



A AÇÃO DO HOMEM COMO AGENTE GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE OURO PRETO – MG

Lílian Coeli¹; Cecília Félix Andrade²; Henrique Pesciotti¹; Chrystiann Lavarini¹; Bernardo Araújo¹

RESUMO---Apesar de os estudos sobre impactos da atividade humana na superfície do planeta constituírem tema recorrente na geomorfologia e em outras áreas da ciência, é somente no início da década de 1990 que surge uma nova perspectiva de abordagem da interferência antrópica no planeta: o homem passa a ser considerado um importante agente geológico-geomorfológico. Sob a ótica da geomorfologia e da geologia do Tecnógeno, realizou-se um estudo de caso dos depósitos tecnogênicos encontrados no município de Ouro Preto – MG e as principais conseqüências destas alterações realizadas pelo homem na dinâmica da paisagem. Tais depósitos são correlativos a diferentes épocas da ocupação ocorrida neste município, sendo diferenciados em três tipos principais: associados à mineração de ouro, realizada durante o período colonial; e ligados à mineração de ferro e ao processo de retomada de crescimento da cidade ocorridos a partir da década de 1950. Como principais conseqüências destas alterações, destacam-se a ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnógeno; interferência humana no relevo; Ouro Preto-MG

ABSTRACT---Although studies on the impacts of human alteration in the planet's surface constitute a recurring theme in geomorphology and other areas of science, only in the beginning of the 1990's surges a new perspective to approach the anthropogenics impacts in the planet: man is regarded as an important geological and geomorphological agent. From the viewpoint of geomorphology and geology of the Tecnogen was made a case study of tecnogenic deposits found in Ouro Preto - MG and the main consequences of these man-made changes in landscape dynamics. Such deposits are correlative to different periods of occupation occurred in this city, and they are differentiated into three main types: associated with gold mining during the colonial period, related to iron ore and the process of resumption of growth occurred from the city 1950's. As the main consequences of these changes, we highlight the occurrence of erosion and mass wasting.

KEY-WORDS: Tecnogen; human interference in landforms; Ouro Preto-MG.

¹ Acadêmicos em Geografia, IGC/UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627, 31.270-901, BH-MG.

E-mail; liliancoeli@gmail.com.

² Doutoranda em Geografia e Análise Ambiental, IGC/UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627, 31.270-901, BH-MG.



1 - INTRODUÇÃO

O homem surgiu recentemente na história geológica do planeta. Contudo, nesse curto espaço de tempo, essa espécie se transformou em importante agente geológico-geomorfológico, capaz de produzir efeitos que podem ser associados à dinâmica natural interna e externa do planeta. Efeitos humanos na superfície da Terra geralmente superam, em termos de intensidade, aqueles provocados por agentes naturais como o vento e a água. Com menor intensidade, o homem também interfere em processos ligados à dinâmica interna, induzindo a ocorrência de terremotos, atenuando efeitos resultantes de atividades vulcânicas ou sintetizando minerais em laboratórios (ROHDE, 1996).

Estudos que destacam a interferência humana na superfície terrestre não são recentes, sendo uma constante em diversos trabalhos de cunho geomorfológico. No século XIX, Von Eschwege, em sua obra clássica *Pluto Brasilienses* (1833), já relatava processos de assoreamento em rios próximos a áreas de mineração na região de Minas Gerais. Euclides da Cunha, em 1901, registrava em seus ensaios voçorocas que se originaram do cultivo de café, em áreas situadas entre o Rio de Janeiro e São Paulo (PELOGGIA, 1997).

