

7

HOMOXI (1989-2004): O IMPACTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES GARIMPEIRAS NA TERRA INDÍGENA YANOMAMI (RORAIMA)

François-Michel LE TOURNEAU¹

Bruce ALBERT²

¹ Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS, Paris), UMR7169.

² Institut de Recherche pour le Développement (IRD, Paris) – UR208 e Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris).

HOMOXI (1989–2004): THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF GOLD PANNING IN THE YANOMAMI INDIGENOUS TERRITORY (RORAIMA, BRAZIL)

ABSTRACT

After the invasion of their traditional lands by thousands of gold panners, numerous Yanomami groups faced an alarming degradation in their socioeconomic situation due to the ecological impact of gold panning. To prepare a proposal for an environmental recuperation project in the Upper Mucajaí region (Homoxi), the nongovernmental organization CCPY (Pro-Yanomami Commission) convened a task force composed of scientists of various disciplines to quantify the devastation that occurred and to evaluate its consequences. A geographic information system (GIS) database was created for the study region, crossing data derived from topographic maps and through images obtained from Landsat-TM, Landsat-ETM+, and C-BERS-2 (CCD) satellites. These made it possible to monitor the use of space by the indigenous communities of the Homoxi region and the invasion by gold panners from the late 1980s into the '90s, as well as the subsequent progress of the natural regeneration of the forest in the affected areas. In this article, we present results of this study and discuss various methodological options we tested during research. This case study of the Yanomami, although preliminary, demonstrates the promising potential of crossing geographic information and indigenous knowledge.

INTRODUÇÃO

A partir da espetacular alta da cotação do ouro no início dos anos 1980, iniciaram-se várias corridas deste metal na Amazônia brasileira (Cleary, 1990). Uma delas ocorreu em Roraima entre 1987 e 1989 (MacMillan, 1995), causando uma invasão de grande escala no território dos índios Yanomami, o maior grupo indígena ainda em grande parte isolado da América Latina³. Depois de um intenso embate político no final dos anos 1980, o Governo Federal resolveu, em 1990, expulsar os milhares de garimpeiros que atuavam na área indígena e homologar em 1992 a Terra Indígena (TI) Yanomami (sem impedir que invasões de garimpeiros reincidam regularmente nesta TI até hoje, ainda que em menor escala).

A penetração repentina de milhares de garimpeiros no seu território teve um impacto dramático sobre os Yanomami, não só

³ Segundo o último censo da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) de Roraima de 2006, são 15.896 pessoas, incluindo aproximadamente 400 índios Ye'kuana, distribuídos em quatro aldeias situadas ao longo dos rios Auaris e Uraricoera.

por causa das violências, desestruturação social e choque epidemiológico que eles causaram, mas também pelas degradações ambientais e transformações do sistema produtivo que eles impuseram a este grupo indígena (Albert, 1990; 1994; Albert & Le Tourneau, 2005).

Em 2002, a ONG brasileira *Comissão Pró-Yanomami* (CCPY), com o apoio financeiro da *The Nature Conservancy* (TNC), resolveu convidar uma equipe multidisciplinar para realizar um estudo conjunto da região de Homoxi (Figura 1), situada no Alto rio Mucajaí, uma das áreas mais devastadas pelas atividades de garimpagem de 1987 até 1998, com o objetivo de avaliar os danos ambientais e o impacto social da degradação do meio natural sobre as comunidades yanomami do local (Milliken *et al.*, 2002). A equipe de pesquisa era composta de um antropólogo (assistido de um estudante de mestrado), um especialista em botânica, um geógrafo, um pedólogo e dois indigenistas da CCPY.



Figura 1 - Localização da área de estudo (Homoxi, Alto Rio Mucajaí, Roraima).

CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

Um dos primeiros objetivos do estudo foi a elaboração de um SIG destinado a fornecer dados quantitativos sobre a atividade garimpeira e registros da presença das comunidades indígenas.

Usando dados de várias épocas, esperava-se, também, conseguir informações sobre a regeneração natural da vegetação.

Devido às dificuldades de acesso e de sua nebulosidade quase-permanente, a região da Serra Parima (na qual se encontra o Homoxi) apresenta escassez de dados geográficos. As feições principais da área são conhecidas por mapas de escala de 1:100.000, oriundos do *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (www.ibge.gov.br) e inseridos no nosso banco de dados geográfico. Os dados do IBGE, porém, são bastante desatualizados, e justificam o recurso ao sensoriamento remoto para estudar a evolução da vegetação na região dos garimpos de Homoxi desde 1987, assim como a localização das malocas (aldeias) Yanomami.

Em um primeiro momento, foi testado o uso de imagens ERS (Earth Remote Sensing), mas infelizmente descartado devido a problemas de leitura ligados com o relevo, sendo a região de Homoxi bastante montanhosa. Esperava-se trabalhar na mesma linha de Almeida Filho & Shimabukuro (2000) com o *Laboratoire Géomatériaux* da Universidade de Marne-la-Vallée, França, que havia adquirido três imagens ERS-1. Isto não foi possível, mas estas imagens poderão ser usadas no futuro, quando novas técnicas para resolução das modificações de resposta em função do relevo forem elaboradas.

