

USO DE MULTISENORES APOIANDO A REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DOS IMÓVEIS CADASTRADOS NO CADASTRO AMBIENTAL RURAL NO ESTADO DO ACRE

Talles Evangelista da Silva^{1,3}, Wilma Furtado Nogueira^{2,3}, Cláudio Roberto da Silva Cavalcante^{3,4}

¹ Faculdade Educacional da Lapa - FAEL, Av. Ceará, 1835 - Centro, Rio Branco - Acre, tallesgeografo@gmail.com;

² Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras Públicas - SEOP, Via Chico Mendes, 805 - Vila DNER, Rio Branco - Acre, wilma_furtado@hotmail.com;

³ Centro Universitário Uninorte - Alameda Alemanha, 200 - Bairro Jardim Europa, Rio Branco - Acre, claudioufac@gmail.com

⁴ Escritório Técnico de Gestão do CAR e PRA-AC - Centro, Rio Branco - Acre.

RESUMO

A Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Novo Código Florestal), nos trouxe novas etapas na regularização ambiental dos imóveis rurais no Brasil. O Cadastro Ambiental Rural-CAR, nos possibilitou uma ampla aplicação de técnicas de geoprocessamento na obtenção de uma base cartográfica ambiental desenvolvida com o uso de imagens de satélites de alta resolução. Nesse aspecto, as imagens disponíveis gratuitamente foram incisivas nas atividades dos órgãos de meio ambiente, principalmente, nas atividades de validação e análise ambiental da cobertura e uso do solo no território amazônico, e sobretudo, no Estado do Acre. Esse trabalho tem o objetivo de apresentar algumas técnicas de Processamento Digital de Imagens - PDI aplicadas à análise dos imóveis dentro do Programa de Regularização Ambiental do estado do Acre.

Palavras-chave - sensoriamento remoto, processamento digital de imagens, programa de regularização ambiental.

ABSTRACT

Federal Law No. 12,651, of May 25, 2012 (New Forest Code), brought us new steps in the environmental regularization of rural properties in Brazil. The Rural-CAR environmental registry, allowed us a wide application of geoprocessing techniques in obtaining an environmental cartographic base developed with the use of images of high-resolution satellites. In this aspect, the images available free of charge were incisive in the activities of the environmental organs, mainly in the activity of validation and environmental analysis of the coverage and land use in the Amazonian territory, and especially in the state of Acre. This work aims to present some techniques of Digital image processing-PDI applied to the analysis of the properties within the environmental regularization program of the state of Acre.

Key words - remote sensing, sensors, image processing, environmental regularization program.

1. INTRODUÇÃO

Em tempos de mudanças globais temos a necessidade de propor medidas que cessem o aumento do desmatamento na Amazônia, e para isso é indispensável dispor de informações

que nos possibilitem propor medidas eficazes de mitigação desses impactos ambientais e de análises que nos demonstrem a real situação desses danos.

Nesse aspecto, algumas aplicações do Sensoriamento Remoto são efetivamente importantes para um eficiente sistema de gestão ambiental, aplicado ao mapeamento do uso e cobertura do solo, detecção e monitoramento de queimadas, supressão de vegetação e à gestão de bacias hidrográficas.

Segundo Deus e Mastrangelo (2017), há a necessidade de incorporar o planejamento de alguns recortes territoriais como prioridade de análise no CAR, principalmente, as áreas críticas de avanço do desmatamento e as bacias hidrográficas que estejam em estado avançado de degradação e ação antrópica.

Mediante todo avanço tecnológico disponível hoje com a base de dados do CAR e as ferramentas SIG desenvolvidas, temos que propor análises que nos permitam ter informações precisas e decisivas nas tomadas de decisões, principalmente pelos órgãos ambientais.

Para Fitz (2008) uma das inferências percebidas no uso dos SIGs, concernentes ao processo decisório, refere-se à formulação efetiva de critérios na aplicação das técnicas de geoprocessamento.