Pavlov, geólogo russo, em 1922 propôs o termo “Antropógeno” em substituição ao termo Quaternário, em função do aparecimento do homem nesse período. Dessa forma, todos os eventos ocorridos nesse período seriam denominados antropogênicos, mesmo aqueles que não resultavam de atividades humanas. Essa generalização gerou controvérsias em relação ao uso desse termo. Além disso, foi somente a partir de 10 mil anos atrás, com o sedentarismo, que as mudanças antrópicas na superfície terrestre se acentuaram. A partir desse momento, o homem deixa de ser um coletor e passa a produzir bens necessários a sua sobrevivência. Para tal, apropria-se da natureza e a modifica. O avanço da técnica intensifica a magnitude das alterações humanas sobre o planeta. Baseados nesses aspectos, Ter Stepanian, geólogo de origem russa como Pavlov, propôs em 1988 o termo “Tecnógeno”. Esse termo corresponde a uma época do Quaternário, período geológico que sucederia o Quaternário na escala do tempo geológico.

No Brasil, os fundamentos da Teoria do Tecnógeno passaram a ser construídos a partir da década de 1990. Destacam-se os estudos de Antonio Manoel dos Santos Oliveira (2005), Alex Pellogia (1997; 1998) e Geraldo Rohde (1996).

A principal característica do Tecnógeno é a modificação dos aspectos físicos do planeta pelo homem, o qual se destaca como importante agente geológico-geomorfológico. O principal objetivo de estudo da Geologia do Tecnógeno são os depósitos tecnogênicos.

Em função da presença de diversos tipos de depósitos tecnogênicos, o município de Ouro Preto, localizado na região central de Minas Gerais, se destaca como uma referência em estudos sobre o Tecnógeno. Nele se encontram depósitos de pelo menos três tipos: (i) associados à mineração do ouro, iniciada no final do século XVII; (ii) ligados à mineração de ferro; e (iii) associados a um processo de ocupação desordenada acentuado após a década de 1950. Este trabalho tem como objetivo geral analisar os diferentes tipos de depósitos tecnogênicos encontrados no município de Ouro Preto, assim como as principais consequências das alterações realizadas pelo homem na dinâmica da paisagem especificamente nesta cidade.



Espera-se dessa forma contribuir na investigação dos processos geomorfológicos contemporâneos e suas conseqüências no ambiente em questão, fornecendo por sua vez, informações para estudos posteriores, nessa ou em outras áreas quaisquer.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o Tecnógeno e sobre a cidade de Ouro Preto. Posteriormente, por meio da análise de imagem do Google Earth do ano de 2008 captada pelo satélite SPOT 5, foram demarcadas áreas mineradoras próximas à malha urbana de Ouro Preto, além de áreas com indícios de ação antrópica, como aquelas com total ausência de cobertura vegetal ou topos de morro extremamente aplainados. A partir dessa análise, foi gerado um mapa de uso do solo da cidade e seu entorno.

Em seguida, tendo como base a imagem do satélite e as áreas antropizadas nela demarcadas, realizou-se uma campanha de campo no dia 22 de novembro de 2009 para identificar feições e depósitos que evidenciam a atuação do homem como agente geológico geomorfológico neste município.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.

3.1 – TECNÓGENO

Apesar de a existência humana ser insignificante em relação à história geológica, a intensidade dos processos por ele desencadeados tem efeitos que freqüentemente superam os seus equivalentes naturais.

Em função das profundas alterações provocadas no ambiente pelo homem neolítico e moderno, em 1988 o geólogo russo Ter-Stepanian propõe que “*o Holoceno seja considerado a época de transição do Quaternário ou Pleistoceno, para o Quinário ou Tecnógeno*” (OLIVEIRA et al, 2005).

Stepanian *apud* Rohde (1996) descreve que as “as ações humanas que iniciam o Tecnógeno podem ser identificadas no balanço de energia da Terra e seu clima, nos seus campos físicos, no intemperismo físico e químico, no relevo, nas condições hidrogeológicas, nos movimentos de massas e taludes, na desertificação, na erosão acelerada, nos processos costeiros e na subsidência. O homem reproduz, até mesmo, processos endógenos e extraterrestres”. A sintetização de minerais em laboratórios e a ocorrência de terremotos induzidos por grandes obras de engenharia, como a construção de barragens e reservatórios de água, exemplificam como o homem reproduz processos endógenos. Já a fusão nuclear ilustra o que Stepanian denomina de “processos extraterrestres”.