Finalmente, as imagens óticas constituíram a principal fonte de informação da pesquisa, embora a escolha das cenas tenha sido difícil, devido à intensa nebulosidade da região. Não dispondo de imagens SPOT5 (HRG), cuja resolução espacial teria sido melhor, adquirimos junto ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e ao TRFIC (Tropical Rain Forest Information Center) duas imagens Landsat passíveis de serem usadas para o período 1986-2002. Para o período seguinte, usamos uma imagem do satélite sino-brasileiro CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite / Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), de 2004, cuja resolução era adaptada para o nosso trabalho, mas cuja alta nebulosidade dificultou as interpretações automáticas. A nebulosidade na região da Serra Parima é extremamente alta. Só uma imagem (CBERS-2 178/97 -23/09/2004) do catálogo CBERS do INPE apresentou condições razoáveis para o nosso uso, mas ainda assim comporta uma parte importante de cobertura de nuvens.

O georreferenciamento das imagens foi realizado a partir das coordenadas da imagem ETM+ (Enhanced Thematic Mapper / Plus), cuja excelente qualidade foi testada com GPS durante o trabalho de campo. A imagem Landsat de 1989 e a CBERS foram ajustadas na imagem Landsat de 1999 e as informações cartográficas foram corrigidas, quando necessário, a partir dessa referência. Finalmente, usamos o Modelo Digital de Elevação derivado da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da nave espacial americana Endeavour para visualizar em três dimensões o relevo da região de estudo (Figura 2).

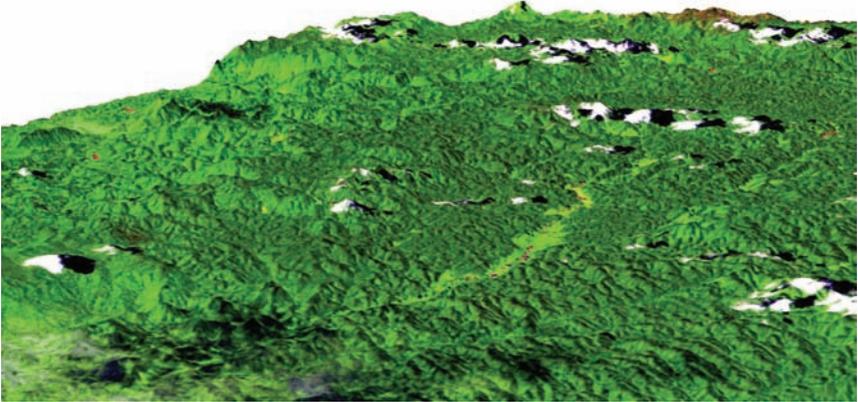


Figura 2 - O vale do Alto Rio Mucajaí restituído pelo modelo digital de elevação (com projeção da imagem *Landsat* de 1999). O contexto montanhoso fica muito nítido, assim como o fato do vale do rio ter sido completamente desmatado (centro da imagem) e estar hoje em fase de regeneração natural (Modelo digital de elevação com uma resolução espacial de 90 m. Ver <http://srtm.csi.cgiar.org/>).

TRATAMENTO DAS IMAGENS

Imagens e Aldeamentos Yanomami

Alguns trabalhos testaram métodos automáticos para estudar a distribuição de habitações yanomami a partir de imagens de sensoriamento remoto (Craig, 1999, *sd*; Craig & Chagnon, 2000; McGwire *et al.*, 1996). No presente estudo, renunciamos a aplicar tais métodos por diversas razões, entre as quais destacamos a dificuldade de comparar resultados oriundos de tratamentos sobre imagens de características técnicas diferentes (Landsat e CBERS), e a importância da nebulosidade, especialmente na imagem CBERS, que teria uma influência importante sobre o resultado.

Preferimos, assim, recorrer, sobretudo, à interpretação visual das imagens de satélite para o estudo dos aldeamentos yanomami. De fato, a informação mais facilmente detectável é a existência de roças, caracterizadas ora pela presença de solos nus, ora pela presença de uma vegetação menos densa do que a da floresta, e cujo comportamento na banda 5 do Landsat ou a banda 4 do CBERS é característica. Nada distingue, porém, as roças indígenas de outro tipo de floresta secundária. Na medida em que, na região de Homoxi, muitas das áreas de floresta secundária provêm da atividade garimpeira. Inferir a localização da população yanomami só a partir desses elementos era arriscado. Neste contexto, consideramos mais apropriado realizar um trabalho de checagem no campo, junto a informantes yanomami a fim de identificarem as suas roças atuais e

antigas nas imagens disponíveis. Algumas localizações foram também conferidas in loco com GPS. As imagens de satélite serviram, portanto, de referência para o trabalho de campo e permitiram a realização de um levantamento muito mais completo e rápido destas roças (em uso e históricas) do que se tivéssemos de visitar cada sítio identificado.

