

Etnomapeamento como instrumento de apoio à classificação da tipologia florestal nas terras indígenas Uaçá, Galibi e Juminã, no estado do Amapá.

Lucyana Pereira Barros¹
Roselis Remor de Souza Mazurek¹
Cíntia Pedrina Palheta Balieiro¹
Piera Brenda Coelho Amora^{1,2}
Marcio Sztutman¹

¹The Nature Conservancy
66035-170 – Belém – PA, Brasil
lbarros, mroselis, cbaleiro, pbamora, msztutman@tnc.org

²Universidade Federal do Pará
Estudante do Curso de Geografia e Cartografia
Caixa Postal 479 – 66075-110 – Belém – PA, Brasil

Abstract.

Indigenous participation in the management of their territories has provided very detailed ethnomaps in support to landscape and regional planning that may be useful to the classification of typology of vegetation on a large scale in areas without or with low quality satellite images. This paper analyzes the correspondence between ethnomaps made by indigenous people of indigenous lands Uaçá, Galibi and Juminã of northern Amapá, an area densely covered by clouds all year long, and automatic classification generated by Landsat images, and quantifies the vegetation types present in the indigenous lands. The results show that indigenous classification corresponded in 75% to field observations and strengthens their usefulness to classify forest typologies. *Terra firme* forest represented 53.3% followed by flooded grasslands (37.6 %). Mangroves and *cerrado* type vegetation represented less than 1% each. The larger tract of continuous forest was located in the west portion of Uaçá indigenous land, an area directly affected by BR-156 highway, which is licensed to be paved, and where it is essential to evaluate the environmental impacts and to plan preventive and protective measures. The use of ethnomaps can thus be a practical tool for long term monitoring of forest cover in areas with natural high occurrence of clouds, where good quality images are not available.

Palavras-chave: Etnomapeamento, sensoriamento remoto, terras indígenas, Oiapoque, Etnomapping, remote sensing, indigenous lands.

1. Introdução

A utilização de imagens de satélite para qualificar os elementos da paisagem e quantificar alterações na cobertura vegetal tem sido um importante instrumento para avaliar a dinâmica do desmatamento na Amazônia. Tais avaliações têm demonstrado que as taxas de desmatamento em terras indígenas e unidades de conservação de proteção integral são as menores da Amazônia, comparativamente a outras categorias de uso da terra (Ferreira et al., 2005). No entanto, o contexto atual de crescente expansão das frentes econômicas e as obras de infraestrutura associadas, assim como as mudanças na própria dinâmica de uso da terra por parte dos povos indígenas, geram pressões sobre o território, tornando o monitoramento remoto sistemático cada vez mais importante para apoiar ações de proteção e ordenamento territorial em longo prazo. A classificação dos elementos da paisagem de interesse que permita uma avaliação mais detalhada das mudanças passíveis de serem observadas nas

escalas desejadas é geralmente cara e depende de imagens de boa qualidade nem sempre disponíveis, como é caso do norte do Amapá.

A participação crescente dos povos indígenas na condução do planejamento e gestão de seus territórios tem propiciado a elaboração de materiais cartográficos (etnomapas) bastante detalhados que levam em conta a importância ecológica, econômica e cultural dos elementos da paisagem de acordo com a visão de cada povo (Akarib, 2007; Servino, 2008; APIO, 2009; e Kanindé, 2010). Os etnomapas constituem uma ferramenta importante de diagnóstico que permite analisar espacialmente padrões passados e atuais de ocupação, espacializar a distribuição dos recursos naturais e diagnosticar pontos vulneráveis de invasão, auxiliando no planejamento do uso sustentável do território. Além disto, os etnomapas podem potencialmente auxiliar na classificação detalhada de elementos da paisagem das imagens de satélite, diminuir os custos da validação em campo e permitir um monitoramento das mudanças do uso da terra numa escala mais refinada, que servirá para orientar ações de gestão territorial. Isto é particularmente importante em regiões cuja nebulosidade é alta na maior parte do ano, o que impossibilita a obtenção de imagens de satélite de boa qualidade em anos mais recentes, como é o caso das terras do Oiapoque, no norte do estado do Amapá.

