

# ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS Y PEDOLÓGICOS PARA LA REHABILITACIÓN DE UN ÁREA DEGRADADA POR MINERÍA ARTESANAL

(Geological, geomorphological and pedological studies for the rehabilitation of an degraded area by mining industry)

Marcus Manoel Fernandes\*, Marcos Bartasson Tannús\*, Javier Eduardo Becerra Becerra\*\*

\*Fundação Centro Tecnológico de Minas, Gerais-Cetec, \*\*Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, IGC/UFMG, marcus.fernandes@cetec.br, marcos.tannus@cetec.br

(Recibido Marzo 21 de 2007 y aceptado Noviembre 20 de 2007)

<p><b>Resumen:</b> El presente trabajo describe la integración entre los estudios geológicos, geomorfológicos y pedológicos para la rehabilitación de un área deteriorada por minería artesanal, localizada al noroeste del estado de Minas Gerais, Brasil. Para las áreas que presentan mayor impacto, se propone su rehabilitación por medio de la recomposición de suelos y de la cobertera vegetal. En la Vertiente Laterítica, la ocurrencia de latosuelos posibilita la utilización del área para cultivos y desarrollo de pastos.</p>	<p><b>Abstract:</b> The present work describes the integration between geology, geomorphology and soils research for the rehabilitation of a degraded area degraded by artisan mining, located in the northwest of the Minas Gerais State, Brazil. For the more shattered areas, the rehabilitation may be developed by means of the increase of the soils and the vegetable cover. In the Lateritic Slope, the occurrence of latosols enables the utilization of the area for cultures and pastures.</p>
<p><b>Palabras clave:</b> Geología, Geomorfología, Suelos, Área degradada, Mina artesanal.</p>	<p><b>Key words:</b> Geology, Geomorphology, Soils, Degraded Area, Artisan Mining.</p>

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo es parte del proyecto “Desarrollo de tecnología para la descontaminación de áreas degradadas por la actividad minera artesanal, con recuperación de mercurio y oro, Quebrada Rico, Paracatu-MG”, financiado por El “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq” y el “Fundo Nacional do Meio Ambiente-FNMA”. El área seleccionada para el desarrollo del proyecto está situada en la planicie aluvial de la quebrada Rico, junto al núcleo urbano de Paracatu, ciudad distante cerca de 500 km de Belo Horizonte. Esta región fue blanco de intensa actividad minera artesanal y presenta características físicas típicas de áreas degradadas por este tipo de actividad, además de contener una importante cantidad de mercurio y oro en los sedimentos. La minería artesanal en la quebrada Rico se remonta al año de 1734, simultáneamente con el desarrollo poblacional de Paracatu. Sin embargo, fue a mediados de la década de los años ochenta que se desarrolló la minería artesanal a gran escala, generando el cuadro de degradación observado actualmente en el área.

## 2. METODOLOGÍA

Para la caracterización geológica del área, se tomó como referencia el mapa geológico del “Morro do Ouro” y sus regiones adyacentes, de autoría de Zini et al. (1988), y la estratigrafía definida por Freitas-Silva y Dardenne (1992).

Los estudios geomorfológicos, se basaron en el análisis de la bibliografía disponible, en la interpretación de las fotos aéreas 1:50.000 (Vuelo AST-10, 1965), 1:8.000 (Vuelos RPM/PROSPEC 1984 e 1993) y en la ejecución de trabajos de campo con levantamiento de perfiles estratigráficos. Los resultados se sintetizaron en el mapa geomorfológico, después de su integración con los mapas pedológico y geológico.

Para obtener informaciones sobre las propiedades de los suelos y sus relaciones con otras características del medio físico (en particular con la vegetación), objetivando su recomposición, fue realizada la caracterización pedológica del área de influencia.

