
CONTRIBUIÇÃO DA ATIVIDADE GARIMPEIRA DIAMANTÍFERA NA INTENSIFICAÇÃO DAS FRENTES EROSIVAS LINEARES POR VOÇOROCAMENTO NA SERRA TEPEQUÉM - RORAIMA*

Luiza Câmara Beserra Neta¹
Universidade Federal de Roraima

Marcondes Lima da Costa²
Universidade Federal do Pará

Maurício da Silva Borges³
Universidade Federal do Pará

Resumo

Na planície intermontana da serra do Tepequém no estado de Roraima ocorre o desenvolvimento de feições erosivas lineares na forma de ravinas e voçorocas que

* Gostaríamos de registrar nossos sinceros agradecimentos a CAPES pelo apoio financeiro do Programa de Qualificação Institucional (PQI-0039/03-9) da Universidade Federal de Roraima e concessão de bolsa de doutorado ao primeiro autor e ao CNPq pela concessão de apoio financeiro através de bolsa de pesquisa e Grant ao segundo autor. Aos professores Dr. José Augusto Vieira Costa e Dr. Stélio Soares Tavares Júnior do Instituto de Geociências da UFRR pelas orientações nos trabalhos de campo. Ao SESC-RR pelo apoio logístico na concessão de hospedagem na pousada - SESC na serra do Tepequém, viabilizando assim os trabalhos de campo na referida serra.

¹ Doutoranda em Geologia pelo Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica da Universidade Federal do Pará – UFPA; Professora Adjunta da Universidade Federal de Roraima – UFRR.

² Pesquisador CNPq, Centro de Geociências – UFPA (Professor Adjunto do Departamento de Geoquímica da UFPA)

³ Centro de Geociências – UFPA (Professor Adjunto do Departamento de Geologia da UFPA)

pela intensidade do processo erosivo evidencia-se na paisagem local. Essas frentes erosivas por voçorocamento podem ter sido intensificadas pela ação antrópica, principalmente pela atividade garimpeira diamantífera que se integrou ao cenário da serra do Tepequém desde 1937, praticada ao longo das décadas nos rios Paiva e Cabo Sobral, nos aluviões e secundariamente em elúvios e colúvios provenientes dos sedimentos da Formação Tepequém. Por causa da natureza arenosa siltosa e incoesa dos solos que formam a superfície da planície intermontana Tepequém, submetido a um lençol freático raso e um relevo inclinado, além da baixa densidade de cobertura vegetal (gramíneas e arbustos isolados) no topo da serra, deixa o solo mais exposto à ação erosiva da chuva, facilitando o transporte do material superficial e subsuperficial, levando ao estabelecimento de grandes voçorocas.

Palavras-Chave: Serra Tepequém – garimpo diamante – voçorocas.

Abstract

In the plain intermontana of the mountain of Tepequém in the state of Roraima happens the development of lineal erosive features in the ravin form and voçorocas that it is evidenced in the local landscape by the intensity of the erosive process. Those erosive fronts for voçorocamento might have been intensified by the human action, mainly for the activity extraction of diamonds that integrated into the scenery of the mountain of Tepequém since 1937, practiced along the decades in the rivers Paiva and Cabo Sobral, in the alluvia and secondarily in elúvios and coming colúvios of Formação Tepequém's sediments. Because of the nature sandy siltosa and incoesa of the soils that form the surface of the plain intermontana Tepequém, submitted to a sheet shallow freático and a tilted relief, besides the low density of vegetable covering (gramíneas and isolated bushes) in the top of the mountain, he/she leaves the most exposed soil to the erosive action of the rain, facilitating the transport of the superficial material and below the surface, taking to the establishment of great voçorocas.

Key-Words: Mountain Tepequém - mine of diamonds - voçorocas.

Introdução

A serra do Tepequém encontra-se na porção norte do estado de Roraima e, se destaca na paisagem por apresentar um relevo ligeiramente tabular com cerca de 70 Km² de superfície e altitudes que pode ultrapassar 1.100 m. Apresenta topo quase-plano vegetado por campos de savanas, tendo na porção interior uma planície intravale denominada de planície intermontana Tepequém.