Os povos indígenas do Oiapoque pertencem às etnias Palikur, Karipuna, Galibi Kaliná e Galibi Marworno e ocupam três terras indígenas adjacentes (Uaçá, Galibi e Juminã, no extremo norte do estado do Amapá). A paisagem é composta por um mosaico de campos inundados, ilhas com florestas de terra firme, manchas de savana, várzeas sob influência marinha e manguezais. São cerca de 5000 pessoas em 39 aldeias, cuja economia se baseia na agricultura e extrativismo de açaí, além de vários indígenas assalariados (professores, agentes de saúde ou beneficiários de aposentadorias). Vários projetos de infraestrutura estão sendo implantados na região, como o asfaltamento BR-156 e a Ponte Binacional, entre Brasil e Guiana Francesa, o que potencialmente aumentará a pressão sobre os territórios indígenas em função do provável aumento do fluxo migratório à região. Além disso, um aumento da população indígena vem sendo observado. Nesse contexto de aumento de pressões externas e internas, os povos indígenas do Oiapoque vêm discutindo, desde os anos 2000, formas de proteger e ordenar o uso do seu território para sustentar uma população indígena crescente, e o monitoramento da mudança na cobertura vegetal tem se tornado um instrumento importante para avaliar as tendências da ocupação da área e orientar intervenções de manejo, principalmente com auxílio do etnomapeamento.

O etnomapeamento consiste na identificação de elementos da paisagem baseado no conhecimento e formas de apropriação características dos povos indígenas em relação ao seu território. Tendo como objetivo unir o conhecimento indígena ao científico, representantes indígenas vêm sendo capacitados para usufruir dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) como uma ferramenta ímpar para a geração de informações especializadas a partir de sua percepção cultural dos elementos da paisagem. Nesse sentido, a The Nature Conservancy desenvolveu no ano de 2005 um mapeamento participativo em três terras indígenas situadas no norte do estado do Amapá: Galibi, Juminã e Uaçá. O objetivo principal deste estudo é demonstrar a utilidade do etnomapeamento como instrumento de apoio à classificação de elementos da paisagem nas terras indígenas na validação de análises efetuadas com o uso de sensoriamento remoto.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Escopo geográfico

As terras indígenas Uaçá, Galibi e Juminã cobrem uma área de 517.762 ha, situada ao norte do estado do Amapá, na fronteira com a Guiana Francesa (Figura 1).