O estudo da Geologia do Tecnógeno está essencialmente baseado na consideração do homem enquanto agente geológico e na produção dos meios de existência desse agente, que ocorre sobre condições de relevo e substratos determinados (PELLOGIA, 1997). O principal objeto dos estudos baseados no Tecnógeno são os depósitos tecnogênicos. É preciso destacar



que depósitos tecnogênicos não são sinônimos de feições tecnogênicas, tais como processos erosivos e escavações. Segundo Pellogia *apud* Oliveira (2005), os depósitos tecnogênicos podem ser classificados em dois tipos:

1) Depósitos de primeira ordem ou geração. Esses podem ser subdivididos em: *construídos*, resultando da ação humana direta, como no caso de aterros; *induzidos*, resultado do processo de alteração da fisiologia da paisagem, como processos erosivos ou movimentos de massa; e *modificados*, como no caso de depósitos naturais que são modificados, a exemplo do que ocorre com solos contaminados.

2) Depósitos de segunda ordem. São depósitos que podem ser: *remobilizados*, como depósitos de fundos de vale, formados por escorregamento de aterros; ou *retrabalhados*, como no caso de aterros que foram ravinados.

Os efeitos geológico-geomorfológicos das ações humanas, e o conseqüente surgimento dos depósitos tecnogênicos, só podem ser efetivamente estudados por meio de sua comparação com os equivalentes naturais desses processos. Stepanian *apud* Oliveira et al (2005) estabelece processos naturais e seus respectivos equivalentes tecnogênicos:

- intemperismo: moagem de rochas na mineração;
- formação do relevo: modificações por construções e cortes;
- denudação: perda de solo agrícola;
- dinâmica fluvial: canalizações e retificações;
- formação de cavernas: obras subterrâneas, metrô e túneis;
- sismos naturais: sismos induzidos por grandes reservatórios.

Pellogia (1998) afirma que “*os modelados tecnogênicos são conjuntos de formas de relevo produzidas direta ou indiretamente pela ação humana, formas essas que podem ocorrer conjunta e associadamente (por exemplo, o relevo tecnogênico urbano) ou isoladamente*”. Logo, o relevo tecnogênico compreende os modelados da superfície cujo agente é o homem. Segundo Pellogia (1997), o homem atua na superfície terrestre em três níveis de abordagem: modificando o relevo; alterando direta ou indiretamente a fisiologia da paisagem e criando depósitos superficiais. Dessa maneira, é possível abordar a ação geomorfológica humana em termos de processos, formas e depósitos correlativos.

3.2. - O CASO DO MUNICÍPIO DE OURO PRETO

Ouro Preto localiza-se na região central de Minas Gerais, há 90 km de Belo Horizonte. A cidade está localizada no extremo sudeste do Quadrilátero Ferrífero, que constitui uma das principais áreas de mineração no estado. Segundo a classificação climática de Köppen, a região possui clima do tipo tropical de altitude (Cwa).

Especificamente, a área de estudo diz respeito ao centro urbano o município de Ouro Preto e seu entorno (Fig. 01).