A partir de los levantamientos geomorfológicos se identificaron los principales tipos de suelos que ocurren en el área de influencia. Durante los trabajos de campo se colectaron y describieron muestras de tres perfiles representativos y se realizaron análisis físicos y químicos (Fernandes et al., 2001). Las descripciones y muestreos fueron realizados en taludes previamente seleccionados. Se tuvo el cuidado de hacer el muestreo a 50 cm de profundidad, con el fin de evitar posibles alteraciones causadas por la exposición a la lluvia y a la insolación. La caracterización morfológica se hizo siguiendo las normas preconizadas por Santos et al., 2005. Fueron colectadas muestras de todos los horizontes, totalizando 8 muestras. Los ensayos analíticos se efectuaron en el sector de laboratorios del Centro Nacional de Investigación del Maíz y

Sorgo - CNPMS/Embrapa, em Sete Lagoas, estado de Minas Gerais/Brasil. Los suelos en el área de influencia fueron clasificados según Embrapa (2006).

Los estudios integraron unidades geológicas, geomorfológicas y pedológicas del área de estudio, con la generación de mapas temáticos, identificando fragilidades y potencialidades que permitieran proponer estrategias de rehabilitación del área degradada.

### 3. RESULTADOS

La ejecución de las actividades de campo y de fotointerpretación permitió mejorar el mapa de referencia, siendo detalladas las unidades superficiales presentes en el cauce de la quebrada Rico. De esta forma, la unidad Aluviones Recientes cartografiada por Zini et al. (1988) fue subdividida en dos unidades: Aluvión Reciente (Al<sub>1</sub>) y Aluvión Antiguo (Al<sub>2</sub>). Las unidades cartografiadas se presentan en orden decreciente, estando las más antiguas en la base y las más recientes en el techo de la columna estratigráfica (ver figura 1).

MO-A - Filita carbonosa, de coloración gris a negra y finas intercalaciones centimétricas a milimétricas de cuarzo, sericita y clorita.

MO-B/MO-C - Constituidas de filitas carbonosas, con boudins de cuarzo. Aflora en toda la extensión del área de influencia al oriente de la quebrada Rico. Esta unidad representa el horizonte aurífero de la formación Paracatu. En el mapa geológico (Zini et al., 1988) fueron individualizados el horizonte aurífero MO-B, constituido por filita limo-arenosa, carbonosa con boudins de cuarzo y sulfuros de Fe, As, Pb, Zn e Au, y el horizonte aurífero MO-C, correspondiente a la alteración litológica por intemperismo del horizonte MO-B. Esta unidad MO-B/MO-C, según Freitas-Silva y Dardenne (1992), es litológicamente similar a las unidades MO-A e MO-D, siendo la diferencia más significativa el predominio del filosilicato mica blanca en la unidad MO-B/MO-C, mientras que en las otras es la clorita la que predomina. En la unidad MO-B/MO-C se destaca la ocurrencia de boudins de cuarzo.

MO-D - Filita carbonosa: constituida de cuarzo, mica blanca (sericita) y clorita, con intercalaciones de filita cuarzo clorítica al tope de la unidad e intercalaciones lenticulares de metalimolitas y cuarcitas finas. Se presenta cortando la porción NW-SW del área de influencia del área de estudio.

PL - Pelitas lateritizadas; (L) Lateritas en pequeñas concreciones; (LM) Lateritas en bloques masivos: aflorantes en la cabecera de la quebrada Rico, en la porción nororiental del área, están constituidas por concreciones ferruginosas compactas.

SL - Suelo eluvio/coluvial rojo y laterítico: de naturaleza arcillosa, ocurre en toda la extensión del área de influencia al occidente de la quebrada Rico. Según Freitas-Silva y Dardenne (1992), el área fuente de esos suelos son las rocas fílticas de las unidades D e B/C de la Facies Morro do Ouro.

Al<sub>2</sub> - Aluvión antiguo: constituido de gravas, a veces lateritizadas, y arena gruesa, localmente recubiertas por suelo coluvial de color rojo y cantos de cuarzo resultantes de procesos de minería antiguos.