A serra do Tepequém se encontra sob intensa atividade erosiva, a exemplo as feições lineares (voçorocas) que se instalaram principalmente nas planícies intravales, se constituindo numa feição erosiva marcante na paisagem atual, devido à intensidade e as áreas de propagação.

Essas frentes erosivas por voçorocamento podem ter sido intensificadas pela ação antropogênica, principalmente pela atividade garimpeira

diamantífera, praticada ao longo das principais drenagens da serra, representadas pelos rios Paiva e Cabo Sobral, nos conglomerados da Formação Tepequém e ainda nos aluviões e secundariamente em elúvios e colúvios provenientes da mesma (Borges & D'Antona, 1988).

Essas atividades garimpeiras de extração de diamantes se estabeleceram na área desde 1937 integrando-se ao cenário da serra do Tepequém, sendo ao longo das décadas subseqüentes a principal atividade econômica da região e na atualidade encontra-se praticamente exauridas.

O presente estudo procurou avaliar a real contribuição da atividade garimpeira na intensificação das feições erosivas lineares (voçorocas), tentando verificar a real vulnerabilidade física dos solos e rochas que constituem a paisagem Tepequém diante da abertura de cavas para a extração de diamante neste ambiente.

Caracterização da Área de Estudo

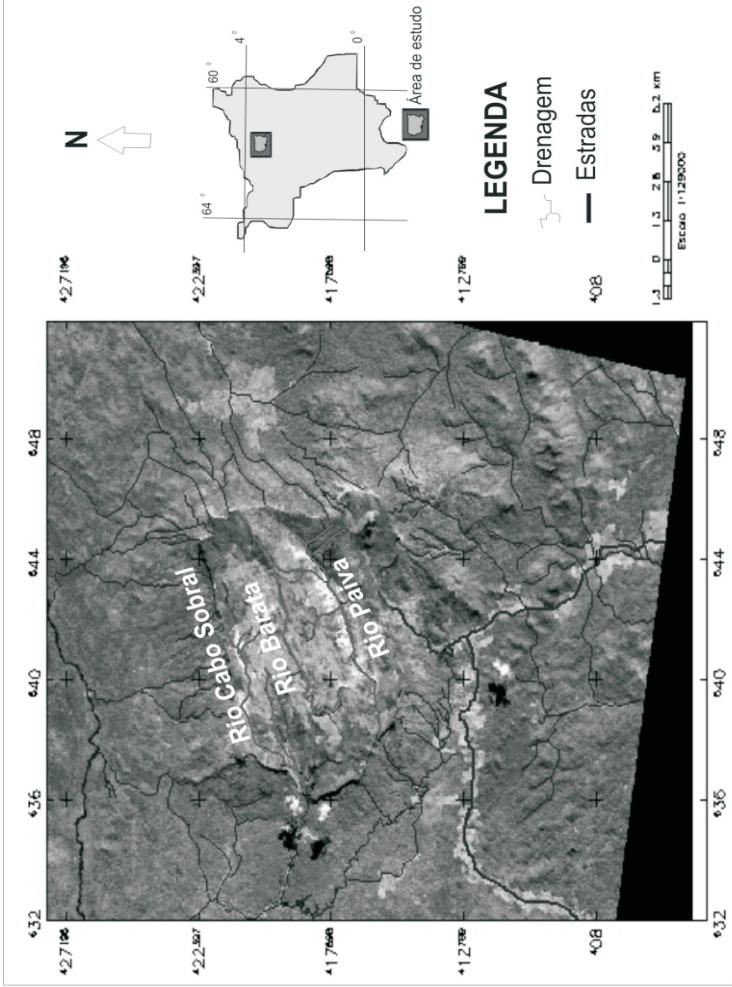
A serra do Tepequém está situada no município de Amajari, ao norte do estado de Roraima e dentro do polígono limitado pelas coordenadas $3^{\circ} 42'$ e $3^{\circ} 50' N$ e $61^{\circ} 40'$ e $61^{\circ} 48' W$ (FIGURA 1).

