

Avaliação multitemporal de atividade garimpeira na Bacia do Rio Cafuini, norte do Estado do Pará (município de Oriximiná), com base em sensoriamento remoto

Mário Ivan Cardoso de Lima¹
Joana D'Arc Arouck Ferreira¹
Maria Denise Ribeiro Bacelar¹
Alda Monteiro Barbosa¹
Luiz Otávio Guimarães Penalber¹

¹Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE/GRN/UE/PA
Av. Serzedelo Correa, 335 /3º andar - 66035-400 - Belém – PA
{mario.lima, joana.ferreira, denise.ribeiro, alda.barbosa, luiz.penalber}@ibge.gov.br

Abstract. This study aims to indicate the main evidence of mining activity restricted to the Upper and Lower course of Camu River and Lower course of Cafuini River inside the "Grão Pará Ecological Station", a full protection area on Poana River sub-basin, on Trombetas River basin, a tributary of the Amazonas River on the its left margin. That area is situated in the Oriximiná County, northern State of Pará, a boundary zone with the Republic of Guyana. The research was based on visual interpretation of multitemporal remotely sensed images data from Landsat-5-TM, Path/Row 230/59, for the years 1990, 1992, 1998 and 2011, with support in optical images from USGS Google Earth. It was concluded that, in the Upper course of Camu River, the beginning of prospecting activities was about 1992, with a probable climax about 1998, when six landing strips were identified in that region. However, in the Lower Camu River, the mining activities started at the end of the last century, but probably ended in the beginning of this century. In the Lower Cafuini River probably started in early 1970. The nefarious results of such activity might have brought deleterious effects to the environment, due they had occurred in the headwaters of the Trombetas River, requiring, anyway, further studies, especially in drainages to evaluate a possible mercury contamination.

Palavras-chave: Estação Ecológica do Grão Pará, garimpo de ouro, Rio Camu, Grão Pará Ecological Station, gold mining, Camu River

1. Introdução

A microbacia do Rio Cafuini, norte do Estado do Pará, município de Oriximiná, na zona limdeira com a República da Guiana, pertence à sub-bacia do Rio Poana, o qual integra a Bacia do Rio Trombetas, afluente do Amazonas pela margem esquerda, ainda se constitui, no início do século XXI, em uma das regiões mais ínvias e menos conhecidas do Brasil, em termos de recursos naturais renováveis e não renováveis. Isto devido situar-se em uma região praticamente desabitada e cujas vias de acesso restringem-se às principais drenagens. Por apresentar fronteiras internacionais com a República da Guiana, merece cuidados especiais, tanto que sua mais importante referência operacional é a Base Aérea de Tiriós (no município de Óbidos-PA), disposto cerca de 190 km a nordeste, já na fronteira com o Suriname.

Através do Decreto nº 2609, de 04/12/2006, o Governo do Pará criou nessa região a Estação Ecológica do Grão Pará, uma unidade de conservação integral, que objetiva a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas, no intuito de ser uma reserva para o futuro do país.

No entanto, na prática este fato não está acontecendo. Na recente publicação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em seu Mapa de Cobertura e Uso da Terra do Pará, (disponível em www.ibge.gov.br), elaborado com base em imagens Landsat e apoio de imagens do USGS (*United States Geological Survey*) do *Google Earth*, chama atenção a ocorrência de atividade garimpeira na bacia hidrográfica do Rio Cafuini (IBGE, 2011a).

Dentro desse contexto, procurou-se investigar a pretérita existência dessa atividade garimpeira na região, procurando levantar, com base em sensoriamento remoto, o processo de ocupação espacial da atividade, visto que os sinais de degradação na calha principal do Rio Cafuini e afluentes, aliado à presença de quatro campos de pouso em uma extensão de cerca

16 km ao longo da drenagem, são irrefutáveis. Em imagens mais recentes procurou-se interpretar e avaliar a sua situação atual, ou seja, se a atividade ainda está presente ou não. Admite-se que tal atividade mineral esteja relacionada à extração de ouro, conforme a literatura geológica da região e informações obtidas no 5º Distrito do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), em Belém do Pará.

2. Objetivos

O artigo procura investigar as principais evidências de atividade mineira (garimpos), através de imagens multitemporais do Landsat-TM 5 para os anos de 1990, 1992, 1998 e 2011, em uma área restrita praticamente ao Baixo e Alto Rio Camu, afluentes da margem esquerda do Rio Cafuini e Baixo Rio Cafuini, todos pertencentes à sub-bacia do Rio Poana, que integra a Bacia do Rio Trombetas, afluente do Amazonas pela margem esquerda. A área em questão atualmente faz parte da Estação Ecológica do Grão Pará, uma unidade de conservação integral estadual.

