da natureza como erosão dos solos, movimentos de massas e enchentes, cujos processos devem ser acompanhados por monitoramentos que devem ser acompanhados por monitoramentos que levem à compreensão da natureza integrada.

Esperamos que as reflexões apresentadas nesse trabalho possam contribuir de alguma forma, para o desenvolvimento sustentável e a conseqüente possibilidade de melhoria da qualidade de vida.

Lista de Figuras

Figura 1 - Extraída e modificada da revista Manual da Terra – Guia Rural – Publicação da Editora Abril S.A. mês de fevereiro de 1992. Distribuição DINAP – São Paulo – Artigo: Composição do solo.

Figura 2 - Geologia Geral. Leiuz, Viktor e do Amaral, Sergio E. – 2° volume e área - 9° Edição - São Paulo, 1985.

Figura 3 - www.geofacil.blogspot.com/feeds/posts/default

Figura 4 - www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php

Figura 5 - www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php

Figura 6 - LEIUZ, VIKTOR E DO AMARAL, SERGIO E - Geologia Geral - Editora Nacional - São Paulo, 1985.

Figura 7 - Fonte: LEIUZ, VIKTOR E DO AMARAL, SERGIO E. - Geologia Geral - Editora Nacional - São Paulo, 1985.

Figura 8 - LEIUZ, VIKTOR E DO AMARAL, SERGIO E. - Geologia Geral - Editora Nacional - São Paulo, 1985.

Figura 9 - site www.ecoviagem.com.br/.../gruta-de-sao-miguel.asp

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, Carlos A. M. Revista de Geociências - Centro de Ciências Exatas e Naturais Departamento de Geologia e Topografia - Universidade Federal de Alagoas - 1991.

BROWN, Geoff. Recursos Físicos da Terra - Editora Unicom - São Paulo, 1995.

CANIL, Kátia; **FILHO,** Gerson S. A. Revista Discutindo Geografia - Editora Escala Educacional, nº 8, São Paulo, 2007.

CARNEIRO, Hélio. Revista Geográfica Universa - Bloch Editora, nº 127, 1985.

FIGUEIREDO, Bernadino R. Minérios e Ambientes - Editora Unicamp - São Paulo, 2000.

LEINZ, Viktor; **AMARAL,** Sérgio E. Geologia Geral - Editora Nacional, São Paulo, 1985.
NOWATZKI, Carlos H; **ZELTER,** Flora. Minerais e Rochas - Editora Redacta - São Paulo, 1979.

PENTEADO, Margarida M. Fundamentos de Geomorfologia - Rio de Janeiro - 1983.

PRESS, Frank; **SERVER,** Raymond; **GROTZINGER,** Jonh; **JORDAN,** Thomas H. Para entender a Terra - tradução Rualdo Menegat - 4º Edição - Editora Bookman - 2008.

TEIXEIRA, Wilson; **TOLEDO,** Cristina M. T; **FAIRCHILD,** Thomas Rich; **TAIOLI,** Fábio. Decifrando a Terra - Editora Nacional - São Paulo, 2008.