Na imagem Landsat de 1999 nós identificamos sete conjuntos de roças na nossa área de estudo, que pertenciam a três comunidades Yanomami (*Tirei*, *Xere u e Yarstha*), cada uma explorando simultaneamente várias áreas de cultivo. Na imagem CBERS de 2004, as roças levantadas continuavam formando sete conjuntos, mas alguns localizados em lugares diferentes dos de 1999. Pertencem às mesmas comunidades, sendo que a de *Xere u* 2004 ficou localizada nas imediações do seu sítio de 1999, enquanto a de *Tirei* passou a ocupar três sítios diferentes no sul da nossa área de estudo, já na Venezuela. A comunidade de *Yartha* ficou oscilando entre dois sítios, chamado de *Wermapi u* e *Yartha*. O conjunto de roças yanomami aberto próximo do posto Homoxi permanecia ativo em 2004, porém em escala bem menor do que em 1999.

A multiplicidade dos sítios explorados, bem como o tamanho importante de algumas das roças que nós detectamos, confirmam que os Yanomami da região de Homoxi mantêm ainda hoje o padrão agrícola tradicional do povo Yanomami, no qual movimentos migratórios são associados ao uso de várias áreas de cultivo distantes uma da outra. A comparação entre a imagem de 1999 e a de 2004 demonstra que até mesmo os grupos mais impactados pelo garimpo retomaram esse padrão, apesar de que, neste último caso, as áreas agrícolas abertas são menores porque são mais recentes.

É bom anotar que a detecção das habitações yanomami propriamente ditas foi, por sua vez, impossível, porque na região de Homoxi elas se constituem, como é de praxe nas terras altas dos Yanomami, de pequenas casas coletivas cônicas e não das vastas construções circulares observadas em outras regiões trabalhadas por diferentes autores para as terras baixas da Venezuela. O tamanho dessas casas e o fato delas poderem ficar separadas umas das outras por uma roça ou área de matagal explicam porque elas não constituem objetos possíveis de serem detectados sem erro em imagens com resolução na faixa de 20-30 metros. Como ressaltam MacGwire *et al.* (1996), só o uso de imagens de altíssima resolução (abaixo de 10 metros) permitiria uma detecção satisfatória desses objetos.

Imagens Landsat e Sítios de Garimpo

A detecção das atividades de garimpagem foi estudada em detalhe para uma outra região de Roraima por Almeida Filho & Shimabukuro (2002), a partir de uma sequência de imagens muito mais rica do que a nossa. Usamos estes resultados como comparação dos que alcançamos para a região de Homoxi.

Nas imagens de sensoriamento remoto, a garimpagem manifesta-se pelo registro de áreas de solos nus, cuja radiometria é altamente particular, e que não podem ser confundidas com roças yanomami por duas razões: em primeiro lugar, as roças indígenas têm, geralmente, uma superfície reduzida e, em segundo lugar, nunca são situadas muito perto dos igarapés para evitar alagamentos, ao contrário dos garimpos, trabalhando nos rios e em suas beiras. Depois do seu abandono, os sítios de garimpos continuam a aparecer, durante bastante tempo, com uma resposta espectral semelhante à de campos, devido ao fato que, geralmente, uma camada de gramíneas consegue progressivamente colonizar suas cascalheiras. Assim, na imagem de 1999, período no qual não havia mais garimpo ativo na área de estudo, só estão visíveis áreas desse tipo.

É difícil, porém, limitar o registro da extensão dos sítios de garimpo só às áreas que apresentam os dois tipos de resposta espectral característicos de áreas abertas porque, hoje, mesmo em lugares bastante degradados, formações vegetais conseguiram rebrotar, dando nas imagens a resposta espectral característica de floresta secundária. Com efeito, na imagem CBERS de 2004, as cascalheiras são ainda menores, mesmo que continuem a aparecer. Cederam lugar a grandes extensões de vegetação com característica espectral semelhante à de floresta secundária. É preciso, portanto, investigar todas as áreas de floresta secundária para verificar em que medida elas podem ser testemunhas de uma atividade garimpeira mais antiga, trabalho que só pode ser feito em campo, combinando as análises da topografia, da botânica e os depoimentos dos habitantes da região.

Finalmente, na imagem Landsat de 1999 bem como na imagem CBERS de 2004, nota-se a presença de dezenas de pequenas lagoas, que surgiram nos lugares onde funcionavam os garimpos e que foram colonizadas por anófeles (vetores da malária), uma das principais causas da situação sanitária catastrófica da área desde os anos 1990.

Uso de Classificações Supervisadas

Embora, para vários efeitos, a interpretação visual tenha sido mais produtiva, nós precisávamos comparar a situação nas duas datas em que os efeitos do garimpo aparecem mais, de maneira objetiva, pelo método das matrizes de confusão. Por isso usamos uma classificação semi-dirigida (*Maximum likelyhood*) nas imagens Landsat de 1989 e 1999, aplicando em seguida um filtro adaptativo para eliminar pixels isolados. Por razões técnicas, presença de faixas de ruídos na área de estudo⁴, não foi possível classificar todas as feições identificadas nas imagens Landsat na imagem CBERS de 2004. Tivemos, portanto, que restringir a interpretação automática

⁴ Devido à presença de ruídos na parte da imagem que nos queríamos estudar, não foi possível utilizar a mesma metodologia de classificação na imagem CBERS de 2004 do que nas imagens *Landsat*. A questão dos ruídos das imagens CBERS-2 CCD é discutida em Maldonado & Santos (2007), mas tal método não estava disponível na hora da nossa pesquisa.

desse último dado à computação do total da área coberta por floresta secundária.