3. Localização

A área envolvida, objeto do presente estudo, limita-se pelas coordenadas geográficas: 01° 19' a 01° 44' N e 58° 00' a 57° 18' W Gr. Assoma no quadrante noroeste da Folha NA.21-Y-B (Figura 1A). A microbacia do Rio Cafuini é uma sub-bacia do Rio Poana, a qual pertence à Bacia hidrográfica do Rio Trombetas, afluente do Rio Amazonas pela margem esquerda. A microbacia do Rio Cafuini situa-se no norte do Estado do Pará, município de Oriximiná, tendo o Rio Camu como seu principal afluente pela margem esquerda (Figura 1B).

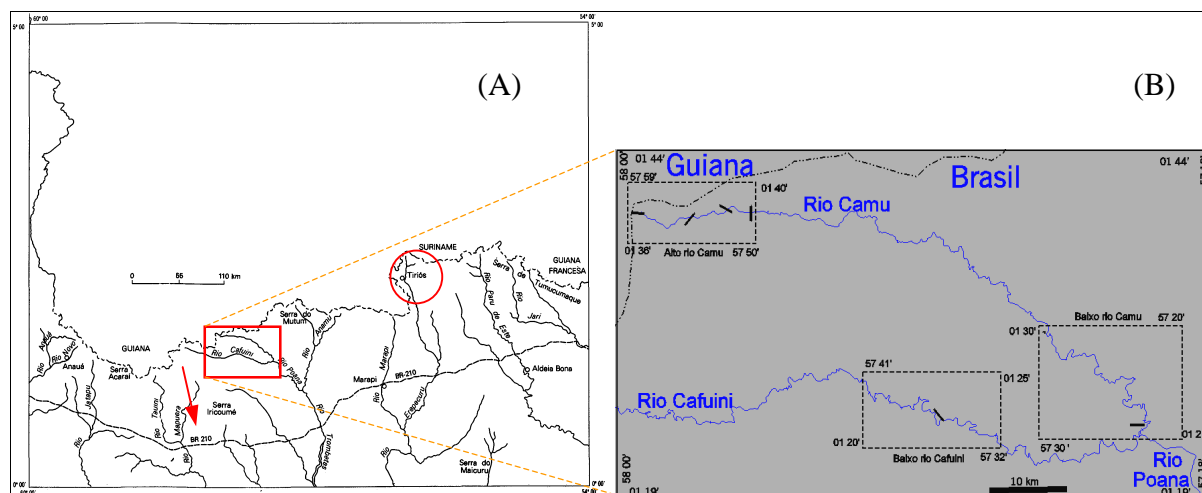


Figura 1 - (A) Mapa de localização: vista geral da Folha NA.21-Tumucumaque, em território brasileiro, com destaque para o retângulo indicativo da área objeto do presente trabalho. Observar as distâncias em relação à Base Aérea de Tiriós (elipse), a nordeste, e o traçado projetado da BR-210, Perimetral Norte (seta), a sul. Em (B), visão geral da área estudada, na qual se inserem os rios Cafuini, Camu e Poana, com destaque para as três áreas de análise e para os campos de pouso (traços grossos em preto).

4. Geologia e Geomorfologia da região

O conhecimento do substrato e das formas de relevo associadas constituem dois fundamentais temas para um melhor conhecimento da região estudada, a qual é coberta por extensa e intensa Floresta Ombrófila Densa, tornando-se aberta no topo das elevações que podem atingir 700 m de altitude, na Serra do Acaraí.

As rochas mais antigas que compõem a Bacia do Rio Cafuini são representadas por granitoides de composição granítica a granodiorítica, algumas vezes gnaissificados, relativos

ao Complexo Guianense (pC2gu) do Paleoproterozoico (*ca* 2 200 Ma), distribuídos em terrenos, em fase de peneplanização, na forma de colinas de topo convexo aberto, em altimetria de 250 m, em média. Esta unidade é cortada por granitoides mais jovens (1.800 a 2.000 Ma) sin a tardicinemáticos do Paleoproterozoico denominados de Granodiorito Rio Novo (PP3γrn). As unidades litoestratigráficas pré-cambrianas mais novas são retratadas por um vulcano-plutonismo, denominadas de plutonitos da Suíte Intrusiva Mapuera e as vulcânicas félsicas do Grupo Iricoumé e rochas máficas associadas, de caráter tardi a pós-cinemáticos em relação ao Paleoproterozoico, com idades variando de 1800 a 1600 Ma. Ao longo das principais drenagens assomam depósitos aluviais, os quais na região apresentam extensão significativa e são mineralizados em ouro e cassiterita. Em termos estruturais merece destaque uma tectônica transpressiva dextral com orientação NO-SE, com a presença de falhas inversas oblíquas dextrais, compondo feições sigmoidais.

