

Geração de cartas imagem para o estado de Alagoas com imagens *RapidEye*

Wendell Santana Fagundes^{1,2}
Lucas Barbosa Cavalcante^{1,2}
Aline da Silva Inácio¹
Klebson da Silva²

¹ Centro de Ciências Agrárias – CECA. Universidade Federal de Alagoas – UFAL
BR 104, s/n – Rio Largo – AL, Brasil; CEP: 57100-000
wendell-16@hotmail.com
{cavalcantelb, alineinacio91 }@gmail.com

² Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio de Alagoas - SEPLAG
Rua Doutor Cincinato Pinto, 503 – Centro, Maceió - AL, Brasil, CEP 57020-050

Abstract: The Brazilian official mapping, although crescent, still does not meet all the national territory with more detailed scales. Faced with this impasse, managers of the territory and entrepreneurs seek low-cost alternatives to meet the shortaging of cartographical informations of certain regions of the country. In this context, remote sensing data are shown as an alternative tool to support planning and land management, that said, this paper proposes the creation of cartographic images in systematic unfolding, using data from the satellites constellation RapidEye. The study area consists of two indentations of the territory of the state of Alagoas, limited by the sheets SC-24-X-D-II-4 and SC-24-X-D-V-4, in the scale 1: 50,000, in the portion of Alagoas Agreste. The choice of this area was due to the fact that it has few cartographic products at medium scales. With the support of the Brazilian Cartographic normative, and making use of geographic information system (GIS) QGIS with a graphic editing application, were produced two cartographic images. To these maps were also added technical information, production steps, and other elements suggested by Decree No. 89 817 of June 20, 1984, for systematic mapping products. The results were satisfactory, once the geometric accuracy of RapidEye images found in the literature encourages the use of these maps to coordinate the extraction. Moreover, it is a product that allows a broad view of the study area.

Palavras-chave: systematic mapping, remote sensing, geoprocessing, cartografia sistemática, sensoriamento remoto, geoprocessamento.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento detalhado da superfície da terra, sempre foi um condicionante para o progresso da civilização moderna. Na época das grandes navegações, por exemplo, era imprescindível inteirar-se das rotas, dos locais de comércio, das regiões que ofereciam boas iguarias, e quando se descobriam novas terras, uma das primeiras ações era documentar o caminho até ali. Deste modo, a cartografia se desenvolveu como “a ciência e a arte de expressar graficamente, por meio de cartas e mapas, o conhecimento humano da superfície terrestre” (BAKKER, 1965 *apud* AGUIRRE; FILHO, 2009, p. 4).

No contexto brasileiro, a cartografia se faz presente desde o descobrimento do país, quando as primeiras representações de terras tupiniquins apareceram nos planisférios de Juan de la Cosa e de Cantino, nos anos de 1500 e 1502 respectivamente (ARCHELA e ARCHELA, 2008). Ao passar dos Séculos, o desenvolvimento da cartografia nacional foi desacelerado. O primeiro curso superior de cartógrafos só foi fundado em 1810 e o primeiro órgão oficial, só surgiu no ano de 1825 (ARCHELA e ARCHELA, 2008).

Atualmente, a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG-EX) ao lado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) são os produtores oficiais da cartografia de base do país, e apesar dos seus esforços em mapear o Brasil, os produtos existentes ainda não atendem todo território nacional em escalas de maior detalhamento. Evidentemente, esta carência de informações cartográficas em determinadas regiões do país,

obriga órgãos estaduais e municipais a buscarem alternativas para mapeamento de seus territórios, algo essencial no planejamento e na gestão pública. Tais alternativas consistem, geralmente, em produtos gerados nas próprias dependências das instituições públicas, ou até mesmo com a contratação de empresas especializadas.

Dados de sensoriamento remoto vêm sendo largamente utilizados para suprir esta carência de informações cartográficas. Atualmente, dentre as plataformas de sensoriamento remoto operantes, o conjunto de satélites *RapidEye* merecem ressalva, ao oferecerem dados com boa resolução espacial, característica importante quando se trabalha na geração de produtos em escalas cartográficas grandes e médias, pois, neste caso, leva-se em conta a relação inversa tamanho de pixel/escala cartográfica, a qual está correlata com acuidade visual do olho humano.

Assim, diante da possibilidade do uso de imagens *RapidEye* em mapeamentos terrestres em detrimento da carência de dados cartográficos em algumas locais do Brasil, o objetivo deste artigo é a produção de cartas imagens em desdobramento sistemático e escala cartográfica padrão para algumas regiões do Estado de Alagoas, seguindo os normativos cartográficos brasileiros. Todo processo foi realizado com o sistema de informação geográfica (SIG) QGIS, e acabamento artístico com *software* de edição gráfica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

Este trabalho teve como foco o estado de Alagoas, escolhendo-se duas regiões: uma que compreende parte dos municípios de Arapiraca, Campo Grande, Porto Real do Colégio, São Sebastião, Feira Grande, Lagoa da Canoa e Limoeiro de Anadia, circunscrita pela folha em desdobro sistemático de índice SC-24-X-D-V-4, em escala de 1:50.000, denominada Carta Arapiraca; e a segunda região que abarca parte das cidades alagoanas de Palmeira dos Índios, Quebrangulo, Estrela de Alagoas, Igaci, e uma pequena porção do território pernambucano, limitada pela folha SC-24-X-D-II-4, também em escala de 1:50.000, denominada Carta Palmeira dos Índios. Os mapas de localização das regiões estudadas estão na Figura 1, onde as duas cartas estão destacadas em verde.