Antes de analisar os resultados, é preciso sempre lembrar o problema da nebulosidade na região da Serra Parima. Nas duas imagens, nuvens, sombras ou névoas impedem a leitura das informações de aproximadamente 5% da área considerada e, obviamente, a posição dessas nuvens é muito diferente de uma data para a outra. Para diminuir as confusões nas classificações, foi preciso criar várias classes para os efeitos da nebulosidade, não somente para nuvens e sombras como também, por exemplo, para as bordas das nuvens que eram confundidas com as cascalheiras. Outro problema encontrado foi a confusão entre áreas cobertas de névoa fina e florestas secundárias, que foi também solucionado acrescentando uma classe adequada, ao preço de certa perda de precisão, já que não era mais possível identificar o tipo de floresta que estava debaixo das névoas. Finalmente, há de ressaltar que os dados aqui estabelecidos incluem as roças Yanomami dentro das áreas de floresta secundária. A influência nos resultados final, porém, é mínima, na medida em que, na área estudada, a quantidade de roças é muito pequena.

Nos quadros dos resultados, sempre haverá o cuidado de ressaltar as áreas afetadas pela nebulosidade e a incerteza que elas trazem para o nosso trabalho.

Cartografia e Trabalho de Campo

Os dados oriundos das classificações foram testados durante um período de trabalho de campo no mês de abril de 2002. Nessa ocasião menos de 150 pontos de GPS foram registrados nos lugares de antiga atividade garimpeira, junto com estudos detalhados da flora. Lugares como antigas pistas de pouso e principais roças yanomami foram também posicionados. Paralelamente, uma pesquisa etnográfica foi realizada, contando com a produção pelos Yanomami de etnomapas detalhando os recursos naturais que eles ainda usam e os que foram destruídos pelo garimpo. A toponímia yanomami para os rios e igarapés também foi levantada. Outra visita feita em 2004 permitiu confirmar a localização das novas malocas detectadas na imagem CBERS, bem como continuar o estudo detalhado da localização das roças, das áreas de caça, de pesca, etc. Essa segunda visita ao campo também resultou no registro de perto de 200 pontos de GPS.

RESULTADOS

Regiões Afetadas pelo Garimpo

A análise visual das imagens classificadas na Figura 3 e a confrontação com a bibliografia disponível permitem identificar três

estágios de registro da atividade garimpeira:

- os garimpos ativos, nos quais o solo aparece totalmente nu;
- os garimpos abandonados, que mostram um incipiente avanço da vegetação, essencialmente composta de gramíneas (Poaceae) cobrindo cascalheiras;
- os garimpos mais antigos, já cobertos de florestas secundárias.

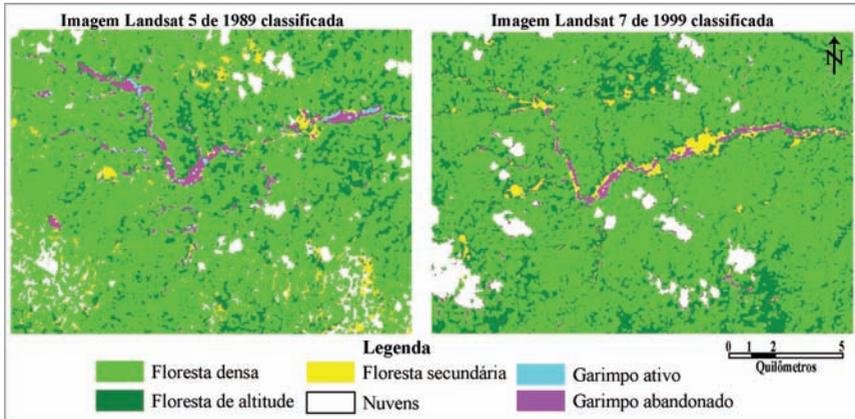


Figura 3 - A aplicação das classificações para a região de estudo (imagens de 1989 e 1999).

Nota-se que os sítios de garimpo de pequeno porte, geralmente abertos na periferia das áreas de maior exploração no leito do alto rio Mucajaí, escapam dessa detecção por serem de tamanho inferior a um pixel nas imagens Landsat (aproximadamente 900 m²).

Na região estudada, o rastro das áreas de garimpo diminuiu bastante entre 1989 e 2004. Os garimpos ativos, que somavam 93 ha, desapareceram em 1999, e os garimpos abandonados passaram de 461 ha em 1989 para 271 ha em 1999, desaparecendo na imagem CBERS de 2004 (Tabelas 1 e 2). Esses fatos indicam o vigor da regeneração natural. Nos 271 ha detectados em 1999, somente 120 ha remetem à garimpos ativos ou abandonados de 1989, e 94 ha remetem à áreas que eram ainda áreas de floresta em 1989, evidenciando que os garimpeiros ainda abriram novos sítios depois de 1989, após a proibição oficial de sua atividade na área. Essa observação é corroborada por depoimentos indígenas e fontes bibliográficas.