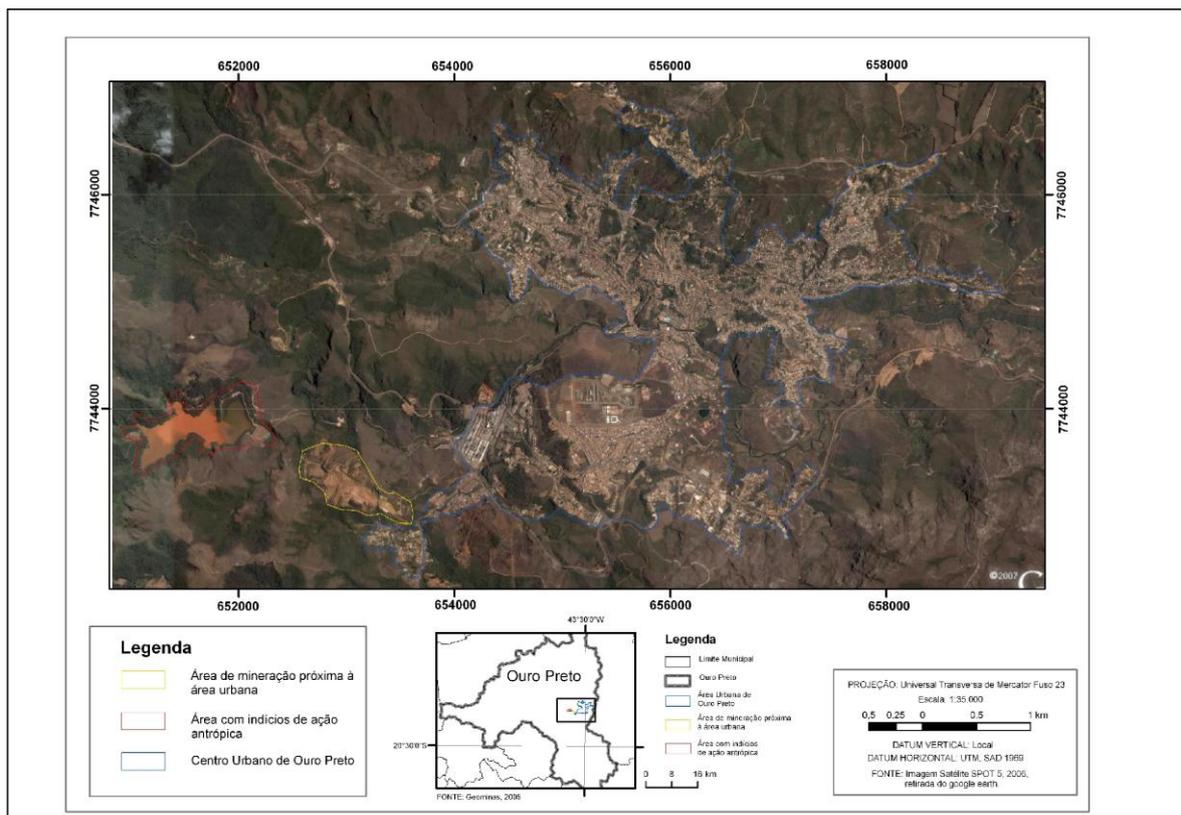


Figura 01: Mapa de localização da área de estudo.

A cidade foi fundada no final do século XVII, em 1698, em função da descoberta de depósitos de ouro aluvionar. Apresentou rápido crescimento, se tornando o segundo maior centro populacional da América Latina no século XVIII. Em 1823 se tornou a capital de Minas Gerais. O declínio da exploração do ouro e a transferência da capital para Belo Horizonte em 1897 provocou uma diminuição da importância política e econômica do município. Ocorreu um despovoamento da periferia e a preservação da paisagem e das características do núcleo arquitetônico central.

A partir de 1950, houve a retomada do crescimento da cidade em função da instalação de uma fábrica de alumínio na cidade. A ocupação das áreas ao entorno do município ocorreu de forma desordenada, muitas vezes em áreas onde se praticava a mineração no passado.

3.3. – CONTEXTO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO

O Quadrilátero Ferrífero é uma região que ocupa aproximadamente 7000km² na porção central do estado de Minas Gerais constituindo, também, o substrato rochoso onde se insere o município de Ouro Preto. Em termos estratigráficos, caracteriza-se por rochas do embasamento, nas quais se sobrepõem rochas do Supergrupo Rio das Velhas e do Supergrupo Espinhaço (Fig. 02).

Morfologicamente, a cidade está situada em um grande vale limitado pelas serras de Ouro Preto, a norte, e pela serra do Itacolomi em sua porção meridional, sendo a serra de



Ouro Preto o grande divisor de águas entre as bacias do Rio das Velhas e do Rio Doce. Localmente o relevo é bastante acidentado, com vertentes muito íngremes e vales profundos condicionados, em parte, pela geologia local. Além disso, a serra de Ouro Preto delimita o flanco sul do Anticlinal de Mariana.