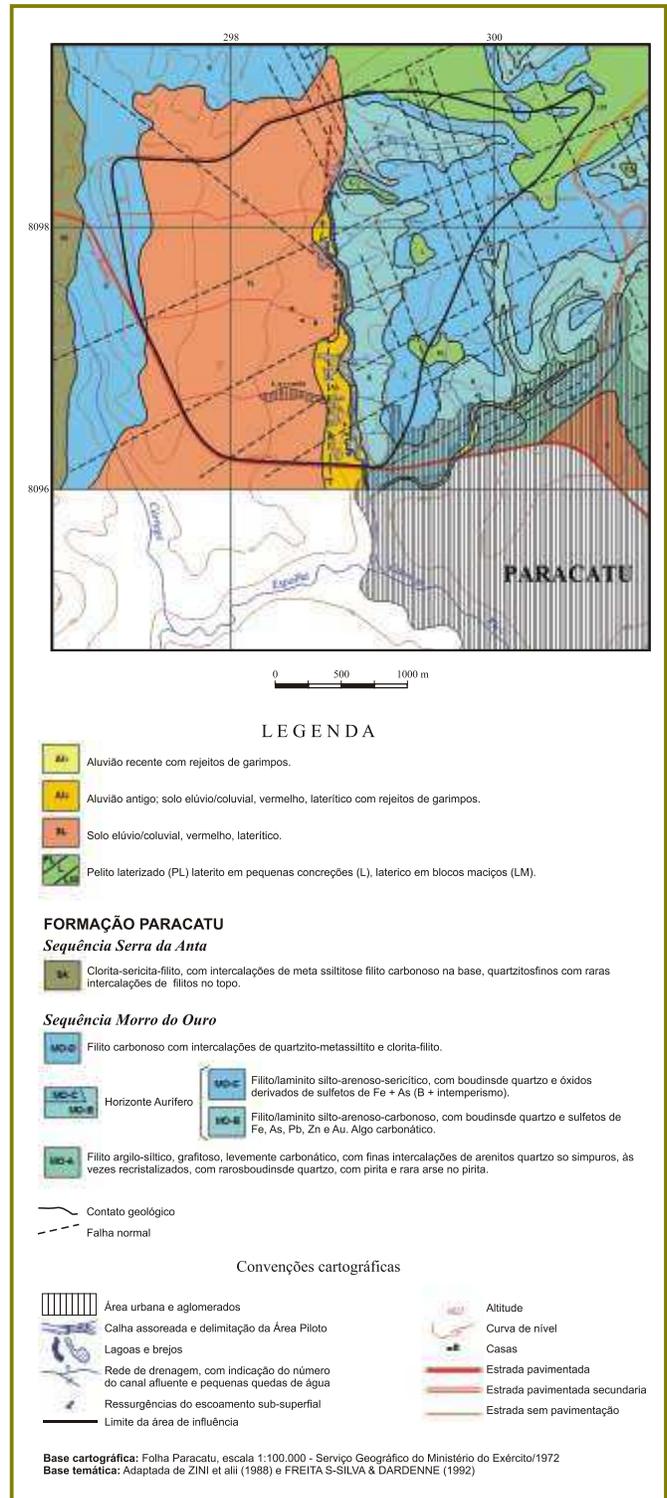


Figura 1. Mapa geológico generalizado del área de estudio.

Al<sub>1</sub> - Aluvión reciente con residuo de minería: constituido de sedimentos arenosos gruesos, con guijarros y bloques de cuarzo, y lechos arcillosos de poco espesor. En el área de estudio se presentan por todo el cauce de la quebrada Rico, desde su cabecera hasta las inmediaciones de la autopista BR-040, donde fueron desarrolladas las actividades de perforación utilizando tubo Shelby. Esta unidad aluvial aún es explotada para minería artesanal, ocasionando constantes procesos de remoción, mezcla y erosión del sedimento superficial y cambios constantes del curso de la quebrada Rico.

Desde el punto de vista geomorfológico, el área de influencia de este estudio de caso está delimitada al occidente por una cresta que alcanza una altitud máxima de 830 m; y al oriente por el morro do Ouro, cuyas cúspides, situadas anteriormente entre las cotas 820-830 m, han sido rebajadas por la actividad extractiva mineral. Al norte el límite es poco preciso, localizado en un trecho de la divisoria de aguas de la cuenca de la quebrada Rico y del riachuelo São Pedro (ver figura 2).