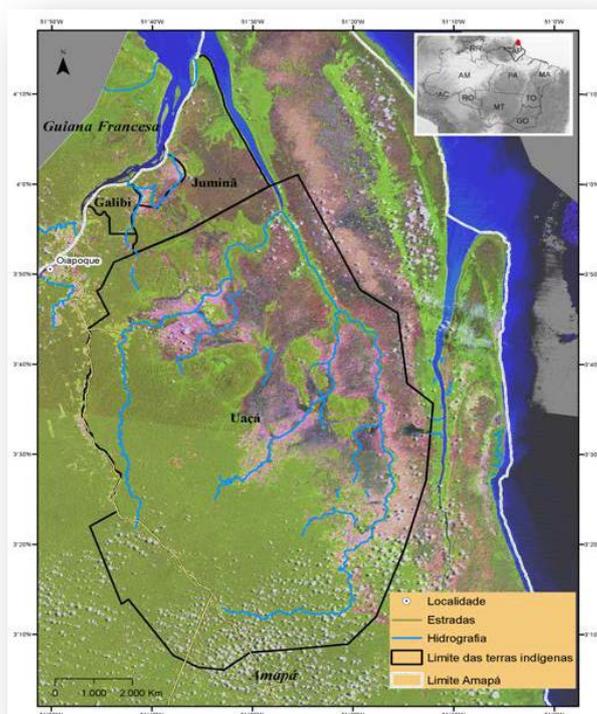


Figura 1: Localização da área de estudo

2.2 Processamento de dados

2.2.1 Imagens SPOT 5

As imagens SPOT (Tabela 1) com qualidade geométrica na escala de 1:50.000 foram inicialmente utilizadas na análise. Essas imagens foram cedidas pelo Institut de Recherche et Développement (IRD), por meio de uma parceria científica com a TNC, para analisar padrões na mudança de uso do solo na região norte do Amapá. Foi gerado um mosaico destas imagens, em composição colorida, georreferenciadas, com resolução espacial de 10 metros, entre os anos de 2006 a 2009. No entanto, este mosaico teve utilidade restrita por apresentar mais de 20% de cobertura de nuvens nos quatro quadrantes de suas cenas, servindo apenas de base para amostragens da cobertura vegetal e como referência para o mapeamento automático do mapa de cobertura vegetal.

2.2.2 Imagens Landsat 5 TM

O mapa de cobertura vegetal foi elaborado a partir de duas imagens Landsat do ano de 2008 (Tabela 1). Na primeira etapa as imagens Landsat foram registradas com o uso das imagens SPOT para atender à qualidade geométrica na escala 1:50.000 (ENVI 5), em seguida foram realizados os procedimentos de realce e equalização para aperfeiçoar o contraste de cores entre os principais alvos terrestres.

2.2.3 Imagem SRTM:

O mosaico da SRTM - Shutter Radar Topographic Mission, disponível em resolução espacial de 90 metros, foi recortado na proporção 180 m x 180 m e registrado com o uso de imagens SPOT (ENVI 5), prevalecendo a resolução de 30 m, projeção UTM, datum SAD 69/Brasil.

Tabela 1 – Imagens utilizadas no estudo

Satélite/Sensor	Órbita/Ponto	Data	Fonte	Resolução Espacial
Landsat 5/TM	226/57	19/8/2008	INPE	30m
Landsat 5/TM	226/58	19/8/2008	INPE	30m
SPOT5/HRS	693/342	12/10/2006	Spot Image	10m
SPOT5/HRS	693/343	7/11/2009	Spot Image	10m
SPOT5/HRS	693/344	11/7/2009	Spot Image	10m
SPOT5/HRS	694/343	18/7/2008	Spot Image	10m
SPOT5/HRS	694/344	12/10/2006	Spot Image	10m

2.3 Validação e levantamento de campo

Para subsidiar a validação, foram selecionados e comparados 23 pontos abrangendo fitofisionomias de maior ocorrência (Figura 2). Dezesesseis desses pontos foram levantados em campo; os demais, localizados em áreas de difícil acesso e representando diferentes fitofisionomias, foram selecionados aleatoriamente no etnomapa. O levantamento de campo foi realizado durante cinco dias varrendo 16 pontos de controle distribuídos ao longo das três terras indígenas em junho de 2011. Utilizou-se o mosaico de imagens SPOT, em carta-imagem na escala de 1:50.000, com objetivo de levantar feições duvidosas interpretadas nas imagens de satélite e definidas pelo etnomapeamento. Utilizou-se um receptor GPS Garmin 60CSx (navegação) para registro dos pontos amostrais, além de registros fotográficos digitais (NIKON D3000) para gerar as fotografias da vegetação dos pontos amostrais em um ângulo de 360°. As referências geográficas dos pontos amostrais foram processadas no software Mapsource e convertidas em um formato de leitura para o ArcGIS 10 e posteriormente plotadas na imagem.

2.4 Etnomapeamento

A primeira classificação da tipologia florestal foi feita em 2005 a partir de mapas mentais baseados no conhecimento dos habitantes das terras indígenas Uaçá, Juminã e Galibi. Estes mapas foram desenhados em detalhe sobre as imagens Landsat, na escala de 1:50.000 e incluíram as feições: I) campo alagado, II) cerrado, III) floresta, IV) floresta alagada, V) hidrografia e VI) mangue (APIO, 2009). As tipologias geradas pelo etnomapeamento foram avaliadas por meio do levantamento de campo das feições acima destacadas. Estes dados passaram pelo procedimento de registro pela conversão dos dados vetoriais para raster corrigidos geometricamente usando imagens SPOT (ENVI 5), seguido da quantificação das classes de interesse. Este mapa serviu de linha de base para o processamento digital dos dados.