No centro urbano, principal foco da ocupação desordenada no município, ocorrem predominantemente rochas dos grupos Caraça, Piracicaba, Itabira e Maquine. Nesse contexto, também se destacam depósitos elúvio-colúviais e depósitos residuais e detríticos recentes (Fig. 02). A litologia correspondente é composta basicamente de Filitos, Xistos, Quartzitos e Itabiritos.

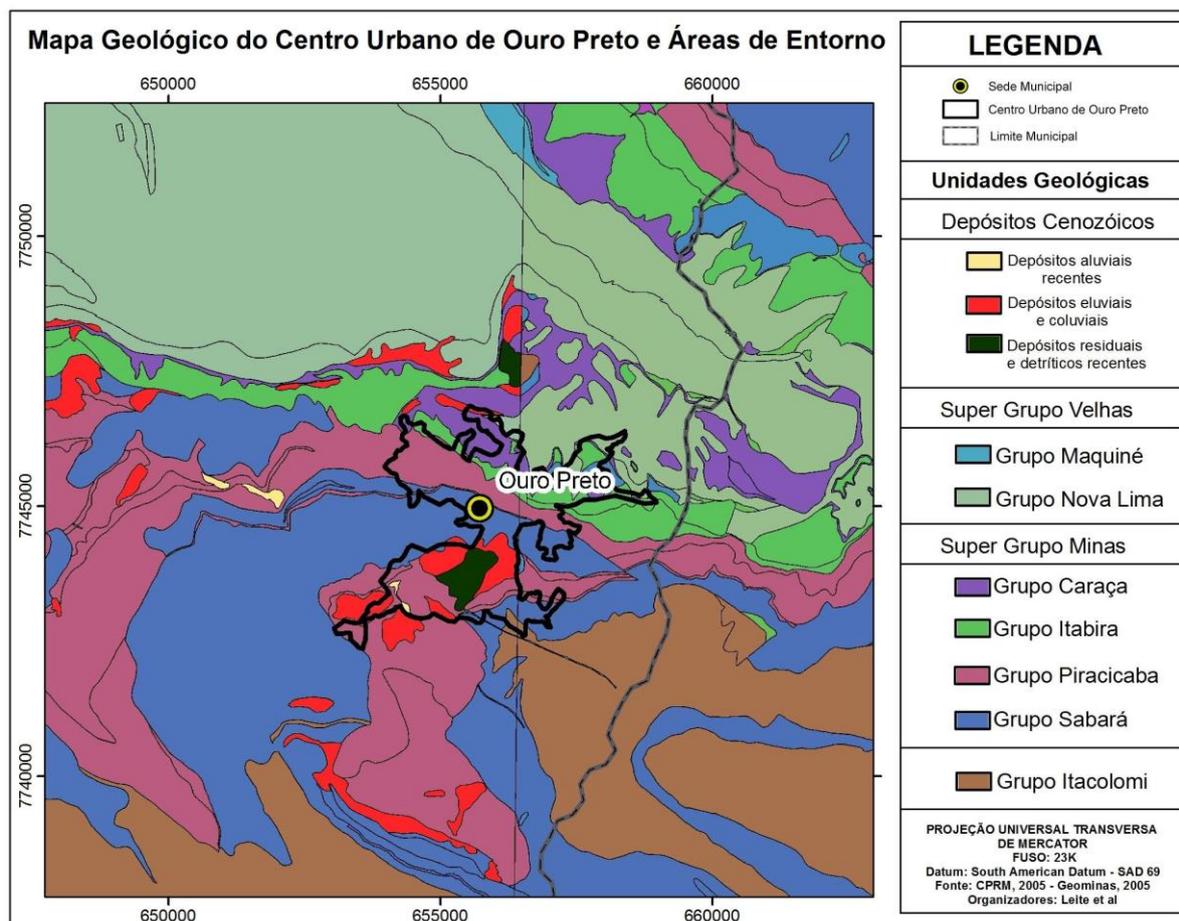


Figura 02: Mapa geológico do centro urbano de Ouro Preto e áreas de entorno.

