

O uso das imagens Spot e RapidEye na identificação de padrões de estradas endógenas da Amazônia no estado do Pará

Beatrice Christine Piedade Pinho¹

Cíntia Pedrina Palheta Balieiro¹

Lucélia Souza de Barros¹

Edenise Garcia¹

¹ The Nature Conservancy
66035-170 – Belem – PA, Brasil
{bpinho, cbalieiro, ldebarros, egarcia} @tnc.org

Abstract. Landscape dynamics in Amazon has remarkably changed in the last decades due to, among several factors, the process of dwelling of this region, having as main element, the creation of infrastructure, like official and non-official highways and the consequential deforestation associated to this process. In this sense, this study aimed to compare the mapping process of official and non-official roads in Amazon using high-resolution satellite images and official spatial basin of roads from IBGE comprising a total area of 36 million hectares in Brazil's Amazon, in the state of Pará. The roads were updated to the years of 2011, through the process of imagery visual interpretation, combining satellite spectral bands 3 and 5, image highlighting through contrast application, having achieved an effective result in the vectorization of non-official roads spatial patterns, in the scale of 1:25.000. The results of this study showed that the extension of non-official roads is 138.116 km, 4,3 times bigger that the extension presented by the official basin (about 31.000km). The existence of a huge network of non-official roads has a great importance for the understanding of present and future deforestation dynamics in Amazon and as an important support for actions of planning and environmental monitoring, considering influence of roads Amazon's dwelling process.

Palavras-chave: remote sensing, non-official roads, deforestation, Amazon, sensoriamento remoto, estradas endógenas, desmatamento, Amazônia.

1. Introdução

O processo de integração regional da Amazônia brasileira estimulado pelo governo militar na década de 60 impulsionou a transformação espacial de uma região até então conhecida pelo padrão espacial baseado nos rios e na floresta por um padrão de organização espacial baseado na exploração dos recursos naturais, utilizando como principal modal as estradas. Esta modificação de padrões rio-várzea-floresta para estrada-terra-firme-subsolo, segundo Gonçalves (2005), possibilitou o avanço das fronteiras econômicas em consequência da retirada da floresta nativa para a implementação de atividades econômicas. Neste contexto, houve criação de inúmeras estradas oficiais e não-oficiais com a finalidade de escoar os meios de produção. O sistema viário desta área é caracterizado, na maioria dos casos, por estradas endógenas, que são abertas em áreas florestais sem planejamento e sem as autorizações exigidas por lei, cuja finalidade é facilitar o acesso de atividades de garimpo, madeireiro e agropecuário (IMAZON, 2005). Este tipo de infraestrutura de acesso é considerado como um dos principais vetores de indução ao desmatamento (Trancoso 2007). Nesse contexto, o mapeamento refinado das estradas endógenas da Amazônia pode ser fundamental para o entendimento do avanço do desmatamento na região.

A The Nature Conservancy (TNC) está trabalhando em parceria com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará (SEMA-PA) para atualizar e refinar a base cartográfica disponível no Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental (SIMLAM), em uma área que cobre cerca 29% do estado do Pará, compreendendo 21 municípios. A malha viária foi incluída entre as feições mapeadas em escala de 1:25 000 a partir de imagens de satélite de alta resolução espacial SPOT 5 e RapidEye.

Este estudo tem por objetivo comparar o mapeamento de estradas endógenas a partir de imagens de satélite de alta resolução com dados do sistema viário oficial do Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como identificar o padrão dessas estradas não-oficiais segundo o uso das mesmas.

2. Área de estudo

Este estudo abrange 21 municípios do estado do Pará, cobrindo uma área de 36 milhões de hectares equivalente a 29 % do estado (Figura 1).