A serra do Tepequém desenvolveu-se sobre sedimentos da Formação Tepequém (CPRM, 1999), de idade paleoproterozóicas (Santos et al., 2003) cujo pacote sedimentar é representado por conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e níveis de rochas piroclásticas, depositados discordantemente sobre o Grupo Surumu, o qual é constituído por riolitos, dacitos, andesitos e rochas piroclásticas ácidas (Borges & D'Antona, 1988; Reis & Carvalho, 1996). O arranjo estrutural da serra foi elaborado por falhas normais e fraturas de direção NE-SW, concordantes com o arranjo estrutural regional. Este arranjo desempenha um notável controle na organização da rede de drenagem e no modelado interior do relevo da serra do Tepequém.

A drenagem está representada principalmente pelos rios Paiva e Cabo Sobral, os quais tem direção NE-SW e escoam para SW, atravessando todo eixo maior da estrutura da serra, estes se encontram instalados preferencialmente nas zonas de falhas de mesma direção. Ao despencarem nas escarpas a oeste formam as cachoeiras do Paiva e Cabo Sobral.

A serra do Tepequém como já mencionado anteriormente, apresenta um formato tabular, conhecida regionalmente por Tepui, com altitudes superiores a 1.100 m na borda sudeste da serra. Apresenta uma configuração em superfície quase retangular com cerca de 70 km^2 de superfície, com mergulho suave para SW com entorno de bordas soerguidas. No interior na serra do Tepequém se destacam planícies intravales aplainadas com altitudes entre 575-670 m, estas são circundadas por morros de cristas alongadas e residuais que em geral se apresentam alinhadas a direção NE-SW, sendo a mais

Figura 1 - Localização da área de estudo, com destaque para as principais drenagens, representadas pelos rios Paiva e Cabo Sobral (carta-imagem interpretada a partir da imagem Landsat 5TM na composição colorida 5R 4G 2B de 04/10/1995).



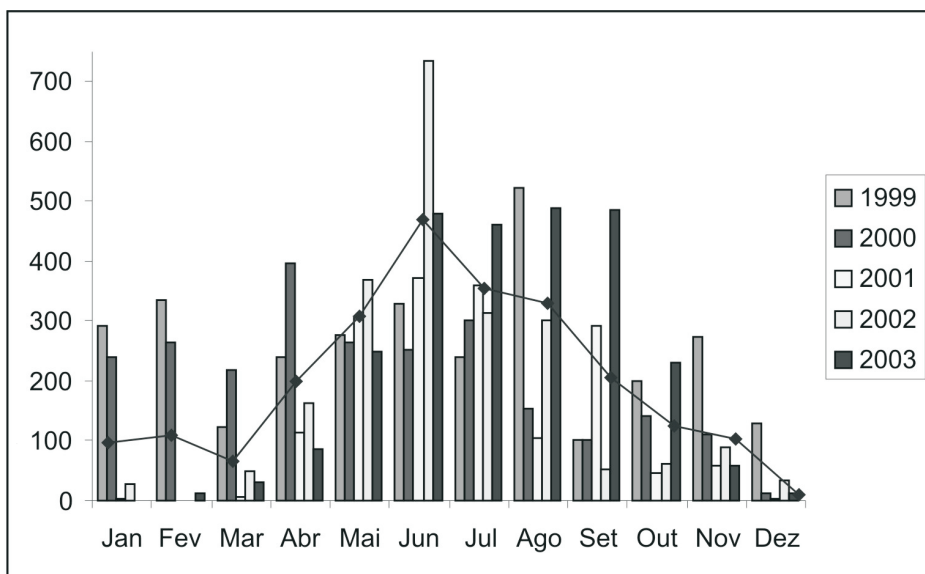
Elaborado pelos autores.

expressiva a denominada planície intermontana Tepequém, margeada pelo rio Paiva a sul e sobre a qual se desenvolveu a vila Tepequém com uma pequena pista de aviação.

A vegetação de savanas estépica graminosa, ocorre preferencialmente nas planícies intravales no topo da serra, contrastando com a floresta ombrófila densa que recobre as bordas íngremes de entorno da serra.

O clima em toda região é do tipo (Am) quente e úmido segundo a classificação de Köppen, com temperaturas médias anuais entre 22 a 24 °C e precipitação média em torno de 2.250 mm/ano (Brasil, 1975). A estação chuvosa estende-se de abril a setembro, com ápice em junho, com média de 433,4 mm e o período mais seco ocorre normalmente de outubro a março, com média de 38,2 mm em dezembro (FIGURA 2).