3.4 – ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS NA PAISAGEM.

A cidade de Ouro Preto-MG é um exemplo clássico para o estudo do Tecnógeno no Brasil, em função da quantidade de depósitos tecnogênicos encontrados na região. Esses datam de diferentes momentos da história de desenvolvimento do município, sendo associados a diferentes atividades produtivas, bem como a duas principais etapas de ocupação ali ocorridas. Em termos de atividades produtivas, por meio das quais o homem alterou e ainda altera intensamente as feições da geomorfologia local, a vegetação, dentre outros aspectos da paisagem, destacam-se a exploração do ouro e de minério de ferro. A primeira



etapa de ocupação ocorreu no início do século XVIII; a segunda, após 1950, quando ocorreu uma retomada no crescimento da cidade.

Desde o início do século XVIII, o sítio onde se encontra a cidade de Ouro Preto foi intensamente alterado. Inicialmente, destacam-se as modificações na paisagem em função da exploração do ouro. As primeiras áreas a serem ocupadas foram as mais estáveis e planas, onde se encontram as Igrejas e edifícios históricos. A exploração do ouro era feita em superfície, próximo ou não aos canais fluviais, e em subsuperfície. Nos locais de lavra, eram realizadas escavações, desmontes, transporte e deposição de material removido, abertura de poços, galerias e canais, além de desmatamento generalizado. Tais intervenções acentuaram processos erosivos e movimentos de massa (SOBREIRA et al, 2001). Em superfície, era comum o desvio da água dos canais para o desmonte hidráulico das rochas a serem mineradas. Em subsuperfície, o desmonte hidráulico era realizado com a água desviada de nascentes para o interior das galerias.

Segundo Eschwege *apud* Sobreira et al, 2001, “*Pratica-se uma verdadeira caça ao ouro, sem pensar no futuro. Perseguem-se as camadas e os veios em todas as direções, enquanto puderem os serviços dar lucro, razão pela qual tal método, sobretudo quando aplicado a uma possante camada, dá origem a um perfeito labirinto de tocas de toupeiras*”. As regiões que atualmente estão situadas próximas às galerias se caracterizam pela instabilidade, sendo comum a ocorrência de desabamentos. Este problema foi verificado no Bairro Santana (SOBREIRA *et al*, 2001).

A Fig. 03 ilustra uma escavação, típica feição tecnogênica. É comum que ocorra junto às feições tecnogênicas depósitos que sejam correlativos a ela. Nesse caso, destacam-se os depósitos resultantes dos deslizamentos em áreas de instabilidade, em função da presença de antigas galerias. Esses são classificados como depósitos de *primeira ordem* do tipo *induzido*, segundo a classificação proposta por Pellogia, citada no item 2.2 do presente trabalho.

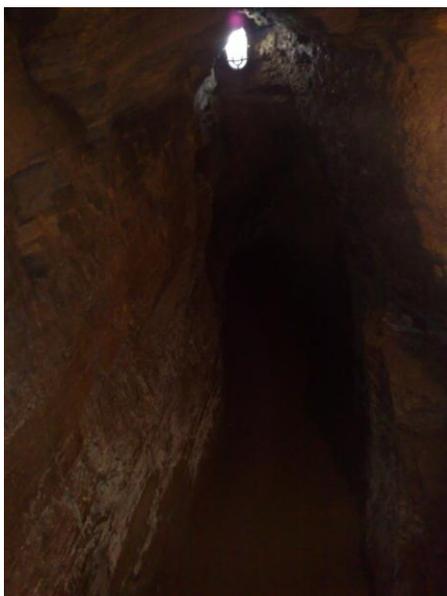


Figura 03 - Mina do Chico Rei – Ouro Preto – MA exploração do ouro em subsuperfície levou à escavação de centenas de galerias na região. Em função da ausência de técnicas de exploração, esses túneis eram escavados de maneira aleatória, até que os veios de ouro fossem encontrados. **Fonte:** Foto feita em campo – 22/11/2009.