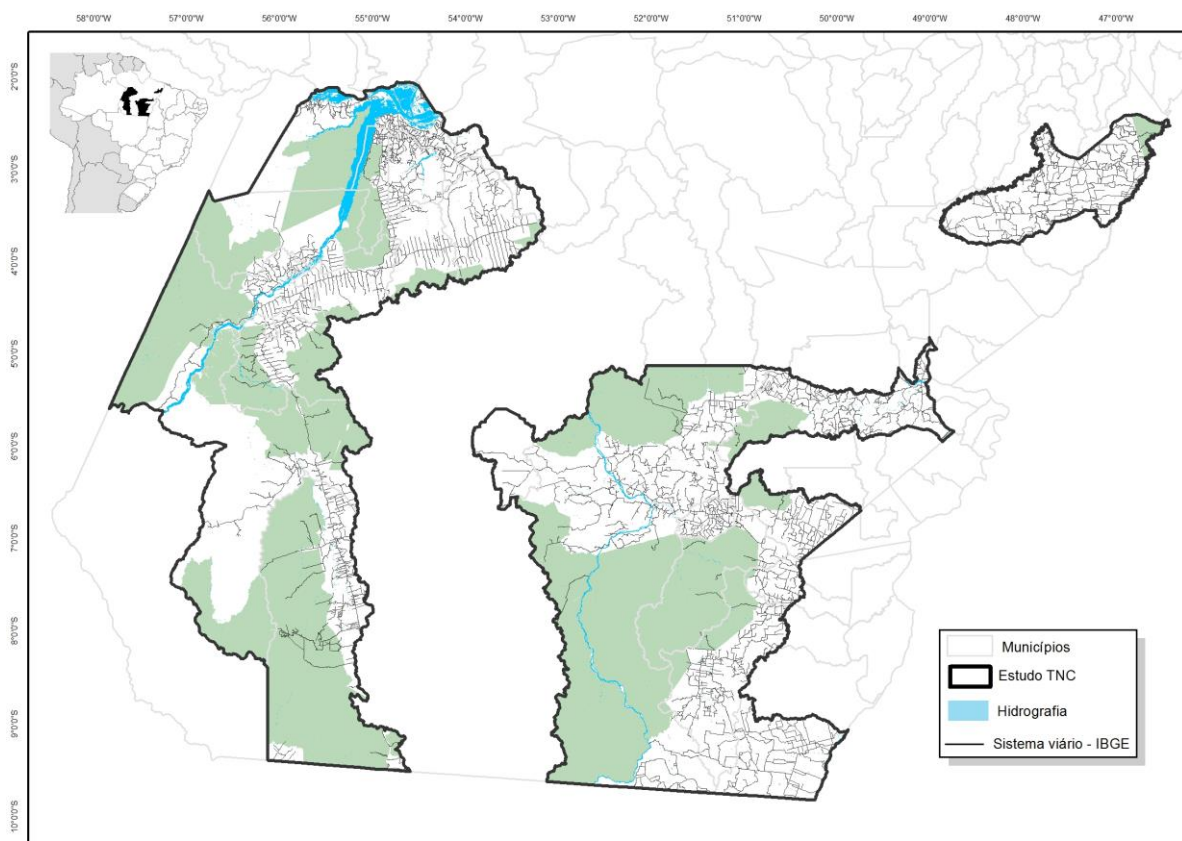


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo, no estado do Pará.

3. Metodologia de trabalho

3.1 Processamento digital de imagens

Para elaboração do mapa de sistema viário utilizaram-se imagens de satélite RapidEye do ano de 2011/2012, e um mosaico de imagens SPOT 5 para o período de 2007-2010, composto por 230 cenas. Primeiramente, as imagens RapidEye foram registradas a partir das imagens Spot 5 para atender à qualidade geométrica na escala 1:25.000. Em seguida, aplicaram-se os procedimentos de realce e equalização, assim como uma análise detalhada do histograma de frequências em todas as bandas do visível, infravermelho e red-edge (banda específica para estudos de vegetação), a fim de aperfeiçoar o contraste de cores entre os principais alvos terrestres.

As imagens foram reprojetaadas para a Projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, Sistema de Referência Geocêntrico da América do Sul – SIRGAS 2000 e também para coordenadas geográficas (Conforme de Lambert). O procedimento adotado aferiu a precisão da imagem em sua escala conforme o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) para atender à escala de 1:25.000 e obter uma exatidão Classe A, com erro planimétrico máximo de 12,5 metros, conforme determinação do CONCAR.