Figura 2. Precipitação anual e média mensal referente ao período de 1999 a 2003 na serra do Tepequém – Roraima.



Fonte: CPRM (2005)

Os sedimentos e solos que recobrem essas planícies intravales, são do tipo podzólicos e litólicos arenosos, desenvolvidos sobre saprolitos das rochas subjacentes. Os perfis de alteração intempérica são constituídos da base para o topo por rochas areníticas a siltitos, saprolitizados e horizontes de solos areno-argilosos intercalados por linhas de pedras. Estas são formadas por fragmentos

e seixos de quartzo, bem como de materiais lateríticos ferruginosos e aluminosos.

Materiais e Métodos

Para a realização do presente trabalho foram realizadas as seguintes atividades:

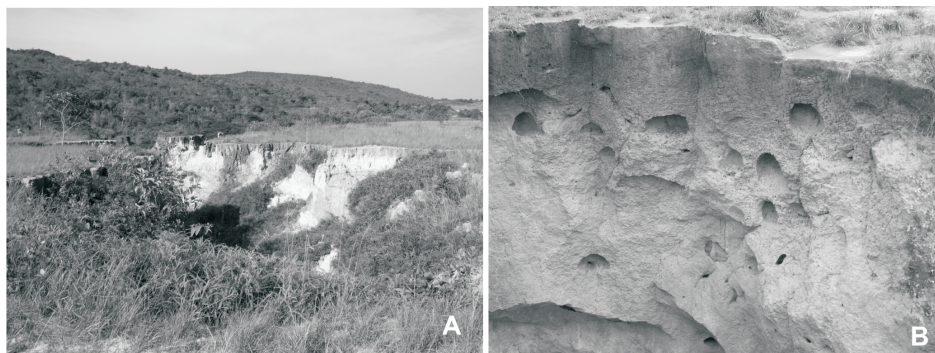
- Levantamento de dados bibliográficos e cartográficos – carta planialtimétrica da folha vila Tepequém – 1: 100.000 (IBGE,1983) e interpretação de imagem do LANDSAT-5/TM – 5R 4G 2B, órbita/ponto 233/57 de 1995;
- Sobrevôo na serra do Tepequém e seu entorno, com aeronave Cessna monomotor, com obtenção de dados aéreo-fotográficos, que serviram de base de informação na interpretação do registro da vegetação, ocorrências de voçorocas e uso e ocupação humana;
- Mapeamento e descrição dos perfis de materiais geológicos que constituem a superfície das planícies intravales e seu entorno, fazendo uso das exposições rochosas encontradas nas voçorocas, seguida de coleta de amostras para análises granulométricas, mineralógicas por difração de raios X e químicas por ICP-MS. Essas análises foram realizadas nos laboratórios do Centro de Geociências - UFPA, exceto as análises químicas, que foram feitas no Actlabs-Canadá.
- Entrevistas informais com moradores da vila Tepequém a respeito da história do garimpo e da vida garimpeira na serra do Tepequém e seu desfecho em toda região.

Resultados e Discussão

Feições Erosivas Lineares – As voçorocas estão sistematicamente distribuídas por toda estrutura da serra, ocorrendo maior concentração ao longo da planície intermontana Tepequém (FIGURA 3) que é a maior de todas. Essas feições erosivas chegam atingir até 1.20 Km de extensão, com larguras de até 24 m e profundidade entre 2 a 10 m. Estas se apresentam mais largas à jusante, e se conectam a rede de drenagem da serra. As voçorocas apresentam alinhamento de direção NE-SW e NW-SE, formam vales em “V”, tendo as paredes laterais contornos sinuosos na superfície do terreno e inclinação variando entre 60 e 70^o, se alarga quando este atinge o substrato rochoso, geralmente arenitos a arenitos conglomeráticos. Em suas cabeceiras a exemplo, a voçoroca Tepequém 1, são observados na base dutos (pipings) com até 45 cm de largura e grande profusão de edifícios de insetos *formicidae* (formigas) que no topo

(horizonte superficial), se interligam entre si e favorecem a evolução dos dutos e conseqüentemente o colapso do teto e o avanço da frente erosiva (FIGURA 3).