Durante o auge da exploração de ouro, grande parte da população, principalmente de escravos, se fixou em torno dos núcleos de lavra, em região de morros e encostas declivosas. O esgotamento do ouro nesses núcleos fazia com que a população migrasse para novos locais de lavra, abandonando suas casas, as quais eram destruídas com o tempo. O Morro da Queimada, situado na Serra de Ouro Preto, é o principal conjunto de ruínas preservadas.

Ressalta-se a coexistência de feições e depósitos de diferentes momentos da história em Ouro Preto. Na Fig. 04, observa-se um muro de pedra construído por escravos durante o período colonial, feição tecnogênica localizada ao lado de um talude também do período colonial. Nota-se nesse talude uma feição erosiva não – vegetada, situada muito próximo a uma torre de transmissão de energia elétrica. Essa feição erosiva teve sua origem provavelmente associada à instalação da torre. Nesse caso, tem-se um depósito tecnogênico de *primeira ordem* do tipo *induzido*.



Figura 04: Feição erosiva provavelmente relacionada à ação antrópica (torre ao fundo), situada próxima à trilha de uma antiga mina de exploração de ouro – Ouro Preto – MG.

Fonte: Foto feita em campo – 22/11/2009.

Ao final do século XVIII, o esgotamento das reservas de ouro que podiam ser lavradas, bem como a transferência da capital para Belo Horizonte em 1897, provocou um esvaziamento da cidade, com destaque para as áreas periféricas. Foi somente a partir de 1950 que a cidade retomou seu crescimento, com a instalação de uma fábrica de alumínio na cidade.

Nesse novo momento de expansão, a ocupação se deu de maneira extremamente desordenada. Antigas áreas mineradas foram ocupadas, como no caso das porções oeste e leste da cidade. Além disso, observam-se a ocupação de margens de rios, áreas com fortes declives e zonas de passagens de águas pluviais. Durante a ocupação, foram realizados cortes



e taludes sem instabilidade, sujeitos a processos erosivos e movimentos de massas. No final da década de 1970 foram registrados os primeiros casos de acidentes envolvendo movimentos de massas, com grande destaque para os deslizamentos (SOBREIRA et al, 2001). Destaca-se que a grande maioria desses acidentes ocorreu nas zonas periféricas da cidade, sendo um resultado direto do processo de ocupação desordenada.

Na Fig. 05 observa-se a proximidade das casas não só ao canal fluvial, mas também a uma encosta muito íngreme. Nessa encosta é possível notar a presença de litologia bastante alterada pelo processo de intemperismo, o que facilita a ocorrência de deslizamentos e quedas de blocos.



Figura 05: Ocupação das margens de um córrego na periferia de Ouro Preto – MG.
Fonte: Foto feita em campo – 22/11/2009

Atualmente, a mineração de ferro configura-se como importante fonte geradora de depósitos tecnogênicos e impactos na região de Ouro Preto (Fig. 07 e Fig. 08). Além disso, citam-se também os impactos e conseqüentes depósitos oriundos da atividade industrial.



Figuras 06 e 07: Mineração de ferro em área próxima a malha urbana de Ouro Preto – MG.
Fonte: Foto feita em campo – 22/11/2009



4 – CONCLUSÕES.

Os novos conceitos introduzidos pela geologia do Tecnógeno evidenciam a importância da atuação humana na modificação das paisagens naturais e na construção do espaço geográfico. Contudo, entre os geólogos ainda não existe um consenso sobre a modificação da escala do tempo geológico, com a criação de um novo período e uma nova época. Muitos deles não admitem individualizar um período tão curto como o Quinário; outros afirmam não ser possível a utilização de critérios antropológicos para definir o fim do Pleistoceno. Independente da polêmica do enquadramento do Tecnógeno dentro da escala do tempo geológico, é possível constatar a consagração do termo no meio científico, haja visto que a quantidade de trabalhos que seguem linha tecnogênica vem aumentando. Logo, a discussão sobre a significância da influência do homem enquanto agente geológico-geomorfológico já foi superada. Atualmente, as pesquisas do Tecnógeno encontram-se em uma fase de enquadramento e caracterização de depósitos cuja origem remete a ação humana.