A bacia do Rio Cafuini exhibe um controle essencialmente tectônico, cujo desenho lembra um sigmóide, acompanhando o *trend* geral NO-SE, tendo como destaque o Rio Cafuini que serpenteia ao longo de um vale tectônico (entre montanhas) e o Rio Camu, controlado por falhas inversas NO-SE, francamente assimétrico, pois que seus afluentes pela margem esquerda são muito curtos em terrenos mais íngremes em relação aos da margem direita, mais extensos e percorrendo um área bem maior. A linha de fronteira Brasil/República da Guiana é um divisor de águas de baixa altitude em relação ao nível de base (250 m), em que a porção brasileira é mais rebaixada se comparada com o país vizinho. Este acidente de relevo facilita sobremaneira o acesso entre os dois países, em especial no Alto Rio Camu, pois que não existe uma barreira orográfica, como a serra do Acaraí disposta mais a oeste. Como referência é apresentado parcialmente o Mapa Geológico do Estado do Pará (IBGE, 2011b) na Figura 2.

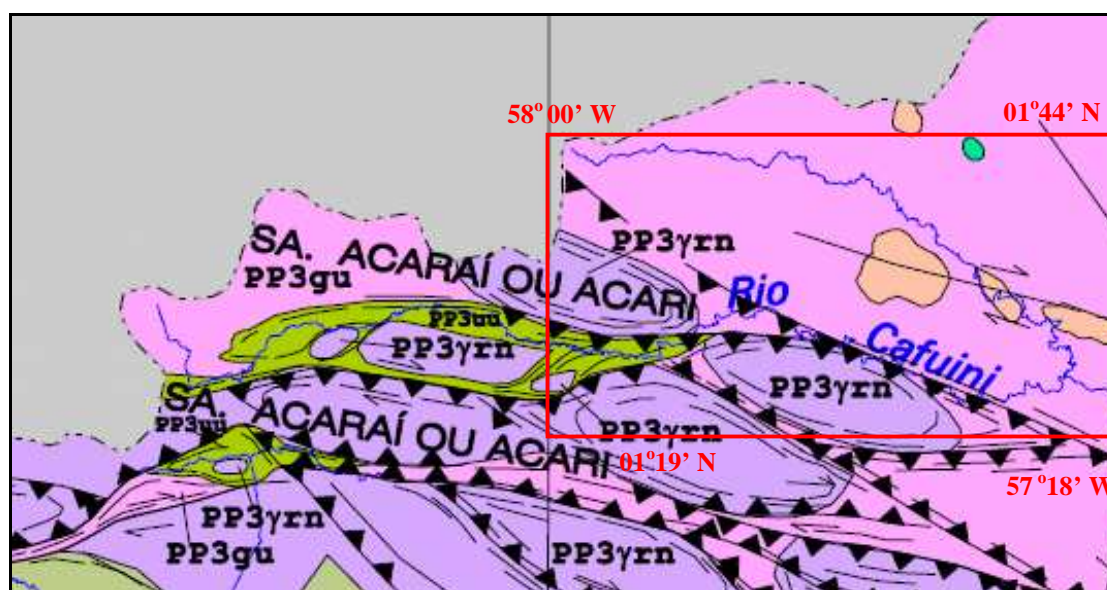


Figura 2 – Parte do Mapa Geológico do Estado do Pará, do IBGE (2011b), com destaque para a área de estudo no retângulo em vermelho. Também merecem destaque as unidades mais antigas do Complexo Guianense (PP3gu) e do Granodiorito Rio Novo (PP3γrn) envolvidos na tectônica transpressiva dextral (traços com dentes e setas), assim como o vulcano-plutonismo, Suíte Intrusiva Mapuera (PP3γmp) e vulcânicas do Grupo Iricoumé (PP3uu). Os aluviões foram omitidos. Atentar para o formato sigmoidal dos rios Cafuini e Camu,

5. Metodologia de trabalho

As imagens de sensoriamento remoto que serviram de base para o presente trabalho foram as imagens LANDSAT-TM 5, órbita/ponto 230/59, para os anos de 1990, 1992, 1998 e 2011,

em composição colorida R5G4B3. Estas datas foram escolhidas em função do menor recobrimento de nuvens possível, entretanto, cenas de outras datas neste intervalo de tempo também foram analisadas. As cenas do Landsat foram baixadas do catálogo de imagens disponível do *site* do INPE.