2.5 Fusão de imagens e amostragem

A obtenção simultânea de diferentes feições na paisagem, tais como solo, vegetação, topografia, foi otimizada pela geração da fusão de imagens dos sensores Landsat (bandas 1-7) e SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission, NASA 2000), através da ferramenta disponível no ENVI Meta (ENVI 5). O resultado deste procedimento gerou a imagem de fusão.

A linha de base elaborada a partir do etnomapeamento foi sobreposta às imagens Landsat para auxiliar na coleta das amostras de treinamento, utilizando-se a classificação do IBGE (1992): afloramento, agropecuária, água, campos naturais (alagados), floresta, floresta alagada e regeneração. Para definição das classes de mapeamento, considerou-se a legenda de vegetação segundo o IBGE (1992). Na etapa de amostragem procurou-se abranger os pixels com padrão espectral referente à classe final a ser apresentada no mapa.

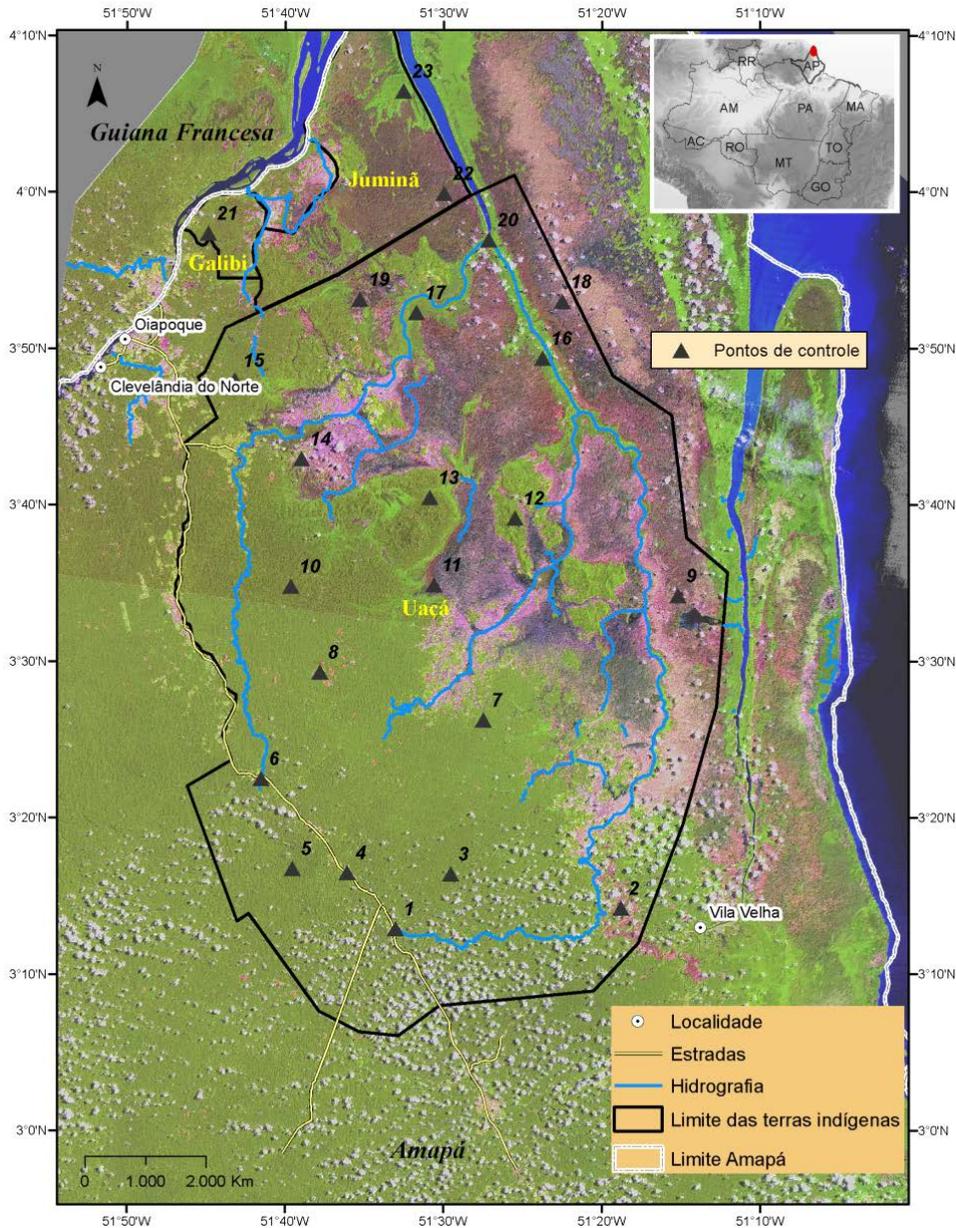


Figura 2. Localização dos pontos utilizados na validação

2.6 Classificação supervisionada

O mapa de cobertura vegetal foi resultado do método de classificação supervisionada, com o uso do algoritmo de máxima verossimilhança ou vizinho mais próximo, aplicado às imagens fusionadas. Em seguida foi realizada a coleta de pontos amostrais interpretados na imagem, totalizando 1000 amostras/classe. Posteriormente, o produto da classificação foi avaliado quanto a sua capacidade de detecção dos alvos, comparando com os dados amostrais. Os erros de classificação automática foram corrigidos com filtros espaciais de mediana. Os ruídos de classificação não corrigidos pelos filtros espaciais passaram por uma edição matricial das feições (Figura 2).

3. Resultados e Discussão

Dos 23 pontos de formações vegetais utilizados na validação, 18 (78%) apresentaram a mesma classificação tanto no etnomapa quanto no mapa de tipologia vegetal da classificação supervisionada (Tabela 2).