Em suma, todos estados a partir do CAR tiveram dois dilemas: (i) adequar seus procedimentos técnicos as novas tecnologias agregadas a regularização ambiental; (ii) adotar fluxos e procedimentos de análise e validação dos dados do CAR coerentes com as diversas informações disponíveis. No estado do Acre aproveitamos as ferramentas disponíveis e a disponibilização de imagens orbitais de multisensores, em diferentes resoluções espaciais e temporais para desenvolver novas técnicas de análise ambiental apoiando o processo de regularização ambiental.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Atualmente temos inúmeros sensores disponíveis no mercado, neste artigo destacamos os utilizados no Cadastro Ambiental Rural - CAR do Acre, sensores de média e alta resolução com um ótimo custo benefício. No Quadro 01, apresenta-se a distribuição e as características mais relevantes dos sensores, Landsat-5-7-8, Formosat-2, Resourcesat 1-2, Sentinel-2A e Rapideye.

Quadro 01: Características dos Sensores utilizados para aquisição de imagens no CAR – Acre.

Satélite / Instrumentos do Sensor	Ciclo Orbital	Resolução Espacial	Largura da Faixa Imageada	Composição de Bandas
Landsat-5 TM + MSS	16 dias	30 m - Multiespectral 120 m - Thermal 82 m - MSS	185 km	Falsa Cor R5/G4/B3
Landsat-7 ETM+		30 m - Multiespectral 120 m - Thermal 15 m - Pancromático		Falsa Cor R5/G4/B3
Landsat-8 OLI + TIRS		15 m - Pancromático 30 m - Multiespectral 100 m - Thermal		Falsa Cor R6/G5/B4
Formosat-2	Diariamente	8,0 m - Multiespectral 2 m - Pancromático	24,0 km	Falsa Cor R3/G2/B1
Resourcesat 1-2 LISS III Satélite IRS-P6 (Resourcesat-1)	24 dias	23,5 m	141 km	Falsa Cor R3/G4/B5
Sentinel-2A MSI	5 dias	10m 20m 60 m	100 km	Falsa Cor R4/G8/B3
Rapideye REIS	Diariamente	5 m	25,0 km	Cor verdadeira R3/G2/B1

Parte dessas imagens foram disponibilizadas de forma gratuita pelo Governo Federal, através do Ministério de Meio Ambiente - MMA, e do Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE em parceria com o United States Geological Survey – USGS. É importante destacar que a equipe técnica do Escritório do CAR no Acre, obteve por intermédio da Cooperação Alemã - GIZ, apoio técnico com a realização de cursos e treinamentos em geoprocessamento avançado, classificação de imagens e Banco de Dados Espaciais, o que possibilitou um melhor resultado dos trabalhos técnicos com o uso dos multisensores.

O nível de processamento que essas imagens gratuitas são disponibilizadas, normalmente não estão adequados para a finalidade proposta, pois trazem erros e distorções geométricas aos resultados finais, tais como imprecisão posicional, ruídos ou mesmo má interpretação do território imageado.

Então, para criar produtos qualificados e com boa acurácia a partir dessas imagens, foi necessário realizar por intermédio de Processamento Digital de Imagens - PDI, um conjunto de correções geométricas e radiométricas, ortorretificação, realce, correções atmosféricas, fusões entre bandas.

Os aspectos observados foram o instrumento do sensor, as bandas a serem trabalhadas, e em específico, o intervalo temporal, pois na região sofremos com muitas interferências climatológicas. O verão e inverno são bem definidos e as imagens entre os meses de junho a outubro oferecem cenas com menor quantidade de nuvens, e conseqüentemente, uma maior visibilidade dos alvos.

Primeiramente, o ajuste das imagens, exceto Rapideye, foi realizado através de composições das bandas (Quadro 01), uma vez que os pixels são disponibilizados em escala de cinza.

As imagens do sensor Landsat-5, são fornecidas sem processamento prévio, por este motivo, foi necessário realizar a ortorretificação das cenas, que consiste na reprojeção da cena no plano ortogonal. Esse processo visa corrigir a imagem, *pixel por pixel*, em que as distorções internas (do sistema) e externas (da paisagem) são corrigidas, tornando as coordenadas mais precisas, além de corrigir a influência do relevo, vales e elevações, sobre a geometria da cena.