Convém salientar que, em razão da independência às nuvens das imagens de Radar, disponibilidade para a região amazônica e por ressaltar as formas de relevo, estruturas geológicas e geomorfológicas, também foram utilizadas, como apoio às interpretações, as imagens analógicas dos sensores GEMS-1000, SAR-X, com resolução de 16 m, amplamente utilizados em território brasileiro pelo Projeto RADAMBRASIL (1975). Merece destaque que nessas imagens, que remontam o início da década de 70, evidências marcantes de antropismo já foram observadas na região do Baixo rio Cafuini, conforme se verá adiante..

O aplicativo de geoprocessamento utilizado foi o SPRING (Câmara et al., 1996), onde as cenas do Landsat foram registradas a partir das bases cartográficas, na escala de 1:250.000, disponíveis no *site* do IBGE. A composição colorida foi a R-G-B para as bandas 5-4-3. A ferramenta de medição de distância deste aplicativo foi utilizada para a aferição do comprimento dos campos de pouso interpretados visualmente.

6. Resultados e discussão

Nas imagens do *Google Earth* e do Landsat-TM 5 são evidenciados tons vermelhos e nuances, e branco indicativos de solo nu e areia, respectivamente, assim como tons esverdeados relativos a floresta secundária, ao longo da calha dos Rio Camu e alguns afluentes. Nas cabeceiras do Rio Cafuini são evidentes na calha do rio, tons esverdeados mais claros que poderiam sugerir a presença de atividade antrópica. Outra evidência de atividade garimpeira, além da presença dos campos de pouso (de aproximadamente 1 km de extensão), é a presença de pequenos lagos que aparecem em tons azulados em alguns trechos do Rio Camu.

Os resultados das interpretações para a região do Alto Rio Camu são exibidos nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

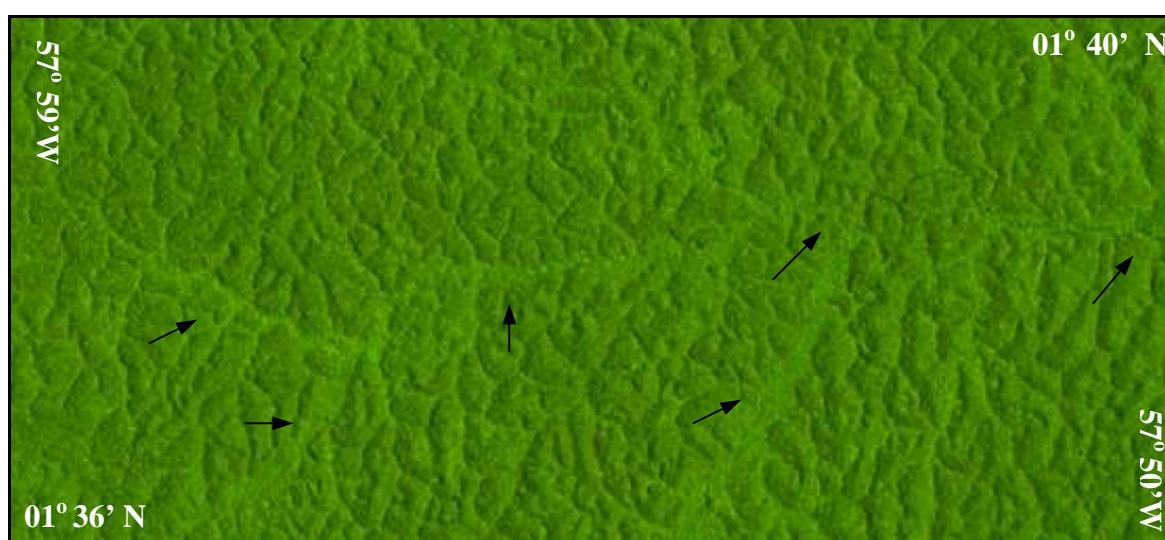


Figura 3. Alto Rio Camu, em agosto de 1990 (imagem Landsat TM-5, R5G4B3): ausência de antropismo. Feições do Rio Camu e afluentes com extensos aluviões (setas em preto).