A área total afetada pelo garimpo na região de estudo pode ser estimada aproximadamente em 700 ha (Tabela 1), sem tomar em conta as florestas secundárias cuja origem (garimpo ou antiga roça indígena) é sempre difícil de determinar. Embora essa superfície possa ser considerada baixa (menos de 4% da área total da região de estudo), ela é bastante expressiva em termo de danos ambientais,

Tabela 1 - Resultados da classificação para a região de estudo (área e porcentagem).

Ecossistemas	Área (1989)		Área (1999)	
	ha	%	ha	%
Floresta primária	16626	75,9	15559	71,0
Floresta de altitude	3033	13,8	4405	20,1
Floresta secundária	699	3,2	552	2,5
Garimpos ativos	93	0,4	-	-
Garimpos abandonados	461	2,1	271	1,2
Nuvens, sombras e névoas	1000	4,6	1125	5,1

especialmente para o sistema produtivo yanomami. Em primeiro lugar, os garimpos se localizam todos ao longo do rio Mucajaí e de alguns de seus afluentes, o que significa que o meio fluvial foi sistematicamente destruído ao longo de mais ou menos 15 km só nessa região, acarretando a perda de todos os recursos alimentares oriundos dos rios (peixes, caranguejos, camarões, *etc.*) e de suas beiras (recursos vegetais, caça)⁵, isto sem esquecer uma provável poluição pelo mercúrio, que deve permanecer até hoje nas lagoas da região. Em segundo lugar, tomando em conta o fato de que, geralmente, era preciso quatro homens para trabalhar um garimpo de 100 m², um total de 700 ha pode ter significado a presença de até 7000 homens em atividade⁶; contingente infinitamente maior do que a população de menos de 400 Yanomami que viviam nessa região⁷.

Sendo que uma parte significativa dos alimentos necessários para manter esta mão de obra garimpeira provinha de recursos locais (caça diurna e noturna, roubos nas roças indígenas), entende-se a escassez alimentar drástica denunciada pelos Yanomami como uma das consequências do garimpo (Albert & Le Tourneau, 2005). Nota-se que essa estimativa do número dos garimpeiros na região é consistente com a avaliação de Almeida Filho & Shimabukuro (2002) no seu trabalho sobre a Serra do Tepequém.

Avaliação da Regeneração Natural

A comparação entre a imagem de 1989 e a de 1999 (Tabela 2 e Figura 4) permite também tirar algumas conclusões sobre a regeneração natural na área de estudo, conservando em mente as

⁵ Sobre o sistema produtivo yanomami ver Albert (2003).

⁶ O total de garimpeiros (profissionais e ocasionais) presentes em Homoxi foi com certeza superior a alguns milhares, sendo que, entre 1987-1989, aconteceu uma verdadeira corrida do ouro na região. De 1990 em diante, os garimpeiros profissionais que conseguiram se manter ou voltar na área têm sido bem menos numerosos, porém muito mais determinados, ocasionando tragédias como o massacre de Haximu em 1993 (Albert 1994).

⁷ As consequências epidemiológicas também foram consideráveis, contando que a população indígena de Homoxi ainda era isolada na época e, portanto, não imunizada contra moléstias comuns entre os garimpeiros. Pode-se dar o exemplo da malária, doença inexistente nessa região antes dos anos 1980 e que chegou a dizimar até 30% da população de origem dos três grupos Yanomami da região de Homoxi.

limitações apontadas acima em relação à nebulosidade e à identificação das florestas secundárias associadas à atividade garimpeira.

Tabela 2 - Comparação entre as superfícies das classes detectadas em 1989 e em 1999.

1989/ 1999	Floresta primária	Floresta de altitude	Floresta secundária	Garimpos ativos	Garimpos abandonados	Nuvens, sombras e névoas
Floresta primária	12844	1952	123	13	82	545
Floresta de altitude	2677	913	390	16	137	270
Floresta secundária	142	79	140	18	153	19
Garimpos abandonados	94	22	20	43	77	13
Nuvens, sombras e névoas	868	65	26	2	12	152

A maioria (79%) dos garimpos da região de Homoxi detectados em 1989 havia trocado de categoria em 1999, sem que isso possa ser atribuído à nebulosidade: somente 2% deles são cobertos de nuvens em 1999. Dos 79% que mudaram de categoria, 17% são classificados como floresta primária em 1999, 30% como florestas secundárias e 27% como floresta da altitude. Na medida em que as duas últimas categorias são muito próximas, é razoável considerar que se trata de florestas secundárias cobrindo garimpos abandonados nos dois casos. A classe "florestas de altitude" foi criada exclusivamente para evitar confusões entre as encostas de serras orientadas frente ao satélite, que têm uma resposta espectral maior por receberem mais iluminação e as florestas secundárias verdadeiras, cuja resposta espectral maior em algumas bandas deve-se à homogeneidade da altura das árvores; porém, a fronteira entre as duas classes não é exata, podendo ocorrer erros de classificação. Assim, dez anos depois, quase 60% dos garimpos tinham sido cobertos por floresta secundária, 17% já tinham voltado ao estado de floresta primária (provavelmente os "micro-garimpos" periféricos, espalhados nas áreas de floresta densa) e 21% ainda não tinham sido cobertos por uma cobertura vegetal fechada. Esses últimos são, logicamente, os garimpos mais intensamente explorados. Constituíam 50% dos garimpos ativos de 1989, época da maior atividade na região.