A pesar que ese trecho de la cuenca cubre un área de apenas 640ha, hay compartimientos del relieve diversificados, a los cuales se superpusieron actividades humanas que provocaron grandes alteraciones y contribuyeron a tornar el paisaje aún más complejo. Se definieron cuatro unidades con subdivisiones introducidas por esas alteraciones: la Cresta Filítica del oeste, la Vertiente Laterítica de la margen derecha de la quebrada Rico, el Morro do Ouro y la Planicie Fluvial de la quebrada Rico (ver figura 2).

Con relación a los suelos, el estudio de los mismos suministra datos de limitación o capacidad necesarios para la recomposición de la cobertera vegetal. Como funciones específicas relacionadas con la red fluvial, los suelos tienen la capacidad de regular el flujo de agua; almacenar y circular nutrientes; filtrar, retener, degradar, inmovilizar y “detoxifying” materiales orgánicos e inorgánicos; y permitir el desarrollo de la actividad biológica.

Todos los suelos son distróficos y la textura predominante varía de muy arcillosa a arcillosa.

En la Unidad Geomorfológica Vertiente Laterítica, sustentada por las rocas filíticas de la Secuencia Morro do Ouro (Formación Paracatu) y depósitos eluvio-coluviales, se identificaron los “Latosuelos Rojos Distróficos textura muy arcillosa relieve suave ondulado”. “Neosuelos Litólicos Distróficos textura arcillosa relieve ondulado/suave, ondulado y Afloramientos de Rocas” los cuales están asociados a las Unidades Geomorfológicas Cresta Filítica, presente en la porción oeste del área, y Morro do Ouro, ambas desarrolladas sobre rocas filíticas de la Secuencia Morro do Ouro (ver figura 3).

La Planicie Fluvial de la quebrada Rico se caracteriza por “Neosuelos Flúvicos Distróficos textura indiscriminada relieve plano” originados a partir de depósitos aluviales recientes y antiguos con residuos de bocamina. Debido a que la actividad minera artesanal ha promovido alteraciones en las áreas de ocurrencia de los latosuelos, suprimiendo en algunos

lugares los horizontes superiores, estos suelos fueron divididos en “Latosuelos Rojos horizonte A moderado” y “Latosuelos Rojos con horizonte A decapitado” (ver figura 3).