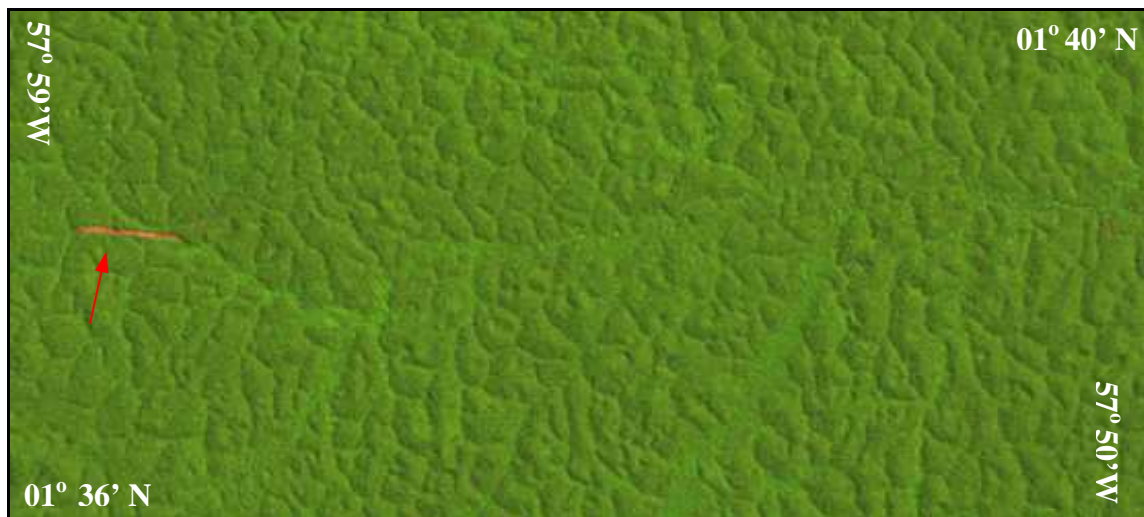


Figura 4. Alto Rio Camu, em julho de 1992 (imagem Landsat-TM 5, R5G4B3): evidência de antropismo (campo de pouso) e solo nu em tom avermelhado (seta).

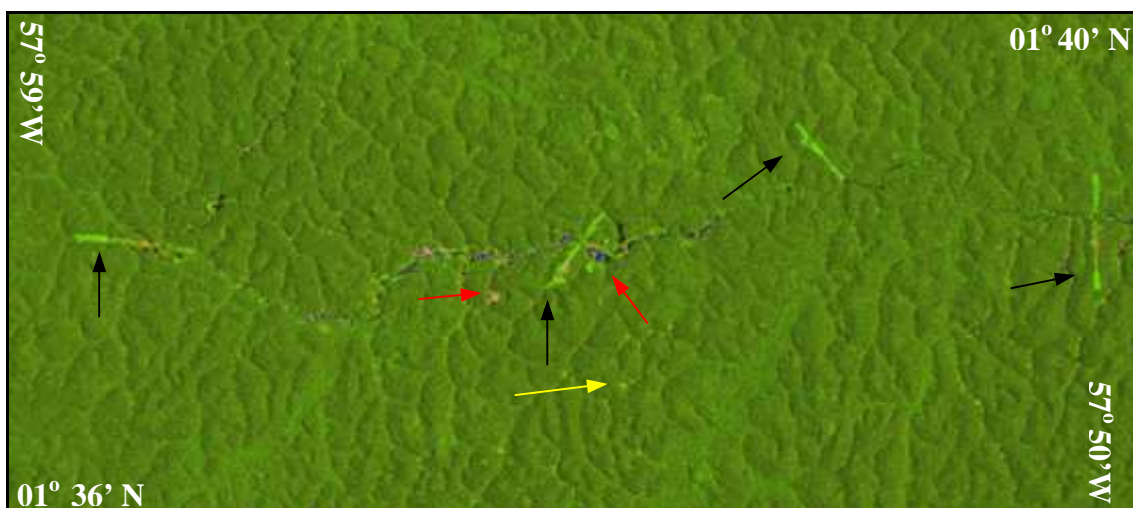


Figura 5. Alto Rio Camu, em setembro de 1998, na Imagem Landsat-TM-5 (R5G4B3): clímax das atividades antrópicas, com a presença de quatro campos de pouso (setas em preto), vegetação secundária (seta em amarelo), solo nu e pequenos lagos (setas em vermelho).

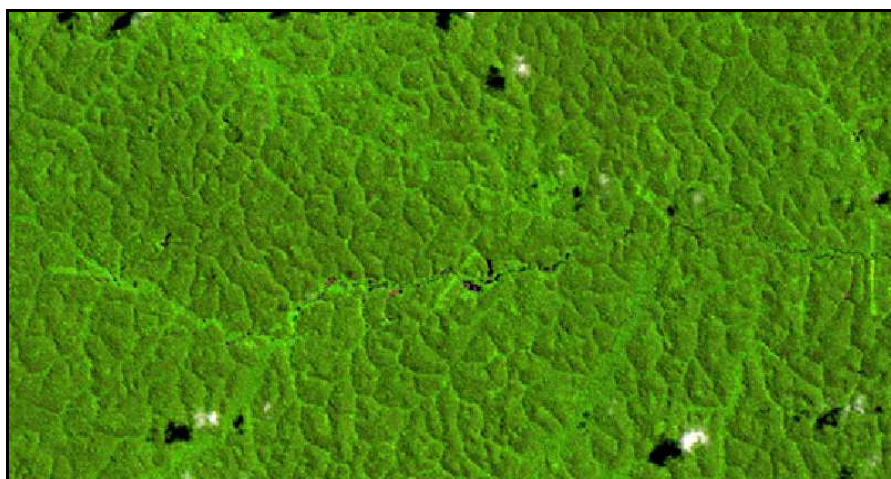


Figura 6. Alto Rio Camu: quadro do antropismo em agosto de 2011 (Landsat TM-5, R5G4B3), sugerindo diminuição ou abandono de atividades e a degradação da área. Confrontar com o ano de 1990 (Figura 3).