3.2 Mapeamento das estradas oficiais

Técnicas de interpretação e aplicação de realce para diferentes composições de bandas foram utilizadas nesta etapa. Primeiramente, foi utilizado como linha de base as estradas oficiais do IBGE (2007), na escala de 1:250.000. Estas estradas foram sobrepostas às imagens de satélite georreferenciadas Spot 5 2,5 m e Rapideye 5 m. Em seguida, aplicou-se o método de interpretação visual de imagens na escala de edição de 1:10.00 para apresentação na escala de 1:25.000. O software utilizado foi o ArcGis 10.1. Operações topológicas foram aplicada para resolução de problemas de sobreposição de linhas e pseudo-nós (Figura 2).

Para a elaboração deste tema foram vetorizadas as vias principais e secundárias. As vias foram atribuídas quanto ao nome da via, a sigla, a jurisdição (federal, estadual, municipal ou vicinal) e o tipo (pavimentada ou não pavimentada).

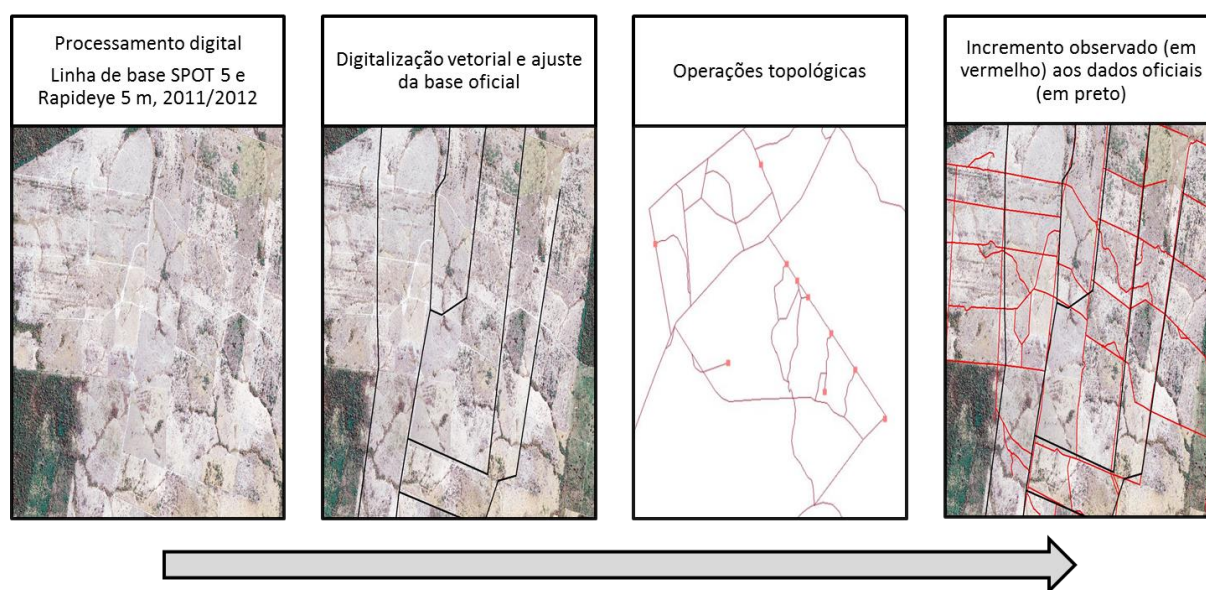


Figura 2. Etapas de elaboração do mapeamento do sistema viário.

3.3 Padrões das estradas

A identificação dos padrões de estradas endógenas não oficiais baseou-se na análise das imagens SPOT 5 e RapidEye com o uso do método de interpretação visual de imagens na escala de edição de 1:10.00, edição de vetores sobre as imagens matriciais, combinando composição de bandas espectrais 3 e 5, realce e contraste nas imagens.

4. Resultados

4.1 Processamento digital das imagens

Mesmo com as dificuldades de correlação de algumas classes devido ao padrão de sazonalidade e nuvens, a perda da qualidade visual causada pela heterogeneidade espectral entre as cenas foi considerada aceitável durante o processo de interpretação do mapeamento.

4.2 Mapa do sistema viário

Com o mapeamento na escala de edição de 1:10.000 e apresentação de 1:25.00 foi possível observar um total de 138.000 km de estradas principais, secundárias e endógenas na área abrangida por este estudo. Esse valor representa um incremento de mais de 106.000 km em relação à extensão oficial de estradas contabilizadas pelo IBGE, que é de 31.889 km (Figura 3). Uma comparação da cobertura viária mapeada pela TNC com as estradas oficiais é apresentada na Figura 4.