A revisão bibliográfica realizada sobre o tema permitiu constatar também a necessidade de um aperfeiçoamento da linguagem usada para estudos tecnogênicos. A ausência de uma linguagem comum dificulta a integração dos resultados entre os trabalhos já realizados sobre o assunto. Faz-se necessário uma abordagem integrada dos sistemas tecnogênicos, aproximando-o de conceitos utilizados pela geologia sedimentar.

É indubitável que os processos provocados diretamente ou induzidos pela espécie humana ocorrem em escala de tempo muito acelerada, quando comparada à ocorrência desses mesmos processos ocasionados por agentes naturais. As leis naturais permanecem as mesmas, independentes do grau de interferência humana no planeta. Contudo, ao interferir no seu funcionamento, essas tendem a reagir no sentido de encontrar um novo estado de equilíbrio. Até que esse novo estágio seja atingido, observam-se a ocorrência de inúmeros processos e fenômenos naturais. No que se refere à morfodinâmica, destacam-se a ocorrência de processos erosivos e de movimentos de massa. O homem, enquanto agente causador de grandes modificações no planeta sofre diretamente os efeitos dessas mudanças por ele desencadeadas. Os inúmeros deslizamentos, muitas vezes com vítimas, que ocorrem no município de Ouro Preto e em outras partes do Brasil, reafirmam a necessidade de tais estudos seja no âmbito geomorfológico ou geológico, em vista da possibilidade de redução de perdas ambientais, materiais e humanas geradas por esses fenômenos.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÜLOW, K.V. **A evolução futura da Terra**: uma época de transição geológica. Boletim Geográfico 31(228).Pgs. 22-29,1972.

CARNEIRO, C.D.R.; MIZUSAKI, A.M.P.; ALMEIDA, F.F.M.de. **A determinação da idade das rochas**. Terrae Didatica, 1(1): 6-35, 2005.



FAIRCHILD, T., TEIXEIRA, W., & BABINSKY, M. Em busca do passado do planeta: tempo geológico. In: W. TEIXEIRA, M.C.M. TOLEDO, T.R. FAIRCHILD e F. TAIOLI. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000, p. 305-346.

OLIVEIRA, A.M.S.; BRANNSTROM, C.; NOLASCO, M.C.; PELOGGIA, A.U.G.; PEIXOTO, M.N.O.; COLTRINARI, L. Tecnógeno: registros da ação geológica do homem. In: C.R.G. SOUZA, K. SUGUIO, A.M.S.P. OLIVEIRA & P.E. OLIVEIRA, eds., **Quaternário do Brasil**. São Paulo: ABEQUA; Ribeirão Preto: Holos, 2005.

PARRA, R.R., **Análise geoquímica de água e sedimentos afetados por minerações na bacia hidrográfica do Rio Conceição, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. Brasil. [manuscrito]./ Ronal Rafael Parra. 2006.

PELOGGIA, A.U.G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v.27,n.3,p.257-268, 1997.

PELOGGIA, A.U.G.1998. A magnitude e a frequência da ação humana representam uma ruptura na processualidade geológica na superfície terrestre? **Geosul**, v.14, n.27, p.60, 1998

POPP, J.H, **Geologia geral**. 5^a ed. Rio de Janeiro; São Paulo: LTC, 1998.

ROSS, J.L.S.O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia** 6:17-29 (FFLCH-USP),1992.

ROSSATO, M. ; SUERTEGARAY, D. M. A. . Repensando o Tempo da Natureza em Transformação. **Ágora** (UNISC), Santa Cruz, v. 6, n. 2, p. 93-98, 2000.

ROHDE, G.M., **Epistemologia ambiental: uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana alopoiética**. Porto Alegre: Edipucrs, p. 231, 1996.

SOBREIRA, F.G.; FONSECA, M. A. Impactos físicos e sociais de antigas atividades de mineração em Ouro Preto, Brasil. **Revista Geotecnia**, Lisboa, n° 92, 2001.