No Baixo Rio Camu foram observados indícios de atividade antrópica e um campo de pouso abandonado, conforme se evidencia na Figura 7.

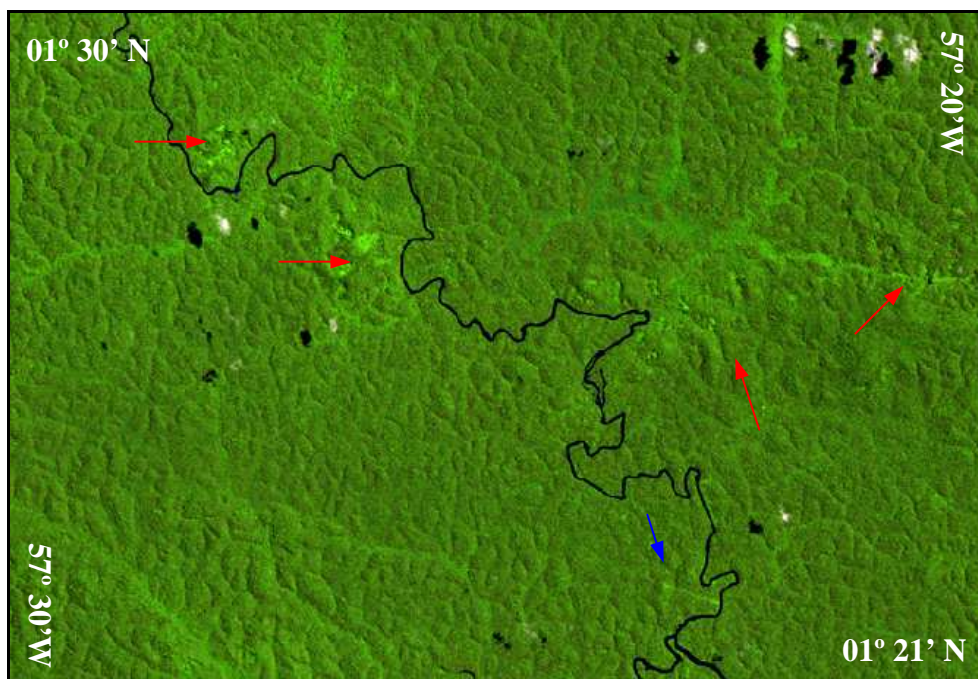


Figura 7. Baixo Rio Camu, em agosto de 2011 (imagem Landsat TM-5, R5G4B3): evidências de um campo de pouso abandonado (seta em azul) e atividade antrópica (setas em vermelho).

No Baixo Rio Cafuini, a imagem de 2011 mostra a presença de antropismo na Figura 8.