Figura 3. Feições erosivas lineares na serra do Tepequém - (a) Voçoroca do Paiva e (b) cabeceira da voçoroca Tepequém 1, mostrando grande profusão de edifícios de insetos *formicidae* (formigas).



Fotografado pelos autores no primeiro semestre de 2006.

Natureza Granulométrica do Material – A superfície das planícies intravales da serra do Tepequém, desenvolve-se preferencialmente sobre solos arenosos (podozols, latossolos e litossolos) derivados de arenitos e arenitos conglomeráticos ou diretamente sobre estas rochas. Os solos e rochas intemperizadas têm domínio da fração areia, que varia entre 47 e 97%, além da fração fina, que oscila entre 1,5 e 48 % (silte) e 0,6 e 18% (argila). Esses solos são ácidos, com pH em H₂O variando de 4,2 a 6,1, os quais aumentam com a profundidade. O teor de matéria orgânica encontra-se entre 5,7 a 46,8 g/kg (horizonte superficial), que também decrescem com a profundidade.

Linhas de pedras são freqüentes dentro dos materiais de cobertura que constituem as planícies intravales, mostrando a presença de atividades erosivas e deposicionais de curta distância no passado, ao tempo da formação das planícies intermontanas. Foram reconhecidos até três níveis, cuja espessura individual não ultrapassa 22 cm. As linhas de pedras são formadas por seixos e fragmentos de diâmetros entre 10-15 mm, angulosos a sub-arredondados, constituídos principalmente de quartzo leitoso e ainda fragmentos de crostas lateríticas ferroaluminosas.

Composição Mineralógica e Química - Esses materiais representados por solos e sedimentos arenosos intemperizados e linhas de pedras, são constituídos predominantemente de quartzo, contendo ainda muscovita e caulinita. A muscovita ocorre em plaquetas sub-milimétricas e a caulinita na matriz e parcialmente envolvendo os grãos de quartzo. O perfil de solo da voçoroca Cabo Sobral, o mais completo, foi selecionado como representativo da composição química e mineralógica dos materiais estudados. As proporções de quartzo aumentam do horizonte saprolítico (62,8%) para o horizonte superficial (86,1%). No horizonte saprolítico a caulinita atinge 8,8%, enquanto a muscovita 20,9%. Além desses minerais, ocorre ainda goethita e anátasio em proporções inferiores a 1%, exceto no horizonte saprolítico, chegando a atingir 4 e 1,1% respectivamente (FIGURA 4).

Em todos os materiais (solos, sedimentos saprolitizados e linhas de pedras), SiO_2 é o componente principal, refletindo o caráter essencialmente quartzosos desses materiais. Os teores de Al_2O_3 são variáveis, no horizonte superficial chega a atingir 4,3%, enquanto no horizonte saprolítico atinge valores mais elevados 11,5%, em função do aumento de caulinita e muscovita. A abundância de muscovita é confirmada pelos teores de K_2O , que atingem 2,5% na rocha arenítica saprolitizada. Isto demonstra que a caulinita e muscovita estão sendo lixiviados nos horizontes de solos superficiais. Fe_2O_3 e TiO_2 ocorrem em proporções inferiores a 1%, exceto no horizonte saprolítico, quando atingem 3,6 e 1,2% respectivamente (FIGURA 5). Os demais constituintes CaO , MgO , Na_2O , e P_2O_5 se apresentam em teores muito baixos menores que 0,02% .

Atividade Garimpeira e as Mudanças na Paisagem – As atividades garimpeiras diamantíferas se estabeleceram na serra do Tepequém desde 1937, concentrando-se nos vales dos rios Paiva e Cabo Sobral, explorando principalmente os seus depósitos aluviais. A mudança na paisagem em decorrência da atividade do garimpo, começa a tomar forma, a partir da retirada da cobertura vegetal para abertura de cavas para a extração do diamante (FIGURA 6). A perda da cobertura florestal e a abertura das cavas expõem as rochas à alta precipitação pluviométrica e consequente fluxo superficial, que ao encontrar os materiais altamente vulneráveis, demonstradas pela sua natureza arenosa, friável, pobre em matriz, mas relativamente rica em plaquetas de muscovita. Esta combinação propicia ao estabelecimento de frentes erosivas tendo como exemplo as ravinas, as quais podem evoluir para voçorocas. Estudos realizados por Almeida Filho & Shimabukuro (2002) registraram um crescimento considerável da área degradada na Serra do Tepequém, principalmente ao longo das margens dos rios Paiva e Cabo

Sobral, em decorrência do garimpo, sendo registrado valores de 94,4 ha (1987), 286,4 ha (1991) e 404,4 ha para o ano de 1994.