O processo de ortorretificação foi realizado no software ERDAS/LPS, utilizado para fazer a triangulação dos pontos e ajuste espacial das coordenadas x, y. Para o ajuste da coordenada altimétrica foi utilizado o modelo de elevação SRTM, que possui acurácia adequada para a obtenção das imagens ortorretificadas.

A ortorretificação foi realizada de modo automático nas imagens Landsat-5-7, Formosat-2, Resourcesat 1-2 e CERBS-2, por se tratar de cenas mais antigas, sendo esse processo realizado através de uma imagem já registrada, Sentinel-2A ou Rapideye. Já as imagens Sentinel-2A e Landsat-8 são disponibilizadas ortorretificadas.

Na etapa seguinte, foi necessário equalizar as imagens mediante a modificação das cores por meio de alteração das curvas do histograma. Sua finalidade foi a manipulação do histograma para a redução automaticamente do contraste em áreas muito claras ou muito escuras da imagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo apresentado nesse trabalho, um recorte usado para exemplificação, está situada no município de Acrelândia, e sua escolha de deu em virtude de ser uma região que possui cenas de maior qualidade e com maior área recoberta por satélites.

A Figura 01 mostra a área de estudo e sua respectiva localização.

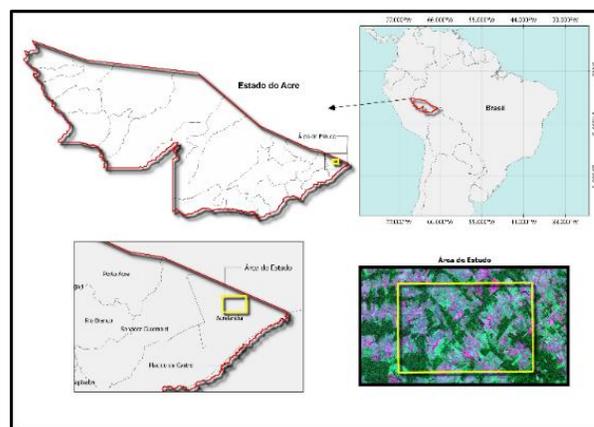


Figura 01: Área de estudo, exemplificação, no município de Acrelândia no Estado do Acre.

As imagens dos sensores Landsat-05-07 (FIGURA 02), Formosat-2, Resourcesat-1-2, teve como objetivo principal identificar o uso e ocupação do solo, em especial, a área

consolidada, no espaço temporal entre os anos de 2007 e 2008, exceto as imagens do satélite Resoucersat1-2 que disponibilizam cenas apenas de 2010 e 2012.

Essa análise de imagens no espaço temporal anterior a 2008, justifica-se pelo fato do atual Código Florestal, Lei 12.651 de 2012 em seu Art. 3º, inciso IV, definir área rural consolidada como a área com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio.

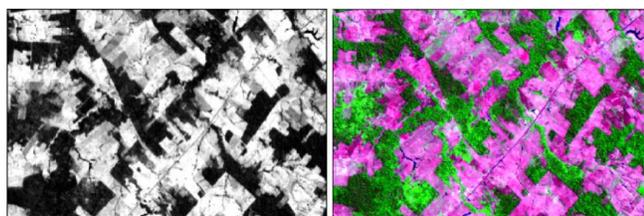


Figura 02: Comparação (na composição das bandas – RGB: 5/4/3) entre a imagem bruta (superior) e após as Correções (inferior) para o Sensor Landsat-5 -7.

As imagens do Sensor Formosat-2 foram adquiridas pelo Governo do Estado nos anos de 2007, 2008 e 2009. Tais imagens recobriram o leste do estado do Acre, inicialmente no ano de 2007 com visitas diárias e, em um segundo momento em 2008 e 2009, mensalmente. Estas cenas foram entregues sem nenhum tipo de processamento digital. Sua principal aplicação foi a análise do incremento de desmatamento anual e elaboração de cartas-imagens para apoiar o licenciamento ambiental.

As imagens do satélite Formosat-2 foram disponibilizadas nas faixas pancromáticas, com resolução espacial de 2 metros, e multispectrais com resolução espacial de 8 metros (FIGURA 03).