Portanto, a regeneração natural da floresta parece ter uma boa eficiência num período de 10 anos, especialmente se tomamos em conta o fato de que dentro dos 270 ha ainda classificados como garimpos abandonados em 1999 (portanto, não cobertos de vegetação fechado), uma boa parte foi aberta depois de 1989, ou seja, tem um histórico de regeneração mais curto do que os outros. No entanto, algumas áreas (120 ha) registraram muito pouco progresso na vegetação devido à falta da material orgânico no solo depois de uma

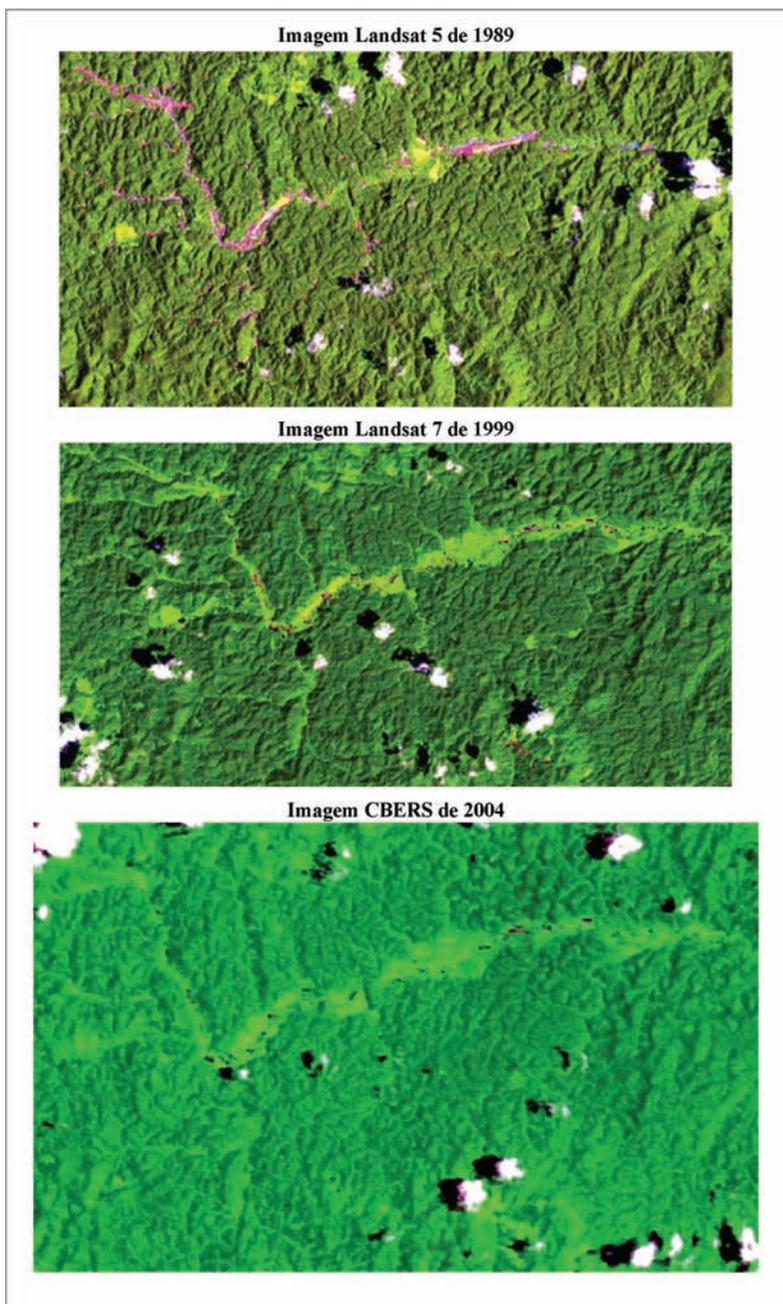


Figura 4 - O vale do rio Mucajaí na região de Homoxi, imagens de 1989, 1999 e 2004.

exploração extremamente agressiva (cascalheiras). Para estas áreas, foi proposta uma ação de reflorestamento que conta com a participação dos grupos indígenas locais sob orientação da CCPY.

De modo geral, a área de floresta secundária apresenta um decréscimo contínuo entre 1989 e 2004, somando 699 ha em 1989, 552 ha em 1999 e 452 ha em 2004 (esse último dado provém da classificação da imagem CBERS de 2004). A Figura 4, que apresenta a área do rio Mucajaí nas três datas confirma essa interpretação, mostrando que as áreas de floresta secundária (que aparecem em verde claro) acompanham o desaparecimento das áreas de garimpo (cor de rosa) e diminuem depois bastante.

