



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

---

**TESE DE DOUTORADO**

**ANÁLISE EVOLUTIVA DA PAISAGEM DA SERRA TEPEQUÉM -  
RORAIMA E O IMPACTO DA ATIVIDADE ANTRÓPICA**

**Tese apresentada por:**

**LUIZA CÂMARA BESERRA NETA**

---

**BELÉM  
2007**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)  
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

---

Beserra Neta, Luiza Câmara

B554a Análise evolutiva da paisagem da serra Tepequém - Roraima e o impacto da atividade antrópica / Luiza Câmara Beserra Neta; Orientador, Marcondes Lima da Costa, Co-orientador Maurício da Silva Borges. – 2007  
190f. : il.

Tese (Doutorado em Geoquímica e Petrologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

1. Paisagens. 2. Vulnerabilidade erosiva. 3. Voçorocas. 4. Ação antrópica. 5. Serra Tepequém (RR). I. Universidade Federal do Pará. II. Costa, Marcondes Lima da, Orient. III. Borges, Maurício da Silva, Co-orient. IV. Título.

CDD 20º ed.:363.7098114

---



**Universidade Federal do Pará**  
**Instituto de Geociências**  
**Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

**ANÁLISE EVOLUTIVA DA PAISAGEM DA SERRA  
TEPEQUÉM - RORAIMA E O IMPACTO DA ATIVIDADE  
ANTRÓPICA**

TESE APRESENTADA POR

**LUIZA CÂMARA BESERRA NETA**

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutor em  
Ciências na Área de GEOQUÍMICA E PETROLOGIA.

Data de Aprovação: / /

Comitê de Tese:

---

MARCONDES LIMA DA COSTA (Orientador)

---

ANTÔNIO JOSÉ TEIXEIRA GUERRA

---

TERESA GALLOTTI FLORENZANO

---

CLAUDIO FABIAN SZLAFSZTEIN

---

RÔMULO SIMÕES ANGÉLICA

Belém

## RESUMO

A região norte do estado de Roraima apresenta grande diversidade de feições geomorfológicas formadas por planaltos dissecados, bordejados por pediplanos intramontanos e relevo com morfologia tipo platô que se individualiza nas extensas áreas de planícies, a exemplo da serra Tepequém. Esta foi palco desde os anos de 1930 de intensa atividade garimpeira para diamante que imprimiu mudanças na paisagem. Entender a dinâmica evolutiva da paisagem da serra Tepequém sob ação garimpeira diamantífera e o porquê da sua susceptibilidade a erosão, seja natural ou antrópica, é o principal objetivo deste estudo. Visando este entendimento, foram realizados trabalhos de campo, com descrição de perfis de solos e rocha saprolitizadas, bem como perfis lateríticos. Em seguida foram coletadas amostras de solos, rochas alteradas, lateritos e de carvão. Além disso, aquisição de medidas de largura, profundidade, extensão e alinhamento direcional dos canais das voçorocas. Os materiais coletados foram submetidos às seguintes análises: granulométricas, por via úmida; identificação de minerais por difração de raios-X e microscopia eletrônica de varredura; químicas totais (elementos maiores) por ICP-MS e medidas do conteúdo de matéria orgânica, umidade e densidade do solo. As amostras de carvão foram submetidas à datação radiocarbono por AMS (Accelerator Mass Spectrometry). Também foram elaborados mapas de lineamentos estruturais, relevo (altimetria e declividade), drenagem e da cobertura vegetal a partir da interpretação de imagens ópticas (Landsat-5/TM e Cbers-2/CCD) e a base cartográfica pré-existente. A serra Tepequém com formato retangular a rômbico e contorno de escarpas íngremes elaboradas sobre rochas sedimentares do Paleoproterozóico se destaca em meio à paisagem dominada por relevo de colinas, morros residuais e superfícies planas a levemente onduladas. A rede de drenagem da região delinea padrões do tipo paralelo, retangular angulado e treliça de falhas. A morfologia do relevo e drenagem da serra Tepequém e região de entorno, definem uma subordinação ao arranjo estrutural de direção E-W, NE-SW e NW-SE representado por falhas normais e transcorrentes. Na serra Tepequém os compartimentos geomorfológicos são estabelecidos por superfícies intravales aplainadas com altitudes de 575 a 670 m, cujos limites se constituem por morros e colinas residuais de até 744 m e vertentes de entorno que se elevam até 1.100 m. Nesta paisagem, domina a savana arbustiva graminosa, a floresta ombrófila densa que recobre as escarpas de entorno e se prolonga na planície regional. A mata ciliar concentra-se em pequenas manchas ao longo dos rios Cabo Sobral e Paiva. Este