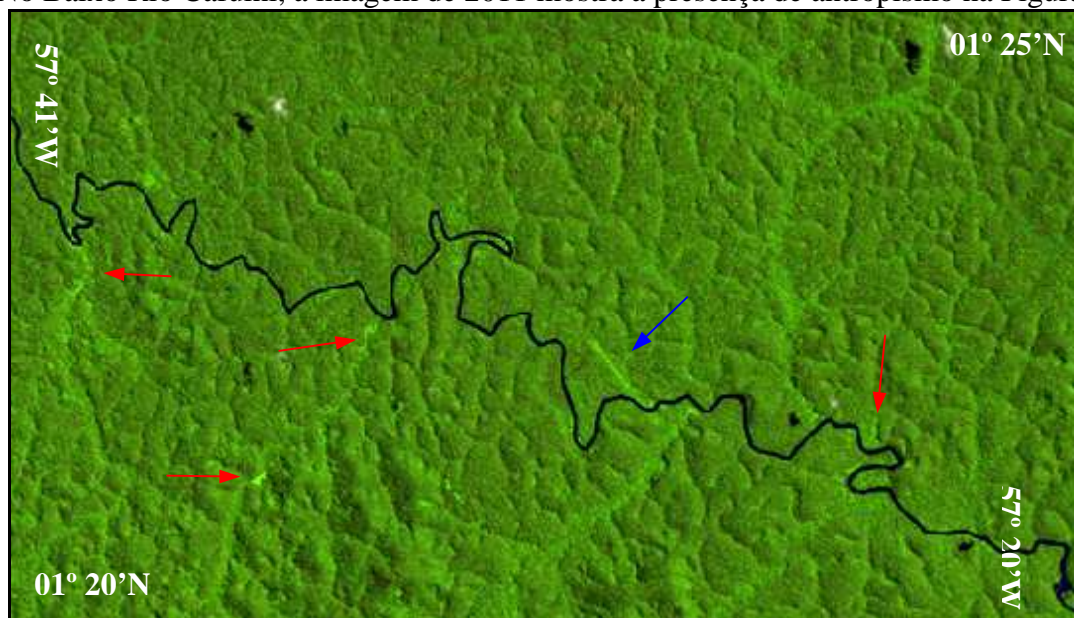


Figura 8. Baixo Rio Cafuini, em agosto de 2011 (Landsat TM5, R5G4B3): sinais de campo de pouso abandonado (seta em azul) e atividade antrópica (setas em vermelho). Ressalte-se que este campo de pouso foi constatado em imagem de Radar GEM/SAR de 1971/72 usadas pelo Projeto RADAM. O que indica que tal ação remonta a década de 70..

O Estado do Pará, no decorrer dos últimos 30 anos, sempre despontou como um dos principais produtores de ouro do Brasil, cuja maioria advém de atividade garimpeira, dos quais os mais conhecidos são os garimpos de Serra Pelada (inativo) e da região do Tapajós,

em pleno desenvolvimento. Esta afinidade do Estado do Pará mereceu estudos de vários pesquisadores, como Lestra e Nardi (1982), que incluíram a região como pertencente à Província Aurífera do Trombetas; enquanto Silva (1984) chamou-a de Província Amapá-Norte do Pará. Lima e Bezerra (1994) vislumbraram tal província como uma continuação para norte da Província Aurífera do Tapajós definida por Silva (op. cit.). Fato comprovado pelos garimpos de Tajá, Tauini e Caxipacoro, na Bacia do Médio Rio Trombetas (Lestra e Nardi, op. cit.). Por sua vez, fundamentado nesses dados e considerando serem de origem secundária, Lima e Bezerra (op. cit.) definiram dezoito bacias hidrográficas auríferas para o Estado do Pará, dentre as quais se situa a do Rio Cafuini, objeto deste estudo.

O Mapa de Uso e Cobertura da Terra, editado pelo IBGE (2011a), legendou como atividade mineral aurífera esta zona fronteiriça com a República da Guiana. O polígono referente à extração mineral está representado em *associação* com a Unidade de Conservação de Proteção Integral em Área Florestal, posto que esta atividade mineradora se encontra dentro da Estação Ecológica do Grão Pará (ESEC), cuja legenda é **3.1.30** (Unidades de Conservação de proteção integral em área florestal + Metálicos) e está representada por simbologia específica de garimpo.

No entanto, na edição deste mapa, houve um pequeno deslocamento, das cabeceiras do Rio Camu para as cabeceiras do Rio Cafuini, na colocação do polígono e de sua simbologia (Figura 9).

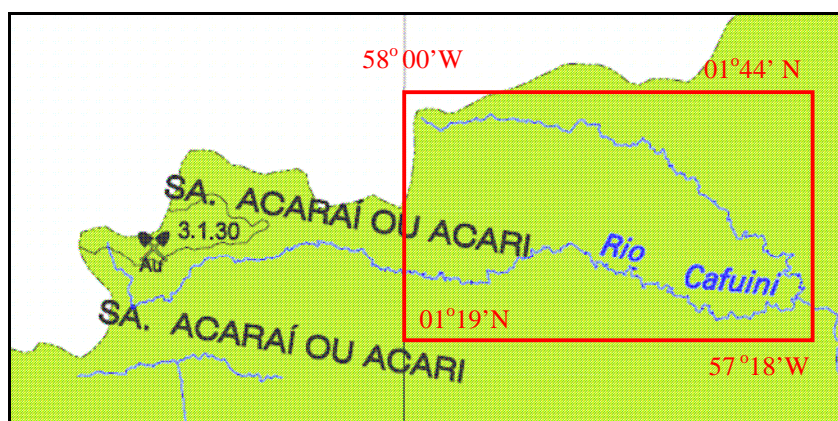


Figura 9. Trecho do Mapa de Uso e Cobertura da Terra (IBGE, 2011a) onde aparece a indicação de atividade mineral aurífera em “Unidade de conservação de proteção integral em área florestal” (3.1.30), a qual está deslocada, por problema de edição, em relação à região em estudo (retângulo em vermelho).