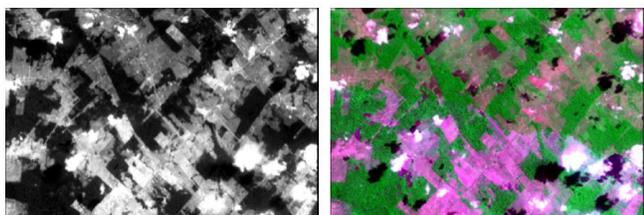


Figura 03: Comparação (na composição das bandas RGB: 3/2/1) entre a imagem bruta (superior) e após as correções (inferior) para o Sensor Formosat-2.

O Sensor Resoucersat1-2 é de grande uso e indispensável para o monitoramento do desmatamento na Amazônia, pois faz o recobrimento de todo o Estado. Entretanto, algumas cenas do Alto Acre, predominantemente os municípios de Rodrigues Alves, Mâncio Lima, Jordão e Santa Rosa do Purus, apresentam intensa interferência de nuvens sob as cenas (FIGURA 04).

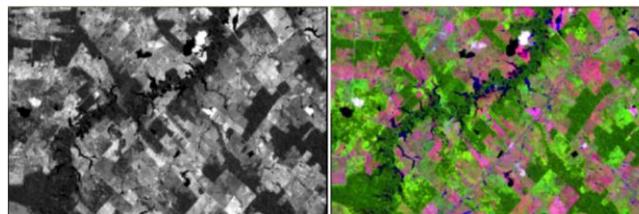


Figura 04: Comparação (na composição das bandas RGB: 3/4/5) entre a imagem bruta (superior) e após as correções (inferior) para o Sensor Resoucersat 1- 2.

As imagens do Sensor Rapideye foram de ampla importância dentro do Cadastro Ambiental Rural – CAR, pois, todos os cadastros dos imóveis rurais do Estado foram realizados com base nessas imagens.

Essas cenas apresentam vantagens comparadas ao Landsat-5-7 no tempo de processamento, devido ao fato de já serem disponibilizadas com processamento de correção geométrica e ortorretificação, visto que, conforme supracitado, a Universidade Federal de Lavras – UFLA, procedeu a ortorretificação das imagens.

O sensor Rapideye possui uma resolução espacial ortorretificada em 5 metros, que permite a identificação de feições cartográficas de forma mais nítida e em escala detalhada, se comparada as imagens Landsat, também distribuídas de forma gratuita e cuja resolução espacial é de 30 metros (FIGURA 05).



Figura 05: Comparação (na composição das bandas RGB: 3/2/1) entre a imagem bruta (superior) e após as correções (inferior) para o Sensor Rapideye.

Já as imagens do Sentinel-2A, atualmente são usadas como apoio ao programa de regularização ambiental, com intuito de subsidiar a análise e interpretação do uso e ocupação do solo, assim como propiciar a localização e quantificação do Remanescente de Vegetação Nativa, Área de Preservação Ambiental – APP e Passivo Ambiental (Área Antropizada) dos imóveis rurais (FIGURA 06).

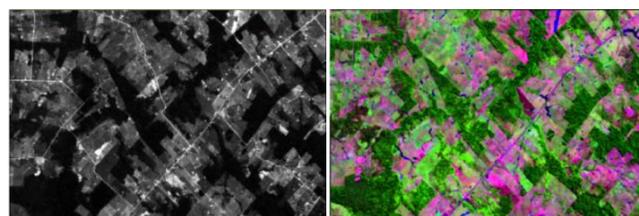


Figura 06: Comparação (na composição das bandas RGB: 4/8/3) entre a imagem bruta (superior) e após as correções (inferior) para o Sensor Sentinel-2A.

Outra aplicação das imagens do Sentinel-2A será na realização da classificação do uso do solo do Estado, pois, servirá de subsídio para validar as informações que foram declaradas pelos produtores rurais durante a etapa de regularização ambiental de suas propriedades.

Um processamento aplicado às algumas imagens do Landsat-8, foi a fusão entre bandas de resolução espacial diferentes com objetivo de obter uma imagem de qualidade, com melhor definição dos detalhes espaciais e uma melhor interpretação visual.