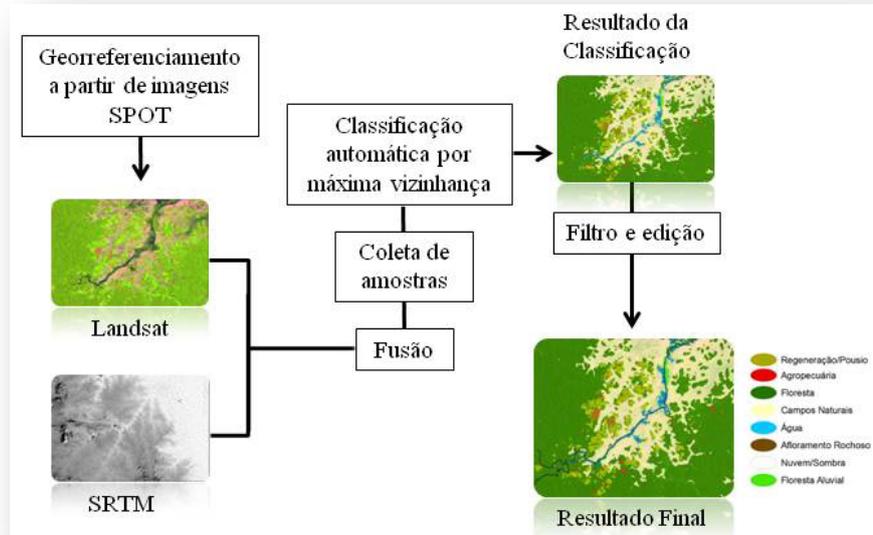


Figura 3. Resumo metodológico do mapa de cobertura vegetal

Tabela 2. Análise comparativa do etnomapa vs classificação

Pontos	Latitude	Longitude	Etnomapeamento	Classificação 2008	Validação
1	3° 12' 56.44" N	51° 32' 59.92" W	Floresta	Floresta (Dsu)	sim
2	3° 14' 15.29" N	51° 18' 46.14" W	Floresta	Campos naturais (alagados, Pah)	não
3	3° 16' 25.85" N	51° 29' 31.78" W	Floresta	Floresta (Dsu)	sim
4	3° 16' 30.95" N	51° 36' 2.89" W	Floresta	Floresta (Dsu)	sim
5	3° 16' 46.44" N	51° 39' 30.52" W	Floresta	Floresta (Dsu)	sim
6	3° 22' 31.71" N	51° 41' 30.50" W	Floresta alagada	Floresta (Dsu)	não
7	3° 26' 17.22" N	51° 27' 27.10" W	Floresta	Floresta (Dsu)	sim
8	3° 29' 20.01" N	51° 37' 46.88" W	Floresta	Afloramentos rochosos	não
9	3° 34' 13.85" N	51° 15' 9.45" W	Campo alagado	Campos naturais (alagados, Pah)	sim
10	3° 34' 49.59" N	51° 39' 36.47" W	Floresta	Floresta (Dsu)	sim
11	3° 34' 55.17" N	51° 30' 34.84" W	Campo alagado	Campos naturais (alagados, Pah)	sim
12	3° 39' 11.73" N	51° 25' 27.69" W	Floresta	Floresta aluvial (Dau)	não
13	3° 40' 30.06" N	51° 30' 50.66" W	Floresta	Floresta (Dbu)	sim
14	3° 42' 57.89" N	51° 38' 57.68" W	Campo alagado	Campos naturais (alagados, Pah)	sim
15	3° 47' 59.54" N	51° 43' 10.63" W	Floresta	Floresta (Dbu)	sim
16	3° 49' 24.02" N	51° 23' 43.79" W	Floresta alagada	Floresta aluvial (Dau)	sim
17	3° 52' 19.99" N	51° 31' 41.69" W	Floresta alagada	Floresta (Dbu)	não