Observações sobre a Teledeteção da Ocupação Indígena

É muito difícil relacionar as áreas de floresta secundária com a demografia indígena da região, na medida em que cada grupo local Yanomami explora simultaneamente várias roças em estágios diferentes (e, às vezes, em regiões distantes umas das outras). No entanto, o registro de novas manchas de floresta secundária de pequena superfície pode ser um bom indicador da dinâmica de aldeamento da população yanomami numa determinada região. Da mesma forma, este dado pode servir para reconstituir os roteiros migratórios destas comunidades.

Nessa perspectiva, conduzimos uma pesquisa etnográfica detalhada com as lideranças e os mais antigos membros dos grupos da região de Homoxi, a fim de poder identificar nas imagens de satélite as localizações das aldeias antigas e as épocas nas quais foram habitadas. Pudemos, assim, reconstituir a trajetória migratória de *Tirei* e *Xere u* (Figura 5), grupos originários (anos 1950) da região da serra de *Xitei*, distante de cerca de 30 km em linha reta de Homoxi, que ocuparam uma complexa série de sítios até suas localizações atuais.

A outra comunidade da região, *Yaritha*, teve aproximadamente a mesma origem, mas desenvolveu sua rota migratória ao leste e a perseguiu depois do período do garimpo, tendo chegado a cerca de 12 km em linha reta ao sul de Homoxi (na imagem de 1999, vêem-se as primeiras clareiras estabelecidas nesse novo lugar). Na medida em que os dados de localização oriundos das imagens permitem cotejar e georreferenciar com precisão as informações das entrevistas etnográficas nas suas dimensões temporais e geográficas, a metodologia do estudo constitui uma excelente ferramenta para os estudos antropológicos sobre a dinâmica do uso do espaço pelas comunidades Yanomami.

CONCLUSÕES

O uso das informações obtidas com a exploração do SIG e das

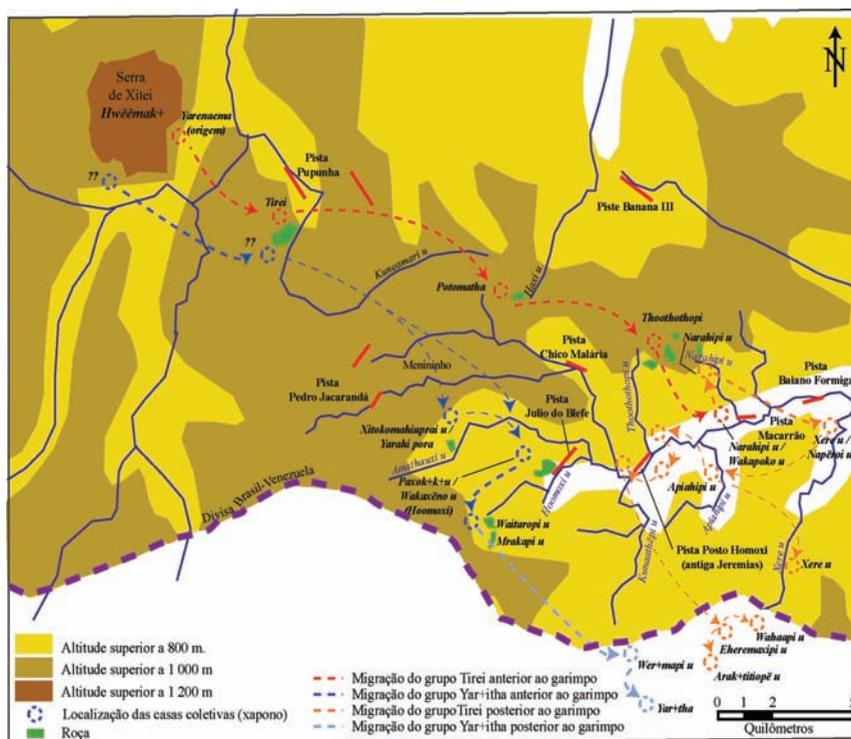


Figura 5 - Mapa das migrações dos grupos Yanomami da região de Homoxi.

imagens de sensoriamento remoto foi crucial para o trabalho multidisciplinar na região de Homoxi (Milliken *et al.*, 2002). Ele tem permitido um estudo detalhado da degradação ambiental ligada ao garimpo e denunciada pelos grupos yanomami da região desde 1990. Ele também permitiu a concepção e o planejamento de ações visando a corrigir essa degradação, cujos resultados são monitorados da mesma forma desde 2003, após a primeira pesquisa de campo durante a qual foi conduzida a primeira experiência de reflorestamento.

Além da questão específica do impacto local das atividades garimpeiras, as técnicas e metodologias usadas nesse estudo provaram serem também muito relevantes em estudos relativos ao sistema de aldeamento e às trajetórias migratórias indígenas. Isto abriu para a equipe uma nova frente de pesquisa multidisciplinar sobre as transformações do uso do espaço pelos Yanomami submetidos a diferentes situações de contato; pesquisa hoje desenvolvida em várias outras regiões da Terra Indígena Yanomami pelos autores (ver Albert & Le Tourneau, 2007 e Albert *et al.*, 2008).