cenário foi bastante modificado com a atividade do garimpo de diamante. No entanto, com o declínio desta atividade, a mata ciliar se recupera espontaneamente, como mostra as imagens ópticas dos últimos 22 anos (1984, 1995 e 2006). Sobre solos arenosos desenvolveram-se as planícies intravales, os quais são constituídos por domínio de areia média e fina, grãos subangulosos a subarredondados, pobremente selecionados, com baixa coesão e pobreza de matéria orgânica. Estes se desenvolvem sobre saprólitos derivados de arenitos e siltitos. Localmente se observam linhas de pedra e colúvios, normalmente sobre os saprólitos. Lateritos imaturos são encontrados nas colinas situadas no centro-norte da serra Tepequém. Os solos são constituídos predominantemente de quartzo, muscovita em plaquetas sub-milimétricas e caulinita envolvendo parcialmente os grãos de quartzo, enquanto os perfis lateríticos se constituem de gibbsita, goethita e hematita, além de quartzo e caulinita. Fragmentos de lateritos e de quartzo constituem as linhas de pedra. Os teores elevados de  $\text{SiO}_2$  confirmam o caráter essencialmente quartzoso dos solos, enquanto os valores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{TiO}_2$  são mais expressivos nas zonas saprolíticas, confirmando o domínio de caulinita, muscovita e hematita, derivados de argilitos e siltitos. As idades radiocarbono em carvão obtidas para os materiais superficiais (colúvios e linhas de pedra) mostram que estes materiais se formaram pelo menos há 3.822 anos AP. As planícies intermontanas revelam em sua paisagem feições erosivas na forma de dutos, dolinas e voçorocas, desenvolvidas preferencialmente nos terrenos de domínio de materiais areno-siltosos. Os canais das voçorocas estão alinhados principalmente nas direções NE-SW e NW-SE correspondentes às direções de fraturas e falhas que seccionam a Formação Tepequém. As voçorocas aparentemente estabilizadas se encontram parcialmente recobertas por pteridófitas (samambaias) que colonizam as paredes e fundo do canal. A evolução da paisagem da serra Tepequém, sobretudo, a formatação de seu arcabouço geral envolve a tectônica ainda no Proterozóico. A morfologia herdada se reflete nas escarpas íngremes do entorno, bem como, no topo na formatação de grande sinclínório. A evolução da paisagem da serra Tepequém durante o Cenozóico é marcada por formação de pequenas colinas e morros, alguns destes protegidos por crostas lateríticas sugerindo registro de um paleoclima úmido e quente no Pleistoceno, o qual pode ter favorecido a instalação da rede de drenagem; o trabalho erosivo dos cursos fluviais, aliados com o forte gradiente, favoreceu o transporte de parte dos sedimentos para W-SW, contribuindo na formação das planícies intermontanas. O cenário atual é marcado pela retomada erosiva favorecida pela natureza arenosa, incoesa dos solos, aliado a um paleo-relevo inclinado

para os vales e fortemente fraturado e falhado que ocasiona um forte fluxo aquoso subsuperficial propiciando a forma de dutos, que evoluem para dolinas e por consequência voçorocas. Assim, a atividade garimpeira diamantífera pode ter contribuído na intensificação das voçorocas, mas no entanto, não foi o fator determinante. Portanto, a evolução da paisagem da serra Tepequém, no Proterozóico e no Cenozóico, até o presente, decorre, da interação de múltiplos processos, envolvendo a história tectônica, as mudanças climáticas e os vários ciclos de erosão, bem como a sedimentação restrita e a pequena contribuição antrópica.