18	3° 53' 2.68" N	51° 22' 28.66" W	Campo alagado	Campos naturais (alagados, Pah)	sim
19	3° 53' 10.26" N	51° 35' 15.38" W	Campo alagado	Campos naturais (alagados, Pah)	sim
20	3° 56' 59.17" N	51° 27' 7.20" W	Hidrografia	Floresta aluvial (Dau)	não
21	3° 57' 24.56" N	51° 44' 50.09" W	Floresta	Floresta (Dbu)	sim
22	3° 59' 57.37" N	51° 29' 56.99" W	Campo alagado	Campos naturais (alagados, Pah)	sim
23	4° 6' 29.34" N	51° 32' 30.62" W	Floresta alagada	Floresta aluvial (Dau)	sim

Obs.: Correspondência em relação à classificação do IBGE: Dsu – floresta ombrófila densa submontana; Pah (pioneira influência fluvial herbácea aluvial); Dbu – floresta ombrófila densa de terras baixas; Dau – floresta ombrófila densa aluvial.

O etnomapeamento identificou as seguintes classes: campo alagado - 194.898 ha (37,6%); cerrado - 3.868 ha (0,75%); floresta - 276.122 ha (53,3%); floresta alagada - 37.824 ha

(7,31%); hidrografia - 2.522 ha (0,49%); e mangue - 2.528 ha (0,49%). As classes de áreas alteradas foram descartadas neste procedimento, uma vez que foram priorizadas as áreas com formação florestal. Para a classificação supervisionada destacamos as seguintes classes: campos naturais (que correspondem a campos alagados) - 188.361 ha (36,4%); floresta - 291.578 ha (56,3%); floresta aluvial - 25.304 ha (4,89%); afloramentos rochosos - 1.094 ha (0,20%); hidrografia - 2.991 ha (0,58%); agropecuária - 1.029 ha (0,20%); regeneração/pousio 4.947 ha - (0,96%); e nuvens/sombra - 2.456 ha (0,47%), conforme a Figura 4.