Na Amazônia, as principais estradas são construídas pelo governo federal ou estadual, ao passo que a construção e expansão de estradas menores vem de iniciativas locais e municipais. Em áreas rurais o incremento dessas estradas não oficiais está ligado ao escoamento de produção agrícola, acesso a centros urbanos e comunidades locais, fazendas e sítios. A proliferação de estradas endógenas tem portanto um efeito importante sobre a dinâmica de uso da terra na Amazônia. Estima-se que cerca de 95% do desmatamento ocorre numa distância inferior a 5,5 km das estradas, e a construção de estradas primárias ou secundárias é considerada como um dos principais indutores diretos de desmatamento (Barber et al. 2014).

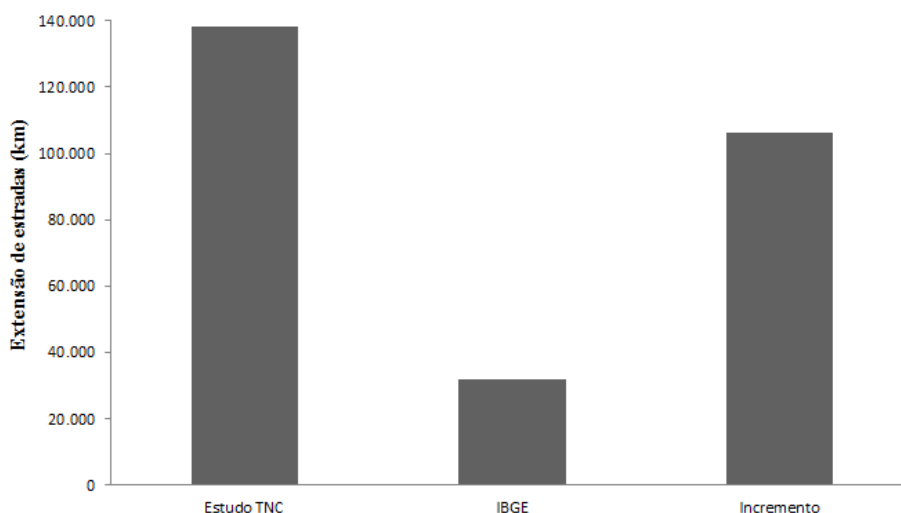


Figura 3. Comparação dos resultados do mapeamento da TNC com dados de estradas oficiais (IBGE).