A fusão foi realizada com as bandas espectrais na faixa do infravermelho 3,4,5, com resolução de 30 metros, e a banda pancromática 7 com resolução de 15 metros (FIGURA 07).

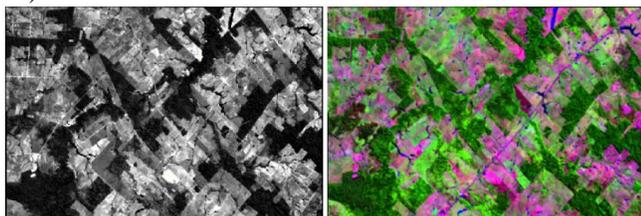


Figura 07: Comparação (na composição das bandas RGB: 4/3/2) entre a imagem bruta (superior) e após as correções (inferior) para o Landsat-8.

As técnicas aplicadas através do Processamento Digital de Imagens - PDI foram essenciais para a implementação do Cadastro Ambiental Rural das propriedades do Estado, pois proporcionou a equipe técnica ter um melhor detalhamento dos alvos, e também auxiliar no trabalho de reconhecimento da área, mapeamento das classes de uso do solo e diagnóstico dos principais conflitos existentes.

4. CONCLUSÕES

As legislações têm se tornado cada dia mais restritivas objetivando salvaguardar o meio ambiente, e em paralelo, houve o avanço de novas geotecnologias, bem como sua disponibilidade ao usuário. Um dos fatores essenciais do programa de regularização ambiental implantado no estado do Acre, foi o acesso às informações confiáveis e atualizadas do remanescente de vegetal nativa.

A disponibilidade de multisensores foram fundamentais para o propósito de facilitar e agilizar, por parte do Escritório Técnico de Gestão do CAR e PRA-AC, o mapeamento dos imóveis rurais e de suas, respectivas áreas de Reserva Legal, Área de Preservação Permanente – APP e efetivar atividades de comando e controle sobre as queimadas e desmatamento.

5. REFERÊNCIAS

ADAMI, Marcos, et. al. **Fusão de imagens por IHS para melhorar a identificação de uso do solo em elementos amostrais**. Eng. Agric., Jaboticabal, v.27, n.2, p.529-536, maio/ago. 2007.

BRASIL. **Lei 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 23 de jul. 2018.

DEUS, C. E.; **MASTRANGELO, J. P. S.** O Novo Código Florestal e a Política de Regularização Ambiental no Estado do Acre. In: Jaime Gesisky. (Org.). Código Florestal Brasileiro: Haverá Futuro? 1ªed.Brasília: WWF Brasil, 2017, v., p. 38-43

Fitz, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação / Paulo Roberto Fitz**. — São Paulo: oficina de textos, 2008.

GRIPP JUNIOR, J. **Ortorretificação de imagens de alta resolução para aplicação em cadastro técnico rural e mapeamento de áreas de preservação permanente e reservas legais**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

MASCARENHAS, L. M. A; FERREIRA, M. E; FERREIRA, L. G. **Sensoriamento Remoto como Instrumento de controle e proteção ambiental: Análise da cobertura vegetal remanescente na Bacia do Rio Araguaia**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 21 (1): 5-18, abr. 2009.

PROCESSAMENTO DIGITAL: **Geotecnologias e Software Livre. Landsat-8: Download de imagens através dos sites Earth Explorer e GLOVIS**.2013. Disponível em: http://www.processamentodigital.com.br/wp-content/uploads/2013/08/20130531_Landsat8_download_USGS.pdf Acesso em: 27 de jul. 2018.

PROCESSAMENTO DIGITAL: **Geotecnologias e Software Livre. ENVI 5.2 Composição Resourcesat – 2 em Cores Naturais**. 2015. Disponível em: http://www.processamentodigital.com.br/wp-content/uploads/2015/08/ENVI52_Composicao_Resourcesat2_PNC.pdf. Acesso em: 23 de jul. 2018.

RODRIGUES, T.C.S; KUX, H.J.H; ALBUQUERQUE, P.C.G. Processo de ortorretificação para correção geométrica em imagens WorldView-II. In: **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa, PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.