Tanto o etnomapeamento quanto a classificação automática indicaram que a floresta de terra firme e os campos alagados representam os ecossistemas dominantes da paisagem das terras indígenas do Oiapoque (cerca de 90%), com mangues e cerrados ocupando menos de 1% da vegetação. No entanto, apesar de sua baixa representatividade, os manguezais são áreas de alta produtividade e representam importantes áreas de pesca para a população indígena residente. A floresta de terra firme ocorre na porção oeste da reserva onde se localiza a BR-156, que liga o Brasil à Guiana Francesa, atravessando a terra indígena Uaçá em 42 km no sentido norte-sul. O asfaltamento deste trecho da rodovia está em licenciamento e deve ser concluído em 2014, tornando o monitoramento da vegetação essencial para avaliar mudanças no uso do solo e impactos ambientais decorrentes, assim como orientar medidas mitigadoras e de proteção.

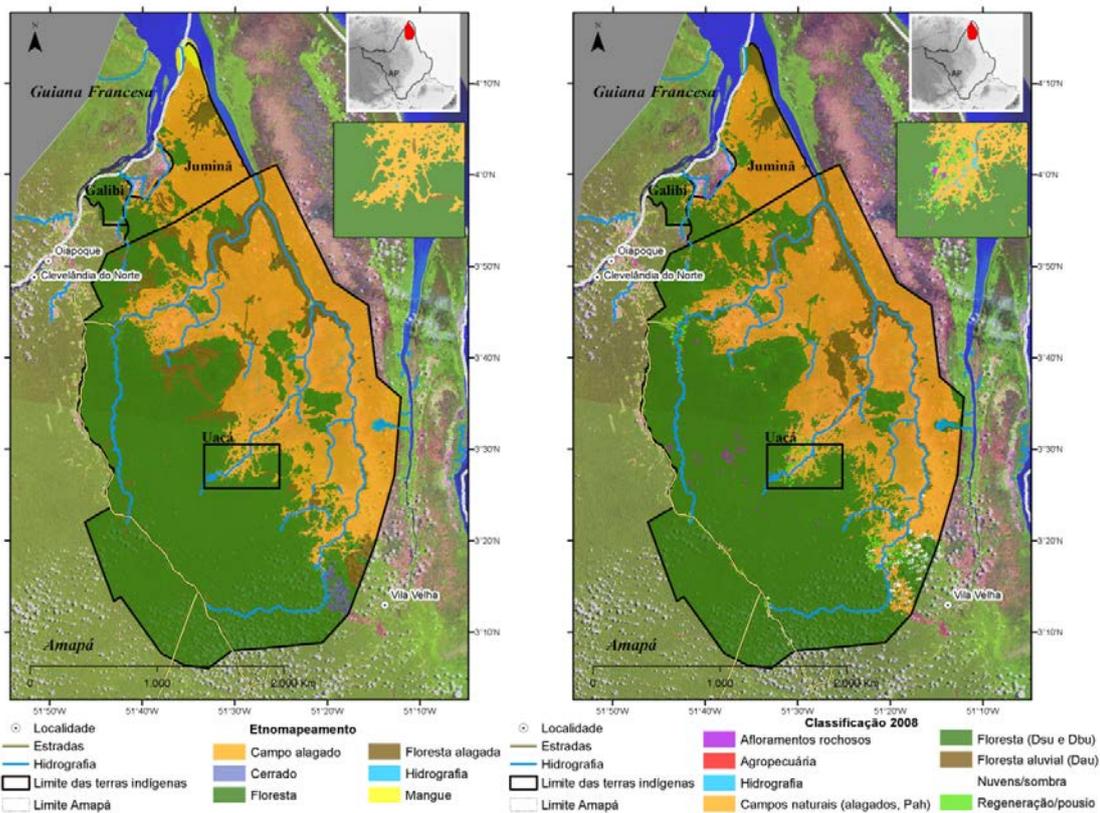


Figura 4. Classificação realizada a partir do etnomapeamento (à esquerda) e classificação supervisionada (à direita), mostrando no detalhe o refinamento das classes.