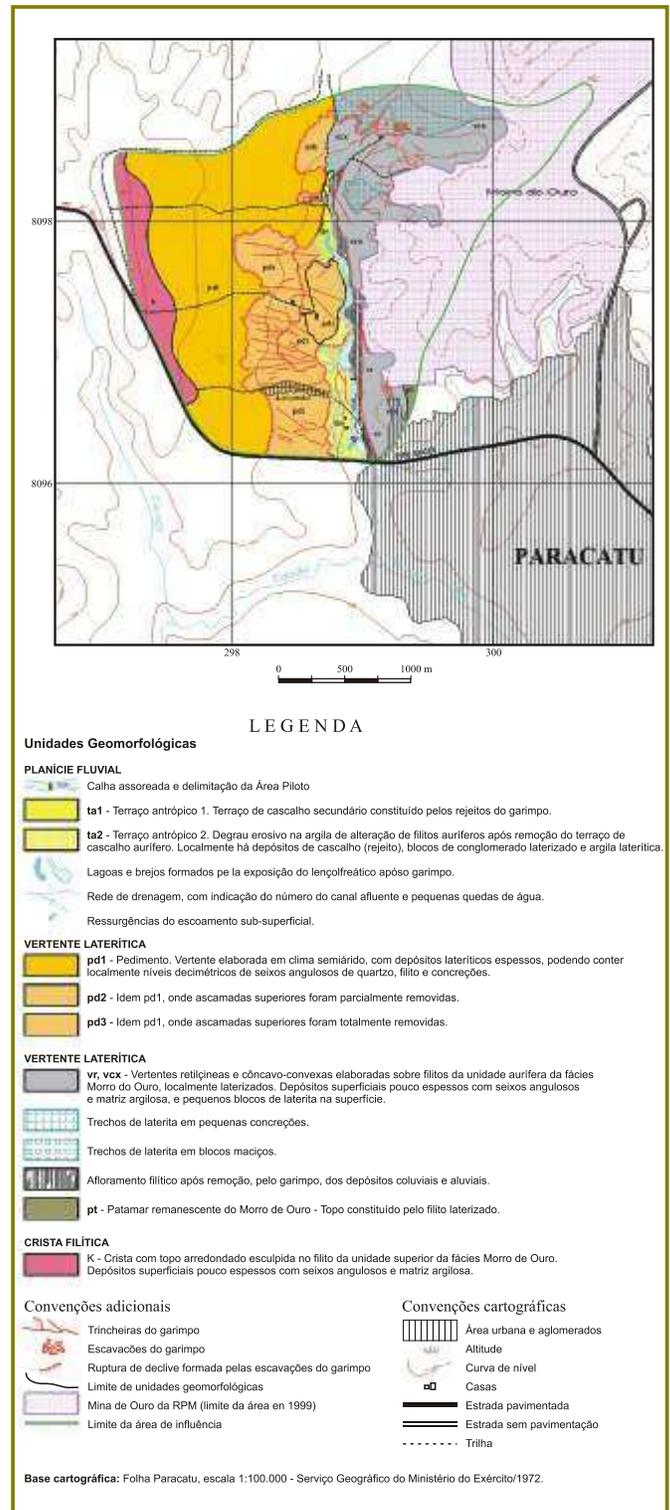


Figura 2. Mapa geomorfológico del área de estudio.