## ABSTRACT

The north area of Roraima State presents great diversity of geomorphologic features formed by dissected plateaus, limited by intermountain plain and relief with a plateau morphology that it is individualized in the extensive plain areas, e.g., of the mountain Tepequém. Since 1930s this was a site of intense activity of diamond extraction what printed changes in the landscape. The main objective of this study is to understand the dynamics evolution of the landscape of the mountain Tepequém under diamond extraction activity and the reason of its erosion susceptibility, being natural or anthropic. To reach these objectives, a description of profiles of soils and saprolitic rock, as well as lateritic profiles were accomplished. Samples of soils, altered rocks, laterites and coal were collected. Besides, width, depth, extension and directional alignment of the channels of the gullies measurements were carried out. The collected materials were submitted to the following analyses: grain size, by humid way; minerals identification by X-ray diffraction and SEM techniques; total chemistry analysis (major elements) by ICP-MS and content of organic matter, humidity and density of the soil measurements. Coal samples were submitted to radiocarbon analyses by AMS (Accelerator Mass Spectrometry). Applying the interpretation of optical images (Landsat-5/TM and Cbers-2/CCD) and the cartographic base, maps of structural alignment, relief (altimetry and declivity), drainage and vegetation covering were also elaborated. The mountain Tepequém stand out among the landscape dominated by relief of hills, residual hills and plane-slightly wavy surfaces because of its rectangular-rhombic format and outline of steep scarps elaborated on sedimentary rocks of Paleoproterozoic. The drainage system of the area delineates parallel, angle-rectangular and faults standards. The relief and drainage morphology of the mountain Tepequém and its around area define a subordination to the structural arrangement E-W, NE-SW and NW-SE directions represented by normal and strike-slip faults. In the mountain Tepequém, the geomorphologic compartments are established by 575 to 670 m high plain intra-valleys surfaces bordered by less than 774m high hills and residual hills and edge slopes less than 1100m high. The bush grassy savanna dominates this landscape and recovers the edge scarps and extends along the regional plain. The ciliary forest covers small stains along the Cabo Sobral and Paiva rivers. This scenery was quite modified because of diamond extraction activity. However, with the decline of this activity, the ciliary forest recovers spontaneously, as the optical images of the last 22 years shows

(1984, 1995 and 2006). Intra-valleys plains were developed on sandy soils constituted by medium and fine grain size sandy domains, sub-angles to sub-rounded poorly selected, with low cohesion and small quantity of organic matter. These soils are developed on saprolitic derived of sandstones and siltstones. Locally stone lines and colluvial are observed, usually on the saprolitic. Immature laterites are found in the center-north hills of the mountain Tepequém. Quartz, muscovite in sub-milimetric plates and kaolinite partially involving the grains of quartz are predominant in soils constitution, while the lateritic profiles are constituted by gibbsite, goethite and hematite, besides quartz and kaolinite. Laterite and quartz fragments constitute the stone lines. High concentrations of  $\text{SiO}_2$  confirm the essentially quartz-character of the soils, while the values of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $\text{TiO}_2$  are more expressive in the saprolitic zones, confirming the kaolinite, muscovite and hematite domain, derived of claystones and siltstones. The radiocarbon ages in coal obtained for the superficial materials (colluvial and stone lines) show that these materials were formed at least 3.822 years BP. The intermountain plains reveal in its landscape erosive features in the piping formations, dolines and gullies, developed in the lands with sandy to silt materials domain. The channels of gullies are mainly aligned in the directions NE-SW and NW-SE corresponding to the directions of fractures and faults that section the Tepequém Formation. The seemingly stabilized gullies are partially covered by ferns that grow on the side and bottom surfaces of the channel. The evolution of the landscape of the mountain of Tepequém specially the formation of its general internal structure involves the tectonic still in Proterozoic. The inherited morphology reflects in the steep scarps around as well as in the top such a great synclorium. The evolution of the landscape of the mountain of Tepequém during Cenozoic is marked by formation of small hills, some of these protected by lateritic crusts suggesting registration of a humid and hot paleoclimate in Pleistocene, which can admit the installation of the drainage net. The erosive process of the fluvial courses allies with the high gradient favored the transport of part of the sediments to W-SW direction, contributing in the formation of the intermountain plains. The current scenery is marked by the erosive retaking favored by the sandy non-cohesive nature of the soils, ally to a paleorelief inclined to the valleys and strongly fractured and failed that causes a strong shallow surface stormflow propitiating the piping formations, dolines and then the gullies. Thus, the diamond extraction activity can contribute in the intensification of the gullies but, however, it was not the decisive factor. Therefore, the evolution of the landscape of the mountain Tepequém in Proterozoic and in



Cenozoic until the present is due to the interaction of multiple processes involving the tectonic history, the weathering changes and the several erosion cycles, as well as the restricted sedimentation and the small anthropic contribution.