A tipologia vegetal descrita no etnomapeamento por meio da interpretação visual do objeto nas imagens de satélite mapeou detalhadamente tanto tipos de ecossistemas quanto algumas de suas especificidades, tais como: mangue, manchas de açaiçais de várzea, aningais, mancha de cerrados e campos alagados (Figura 4). Isto contrastou, em alguns casos, com os resultados da classificação supervisionada, que se baseou na classificação fitoecológica do IBGE, que considera fitofisionomia e altitude (Veloso et al., 1991). A resolução espectral

deste método não permite distinguir alguns ecossistemas distintos como, por exemplo, campos alagados e manchas de cerrado, mascarando a diversidade dos ecossistemas presentes nas terras indígenas (Figura 4). Por outro lado, a classificação automática, feita nas imagens fusionadas, refina melhor a rede de drenagem, as áreas de ocorrências de algumas formações não florestais como afloramentos rochosos e áreas de regeneração, não perceptíveis nos etnomapas construídos sobre as imagens Landsat utilizadas como base de apoio à construção do etnomapeamento. A vantagem do método de classificação digital dos alvos com imagens de média resolução espacial é permitir a detecção da tipologia e uso do solo em larga escala, além de agilizar o processamento das imagens. No entanto, este método se torna inviável quando aplicado a áreas extensas e com fitofisionomias muito diversas, devido ao custo e tempo necessários para checagem dos pontos em campo e ao custo de aquisição de imagens de alta resolução. Além disso, em áreas onde a cobertura de nuvens é frequente, torna-se quase impossível a obtenção de imagens de qualidade. Neste contexto, mapas construídos através do conhecimento local podem ser úteis e podem baratear bastante o processo.

4. Conclusões

Como esperado, a classificação da paisagem feita pelos índios é bastante acurada, refletindo bem o conhecimento sobre seus territórios e gerando um mapa que condiz melhor com a realidade observada, validado pela classificação automática.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho é possível afirmar que o etnomapeamento possui potencial para a elaboração de produtos cartográficos de qualidade, quando a principal dificuldade de mapeamento é a falta de imagem adequada para a região de estudo, devido a uma percentagem muito alta na cobertura de nuvens e ao difícil acesso a locais dentro das terras indígenas que ajudem a garantir uma amostragem significativa para determinação das coordenadas dos pontos de controle.

Agradecimentos

Agradecemos à equipe da The Nature Conservancy; a Edenise Garcia, coordenadora de Ciências da TNC Amazônia, pela orientação na produção deste trabalho; e ao IRD (Institut de Recherche pour le Développement) por ter cedido as imagens SPOT.

Referências Bibliográficas

- Akarib - CPI/AC. **Plano de Gestão Terra Indígena Kaxinawá e Ashaninka do Rio Breu**. Edição e Org. Renato Antônio Gavazzi. Rio Branco. 2007. 69 p.
- APIO. **Associação dos Povos Indígenas do Oiapoque**. Plano de vida dos Povos indígenas do Oiapoque. 2009. 45p. il.
- Ferreira, L. V.; Venticinque, E.; Almeida, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estud. av.**, São Paulo, v. 19, n. 53, Apr. 2005.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.
- Kanindé – Associação de Defesa Etnoambiental. **Metodologia de diagnóstico etnoambiental participativo e etnozoneamento em terras indígenas**. Brasília- ACT Brasil. 2010. 84 p.
- Servino, I. L. Relatório Técnico TNC. **Projeto Etnomapeamento Terras Indígenas de Roraima - Sistema de Informação Geográfica – SIG/Conselho Indígena de Roraima**. Boa Vista Roraima. 2008.
- The Spot Image products [homepage na Internet]. Accuracy and coverage combined; [atualizada em 2006 Set; acesso em 2010 Aug 10]. Spot Image. Disponível em: <<http://www.spotimage.com>>.
- Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R.; Lima, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.