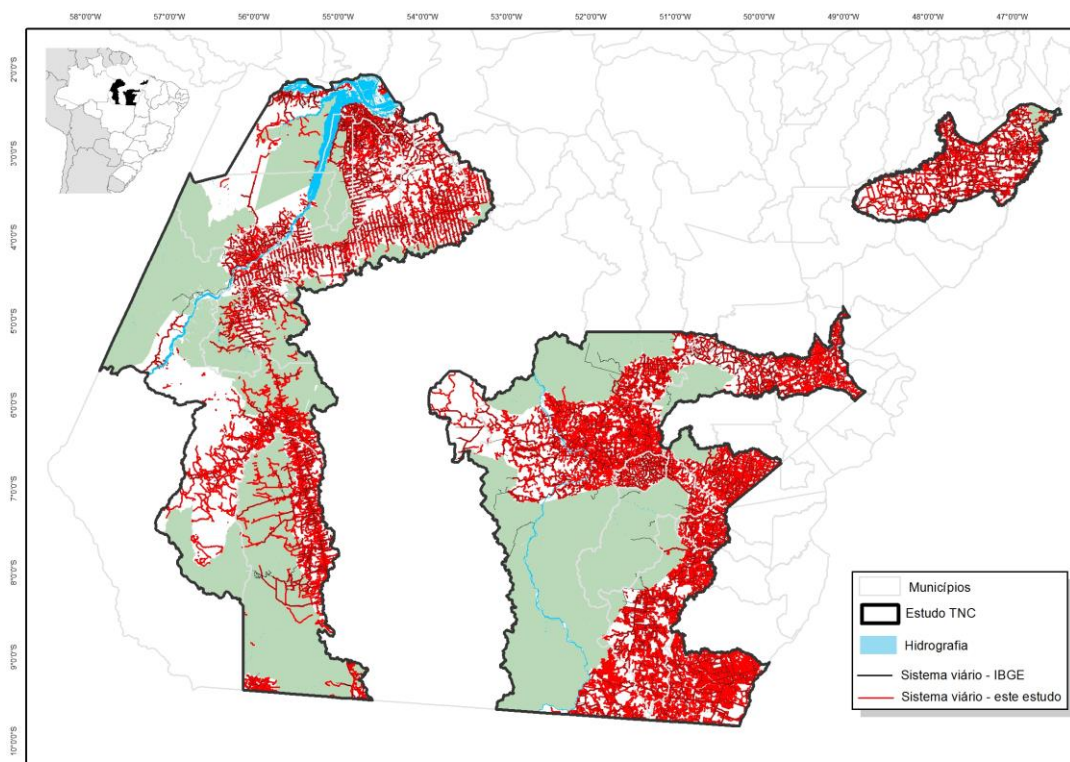


Figura 4. Expansão das estradas endógenas em relação ao mapa oficial de estradas segundo dados do IBGE.

4.3 Padrões das estradas

O uso de imagens de alta resolução no mapeamento de estradas endógenas permitiu a identificação de diferentes padrões de construção segundo o tipo de uso dessas estradas: exploração madeireira, mineração, atividades agrícolas e acessos urbanos. Esses padrões de estradas e seus respectivos usos são evidenciados na Figura 5.

5. Conclusão

Este estudo apresentou um método eficiente de interpretação visual do sistema viário com uso de imagens de satélite de alta resolução e com técnicas de realce e composição de bandas visíveis para 21 municípios do estado do Pará, na Amazônia brasileira. Trata-se do primeiro estudo com alta precisão geométrica e espacial em larga escala na Amazônia. As estradas não oficiais são indicadores de pressão humana e sinalizam áreas propensas a desmatamento futuro, seu mapeamento favorece a fiscalização no controle do desmatamento.

Padrão	Descrição	Digitalização	Imagem
Área Urbana	<ul style="list-style-type: none"> •Via principal – conecta o centro urbano com os demais bairros. •Via vicinais – conecta as áreas rurais e urbanas 		
Área de Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> •Via vicinal– escoamento da produção e acesso a cidade e comunidade locais •Ramais – acesso a sede das fazendas e ao pasto 		
Área de Mineração	<ul style="list-style-type: none"> •Vias secundárias – acesso a área de exploração 		
Exploração Madeireira	<ul style="list-style-type: none"> • Estradas principais - escoamento da produção de madeira • Estradas de acesso - conectam a estrada principal da estrada de exploração 		

Figura 5. Padrões de estradas na área de estudo.

6. Agradecimentos

Agradecemos a BUNGE, MMA, FUNDO VALE, BNDES e CARGILL, financiadores deste projeto, ao Governo do Estado do Pará e a SEMA PA pela disponibilidade das imagens de satélite SPOT, RapidEye e banco de dados.

7. Referências Bibliográficas

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV). (2007). Rio de Janeiro.

IN – Instrução Normativa Nº 08/2012 de 09 de Outubro de 2012. Número de Publicação: 446292

Júnior, S. C.; Júnior, B. A.; Anderson, A.; Veríssimo, A. 2005. Avanço das Estradas Endógenas na Amazônia. Belém

TNC-The Nature Conservancy. (2011). **Relatório técnico:Elaboração de Base Digital Georreferenciada e mapeamento da Cobertura vegetal e Uso do Solo, dos municípios de Cumaru do Norte, Bannach, Ourilândia do Norte e Tucumã/PA.**Belém.

TRANCOSO,R.; SCHIETTI, J.; FILHO,C. A. 2007. **Padrões de desflorestamento na Amazônia Legal: diferenças espaciais e temporais das mudanças na cobertura da terra,** Florianópolis.

GOLÇALVES, P. W. C. 2005. Amazônia, Amazônias, Rio de Janeiro.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal,** Rio de Janeiro: IBGE.