BIBLIOGRAFIA

- Albert, B. 1990. Développement Amazonien et Sécurité Nationale: les Indiens Yanomami face au projet 'Calha Norte'. *Ethnies*, 11-12: 116-127.
- Albert, B. 1994. Indiens Yanomami et chercheurs d'or au Brésil. Le massacre de Haximu. *Journal de la Société des Américanistes*, 80: 250-57.
- Albert, B. 2003. Vivre de la forêt. In: Albert, B.; Kopenawa, D. (orgs.), *Yanomami. L'esprit de la forêt*, Actes Sud-Fondation Cartier pour l'Art Contemporain (Paris). p.188-190.
- Albert, B. ; Le Tourneau, F.M. 2005. Homoxi: ruée vers l'or chez les Indiens Yanomami du haut Mucajaí (Brésil). *Autrepart*, 34: 3-28.
- Albert, B. ; Le Tourneau, F.M. 2007. Ethnogeography and resources use among the Yanomami Indians (Brazilian Amazon): towards a 'reticular space' model". *Current Anthropology*, 48 (4): 584-592.
- Albert, B., de Robert, P., Laques, A.E.; Le Tourneau, F.M. 2008. Territorialités amérindiennes et Terres Indigènes en Amazonie brésilienne: continuité ou rupture ? In: Aubertin, C. ; Rodary, E. (orgs.), *Aires Protégées: Espaces Durables?* Marseille, IRD. p. 187-214.
- Almeida Filho, R.; Shimabukuro, Y. E. 2000. Detecting areas disturbed by gold mining activities through JERS-1 SAR images, Roraima State, Brazilian Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, 21(17): 3357-3362.
- Almeida Filho, R.; Shimabukuro, Y.E. 2002. Digital Processing of Landsat-TM time series for Mapping and Monitoring Degraded Areas caused by Independent Gold Miners, Roraima state, Brazilian Amazon. *Remote Sensing of Environment*, 79: 42-50.
- Cleary, D. 1990. *Anatomy of the Amazon Gold Rush*. London, MacMillan.
- Craig, N. 1997. *Strategies for using multispectral Landsat Thematic Mapper data for the investigation of Indigenous Amazonian Horticulturalist Settlement Patterns*. (Disponível em http://titicaca.ucsb.edu/~craig/research/tm_paper/TMpaper.htm)
- Craig, N. 1999. *Discussion of Image Processing Methods Applied to Multispectral Landsat 5 Thematic Mapper (TM) Data for Identification of Yanomamö Settlements*. (Manuscrito Disponível no *Advancement Paper for UCSB Anthropology Department*).
- Craig, N.E.; Chagnon, N.A. 2000. Cartographic Analysis of Yanomamö Settlements Using Space Borne Optical Imaging Systems. In: 65th Annual SAA Meeting, Philadelphia. (Comunicação Científica).
- MacMillan, G. 1995. *At the End of the Rainbow ? Gold, Land and People in the Brazilian Amazon*. New York, Columbia University Press.
- Maldonado, F. D.; Santos, J.R. 2007. Minimização dos ruídos das imagens CBERS-2 através da inversão do algoritmo de classificação isodata em região de floresta amazônica. In: *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5919-5926.
- McGwire, K.; Chagnon, N.A.; Brewer Carias, C. 1996. Empirical and Methodological Problems in Developing a GIS Database for Yanomamö Tribesmen Located in Remote Areas. In: Aldenderfer M. & Maschner H.D.G. (orgs.), *Anthropology, Space, and Geographic Information Systems*. Oxford, Oxford University Press. p. 97-106.
- Milliken, W.; Albert, B.; Le Tourneau, F.M. 2002. *Degraded areas in the Yanomami territory (Roraima, Brazil): Ethno-environmental evaluation of the Homoxi region*. The Nature Conservancy - CCPY. (<http://www.proyanomami.org.br/v0904/index.asp?pag=noticia&id=1388>).

François-Michel LE TOURNEAU é Doutor em Ciência da Informação Geográfica da Universidade de Marne La Vallée. Ele atua desde 1999 como pesquisador no Centro Nacional da Pesquisa Científica (CNRS) da França, tendo lecionado três anos na Universidade de Brasília (UnB) como professor convidado do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS).

Bruce ALBERT é Diretor de Pesquisa no IRD (Institut de Recherche pour le Développement, Paris). Obteve seu grau de Doutor em Antropologia pela Universidade de Paris X – Nanterre, em 1985. Tem se dedicado a pesquisas sobre organização social, sistema ritual, mudança social e etnogeografia entre os índios Yanomami do Brasil desde 1975. Os seus últimos livros são, em 2002, editado com A. R. Ramos: *Pacificando o Branco. Cosmologias do Contato no Norte Amazônico*. São Paulo, EDUNESP e, em 2003, em co-autoria com o xamã Davi Kopenawa, *Yanomami. L'esprit de la forêt*. Paris: Fondation Cartier/Actes Sud.