Pretende-se retificar este deslocamento na próxima edição do Mapa de Uso e Cobertura da Terra, ressaltando-se, ainda, que a atividade garimpeira clandestina será ampliada para o Baixo Rio Camu e Baixo Rio Cafuini, conforme investigado neste trabalho.

Salienta-se que a presença de antropismo na região já era acompanhada por outros programas federais. O Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), do Ministério da Defesa, atua como órgão de apoio às instituições de fiscalização e controle, pois gerencia o Programa de Monitoramento das Áreas Especiais (ProAE), que incluem as Unidades de Conservação e as Terras Indígenas. Como resultado desse programa, atividades antrópicas foram indicadas pelo ProAE (2009), embora não tenham sido atribuídos os tipos de uso, na região ora em questão. Também o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através de seu Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite (PRODES) mapeou os polígonos de áreas desmatadas (em formato de campo de pouso) para o ano de 1997, assinalando os indícios de atividades antrópicas na região, sem especificá-las.

8. Conclusões e Recomendações

Com base no estudo das imagens Landsat-TM 5 foi possível realizar uma avaliação multitemporal de três áreas onde havia indícios de atividade antrópica no Alto Rio Camu, Baixo Rio Camu e Baixo Rio Cafuini. Para a primeira foi atestada atividade garimpeira para ouro, iniciada por volta de 1992, com clímax em torno de 1998. Para o Baixo rio Cafuini as atividades foram iniciadas no início da década de 70, conforme imagem GEMS/SAR (1971/72). Enquanto que para o Baixo rio Camu, devem ter sido migradas do Alto Rio Camu, a partir do início deste século e se encontram em declínio ou abandonados.

Conforme avaliação multitemporal das cenas Landsat-TM 5, essas ações antrópicas atualmente encontram-se em declínio ou inativa, podendo ser oriundas de país vizinho (República da Guiana), em razão de proximidade de fronteira e facilidade de acesso pela baixa altimetria do divisor de águas, por serem de bacias hidrográficas distintas (Trombetas, no Brasil, e Corentyne, na República da Guiana).

Sugere-se a continuidade deste trabalho de pesquisa em imagens de melhores resoluções espacial, radiométrica, temporal e espectral, com trabalhos de campo, objetivando a obtenção de mais dados, considerando ainda a grande cobertura de nuvens da região.

Recomenda-se melhor controle da qualidade da água da Bacia dos rios Cafuini e Camu, e compará-las com a Bacia do Baixo Rio Trombetas, cercanias da sede do município de Oriximiná, visando melhor sopesar as conclusões aqui colocadas.

9. Referências Bibliográficas

Câmara, G. Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling**. Computers & Graphics, v. 20, n. 3, p. 395-403, May-Jun, 1996.

IBGE. **Mapa de Cobertura e Uso da Terra do Estado do Pará**. 2011a. Disponível em: <ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas_tematicos/uso_da_terra/unidades_federacao/pa_uso.pdf> Acesso em: 31.out. 2012.

IBGE. **Mapa Geológico do Estado do Pará**. 2011b. Disponível em: <ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas_tematicos/geologia/unidades_federacao/pa_geologia.pdf> Acesso em: 31.out. 2012.

Lestra, A. D.; Nardi, J. I. S. **Ouro na Amazônia Oriental: o mito e a realidade**. Belém: Grafisa, 1982. 395 p.

Lima, M. I. C; Bezerra, P. E. L. Dados preliminares sobre a geologia do ouro do Estado do Pará. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 4, 1994. **Boletim de Resumos Expandidos...** Belém: SBG - Núcleo Norte, 1994. Artigos, p. 91- 94

Pará. Decreto-Estadual nº 2.609, de 04 de dezembro de 2006. Cria a Estação Ecológica do Grão-Pará, nos Municípios de Alenquer, Monte Alegre, Óbidos e Oriximiná, Estado do Pará, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Pará**, 07 de dezembro de 2006.

PRODES. **Programa de monitoramento da Floresta Amazônica brasileira por satélite**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>> Acesso em: 31.out. 2012.

RADAMBRASIL. Folha NA.21-Tumucumaque e parte da NB.21-Roraima. In: **Levantamento de Recursos Naturais**, Geologia, v. 9. Rio de Janeiro: RADAMBRASIL, 1975.

Silva, A. R. B. Províncias auríferas do Estado do Pará e Território Federal do Amapá. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33, 1984. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1984. Artigos, v. 8, p.3945-3958.

SIPAM. **Programa de Monitoramento de Áreas Especiais - 2008**. Centro Regional de Belém. Belém: SIPAM-CRV/BE, 2009. CD-ROM.