Figura 4. Distribuição mineralógica no perfil solo-sedimento na cabeceira da voçoroca Cabo Sobral.

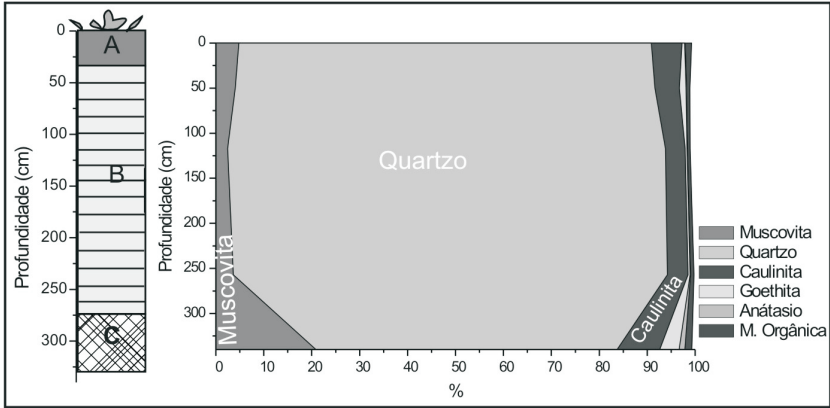


Figura 5. Distribuição dos teores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O e TiO_2 no perfil solo-sedimento saprolitizado que constituem o corpo da voçoroca Cabo Sobral.

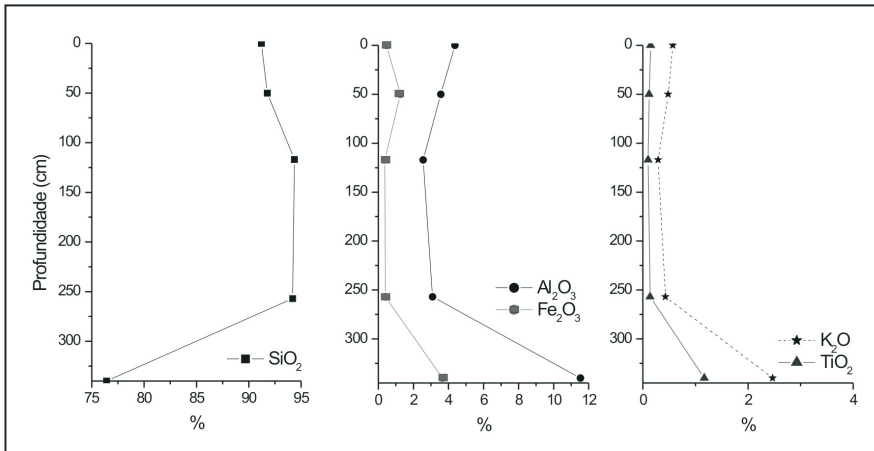
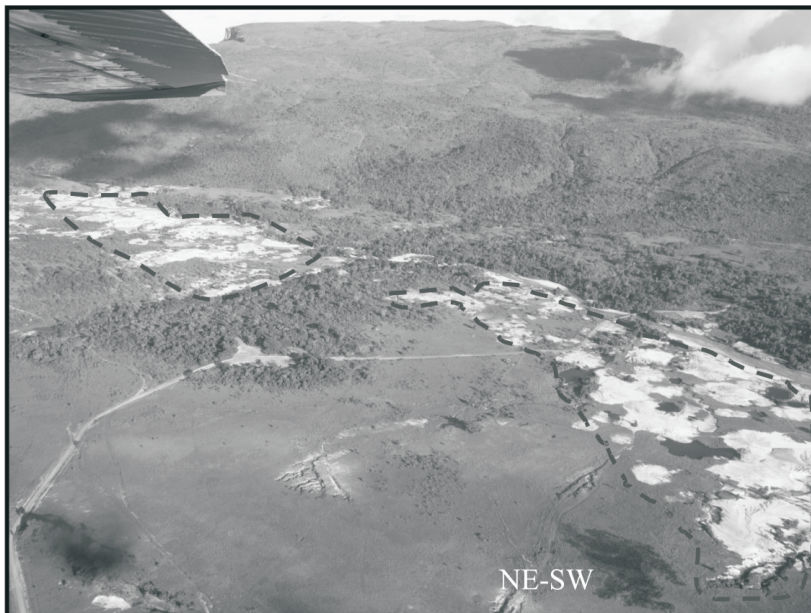