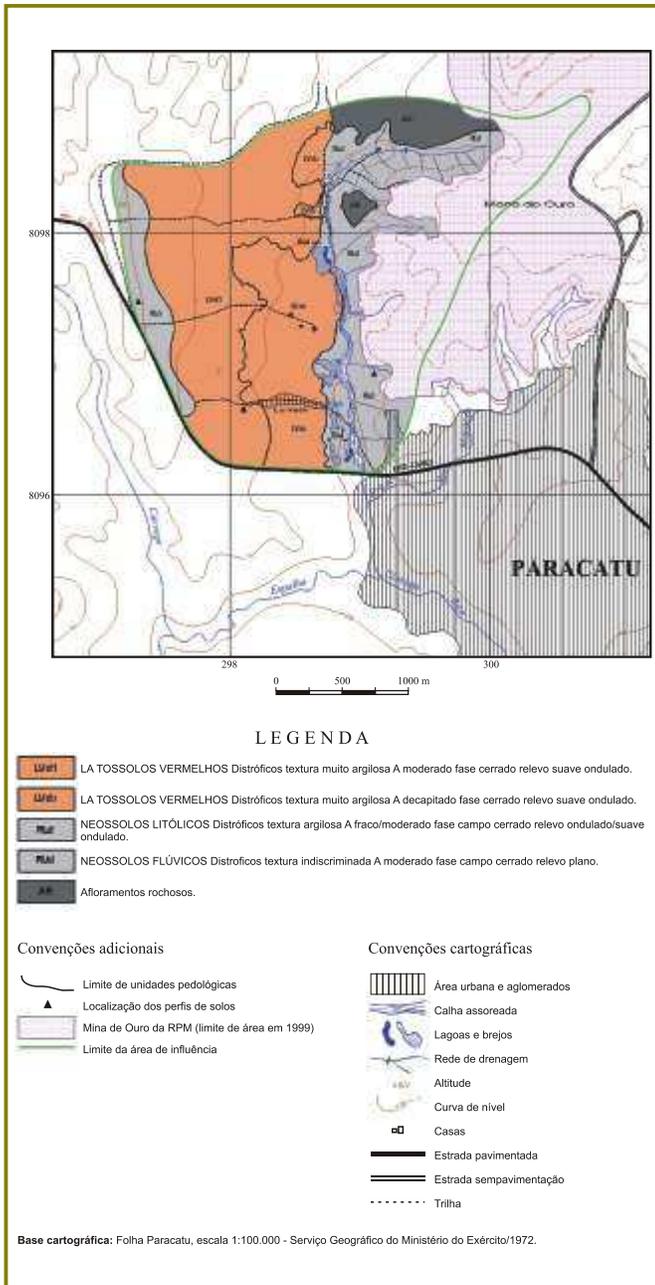


Figura 3. Mapa de suelos del área de estudio.

Después de un minucioso análisis de los aspectos físicos de la parte alta de la cuenca de la quebrada Rico, se propusieron medidas para rehabilitar las áreas degradadas por la actividad minera artesanal.

Para las áreas más impactadas, representadas por la Planicie Fluvial y parte de la Vertiente Laterítica, ocupadas, respectivamente, por los Neosuelos Flúvicos y por los Latosuelos Rojos, se propone su rehabilitación por medio de la recomposición de suelos y de la cobertera vegetal.

Debe darse especial atención al área de ocurrencia de los latosuelos decapitados, considerando las exigencias nutricionales de los cultivos a ser desarrollados en la misma. En general, los latosuelos responden bien a la aplicación de fertilizantes y correctivos. Ese comportamiento, aliado al uso de técnicas adecuadas de labradío y a los relieves planos y suavemente ondulados que predominan, garantizarán el éxito de la rehabilitación de la Vertiente Laterítica y la posibilidad de utilización del área para cultivos y desarrollo de pastos. La proposición para la recuperación de la Planicie Fluvial contempla la aplicación de piedra caliza, la fertilización de los Neosuelos Flúvicos y la recomposición de los bosques de galería, considerando la posibilidad de uso futuro para recreación y preservación.

#### 4. CONCLUSIONES

Las unidades geológicas individualizadas en la cuenca superior de la quebrada Rico comprenden aluviones, suelos eluvio/coluviales y filitas carbonosas (Formación Paracatu).

Fueron definidas cuatro unidades geomorfológicas con subdivisiones introducidas por las alteraciones antrópicas: la Cresta Filítica de oeste, la Vertiente Laterítica de la margen derecha de la quebrada Rico, el Morro do Ouro y la Planicie Fluvial de la quebrada Rico.

Los suelos presentes en el área de influencia son distróficos y la textura predominante varía de muy arcillosa a arcillosa. Las clases de suelos son las siguientes: Suelos con horizonte B latossólico (Latosuelos Rojos), Suelos poco evolucionados y sin horizonte B diagnóstico (Neosuelos Litólicos y Neosuelos Flúvicos).

La integración de los estudios geológicos, geomorfológicos y pedológicos se mostró como una gran herramienta para las propuestas de rehabilitación de una parte de la cuenca de la quebrada Rico, degradada por la actividad minera artesanal.

#### 5. REFERENCIAS

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2006). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 306 p.

Fernandes, M. M., Moreira, C. V. R., Melo, M. C., Tannús, M. B. (2001). Geomorfologia e Pedologia - Córrego Rico, Paracatu/MG. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 18. Londrina, p. 230.

Freitas-Silva, F. H. y Dardenne, M. A. (1992). Evolução estrutural das formações Paracatu e Vazante na região de Paracatu, MG. Rev. Escola de Minas, v. 45, n. 1/2, p. 57-59.

Santos, R. D.; Lemos, R. C.; Santos, H. G.; Ker, J. C.; Anjos, L. H. C. (2005). Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5 ed. Revista e ampliada. Viçosa, Soc. Bras. Ciênc. Solo/Embrapa Solos. 100 p.

Zini, A., Forlim, R., Andrezza, P.; Souza, A. (1988). Depósito de ouro do Morro do Ouro, Paracatu, Minas Gerais. In: Principais depósitos minerais do Brasil, v. III, cap. XXIII.