Figura 6. Perda da mata ciliar e do entorno proporcionada pela atividade garimpeira (área delimitada por polígono) e mais recentemente pela piscicultura ao longo da margem direita do rio Paiva.



Conclusões

As características granulométricas, mineralógicas e químicas dos materiais (solos, sedimentos e linhas de pedras) que constituem os terrenos das planícies intravales da serra do Tepequém, submetidas a intenso processo erosivo linear na forma de ravinas e voçorocas, indicam que estes são de alta vulnerabilidade física perante aos processos erosivos. São materiais com domínio da fração areia com baixa coesão, e constituídos predominantemente de quartzo, contendo ainda muscovita e pequena quantidade de caulinita. Materiais com estas características quando submetidos a um lençol freático raso e um relevo inclinado, como é o caso da planície intermontana Tepequém, promovem fluxo de água interior, criando dutos e por conseqüência ravina e finalmente voçorocas. Associados às características físicas e mineralógicas dos solos da serra Tepequém, deve-se considerar os elevados índices pluviométricos em média 2.250 mm anuais e a altitude (diferença de potencial), que aliados à baixa densidade de cobertura vegetal no topo da serra, proporcionam a instalação de intensa atividade erosiva das águas pluviais, capazes de erodir e transportar facilmente os materiais superficiais, que como demonstrados, são arenosos, incoesos e ricos em plaquetas de muscovita, portanto altamente

vulneráveis. Quando este ambiente foi submetido à atividade garimpeira, iniciada em 1937, principalmente ao longo das drenagens do Paiva e Cabo Sobral, nos aluviões e secundariamente em elúvios e colúvios provenientes dos sedimentos da Formação Tepequém, a intensidade erosiva e de transporte foi favorecida pela formação de cavas, que fragilizaram ainda mais os materiais superficiais, produzindo mudanças ainda mais marcantes na paisagem, a exemplo das grandes voçorocas.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA FILHO, R.; SHIMABUKURO, Y. E. “Digital of a Landsat-TM time series for mapping and monitoring degraded áreas caused by independent gold miners, Roraima State, Brazilian Amazon”. In.: *Remote Sensing of Environment* , 79, 2002. pp.42-50.

BORGES, F.R. ; D’ANTONA, F.J.G. “Geologia e Mineralizações da serra Tepequém-RR”. In: *Anais do Cong. Bras.Geol.*,35, Belém, 1, 1988. pp.155-163.

BRASIL. *Projeto RADAMBRASIL Folha NA-20 Boa Vista e parte das folhas NA-21 Tumucumaque, NB-20 RR e NB-21*; MME/DNPM, Rio de Janeiro, 1975.

CPRM. *Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Roraima Central. Folha NA. 20-X/NA.21-V, RR*, Escala 1:500 000, 1999. (CD Rom).

IBGE. *Carta plani-altimétrica vila Tepequém*- Escala 1: 100 000, 1983.

REIS, N. J. ; CARVALHO, A. S. “Coberturas sedimentares do Mesoproterozóico do estado de Roraima – Avaliação e discussão de seu modo de ocorrência”. In.: *Revista Brasileira de Geociências*, 26, 4, 1996. pp.217-226

SANTOS, J.O.S. ; POTTER, P. E. ; REIS, N.J. ; HARTMANN, L.A.H. ; MCNAUGHTON, N. J. “Age, source, and regional stratigraphy of the Roraima Supergroup and Roraima-like outliers in northern South America based on U-Pb geochronology”. In.: *Bull. Geol. Soc. of Amer.March*, 115: 3, 2003. pp.331-348.