As áreas de estudos são predominantemente do agreste Alagoano, cuja disponibilidade de produtos cartográficos em maiores escalas é baixa. Estas áreas são marcadas por climas Semiárido e Subúmido Seco (SEPLANDE, 2014). A precipitação média anual varia de 700 mm a 1200 mm (EMBRAPA, 2012). O bioma da região é a caatinga, cujas principais fitofisionomias são savanas estépicas em meio a áreas de pastagem e cultivos. Existem também pequenos resquícios de Mata Atlântica (MMA, 2006).

As classes geomorfológicas na carta Arapiraca são Pediplano do Baixo São Francisco e Tabuleiros Costeiros, com altitudes que variam entre 150 m a 400 m (SEPLANDE, 2014). Já na carta Palmeira dos Índios, as classes geomorfológicas presentes são Planalto da Borborema e Pediplano do Baixo São Francisco, e as altitudes variando entre 200 m a 750 m (SEPLANDE, 2014).

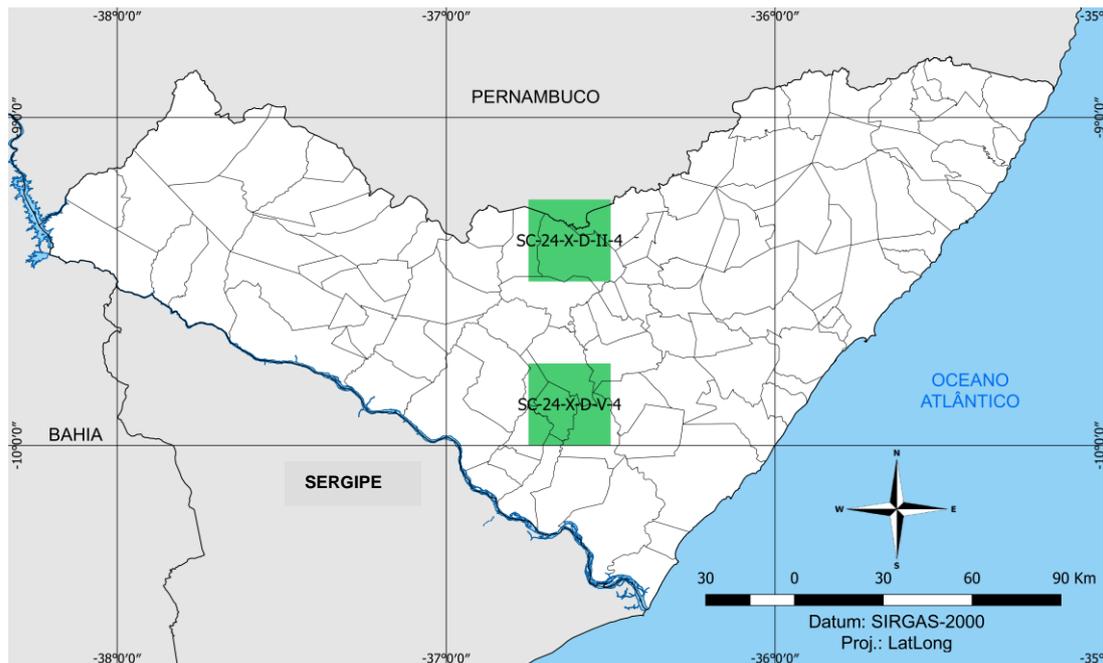


Figura 1: Mapa de localização das áreas de estudo. Fonte: Próprio autor, com arquivos *shapefile* cedidos por IBGE (2016).

2.2. Softwares Utilizados

O aplicativo SIG QGIS 2.8.4 foi a ferramenta usada no processamento das imagens *RapidEye* e geração das cartas imagem, bem como a aplicação das grades de coordenadas. Para o *layout* das cartas, contendo todas as informações técnicas, as etapas de produção e órgãos responsáveis, utilizou-se um *software* de *design* gráfico com licença comercial.

2.3. Articulação das Cartas

Conforme foi estabelecido pelo IBGE, o Mapeamento Sistemático Brasileiro incorpora as metodologias aplicadas à representação de todo território brasileiro de forma sistemática, através de uma série de cartas articuladas, contínuas e homogêneas, em escalas padrão de 1:1.000.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000. De acordo com Vieira *et al* (2004) o mapeamento de todo território nacional é garantido pela articulação das folhas, ou seja, pela contiguidade entre os limites geográficos das cartas, determinada pelo IBGE.

Cada carta topográfica é identificada por seu Índice de Nomenclatura, o qual traz consigo informações sobre geolocalização e escala da folha. Este índice é codificado de acordo com a segmentação da Carta Internacional ao Milionésimo (CIM) em escalas maiores. No presente caso, as duas cartas imagem elaboradas estão dentro da mesma CIM, a SC-24, código esse que faz referência, respectivamente, ao hemisfério da carta (S ao Sul), a zona UTM (C), e ao fuso UTM (fuso 24). A parte restante do índice das folhas informa as decomposições feitas na CIM, até chegar à referida escala. A Figura 2a mostra a articulação da CIM até a folha em escala de 1:25.000. A Figura 2b refere-se ao desdobramento da CIM SC-24 até a folha de índice SC-24-X-D-II-4.

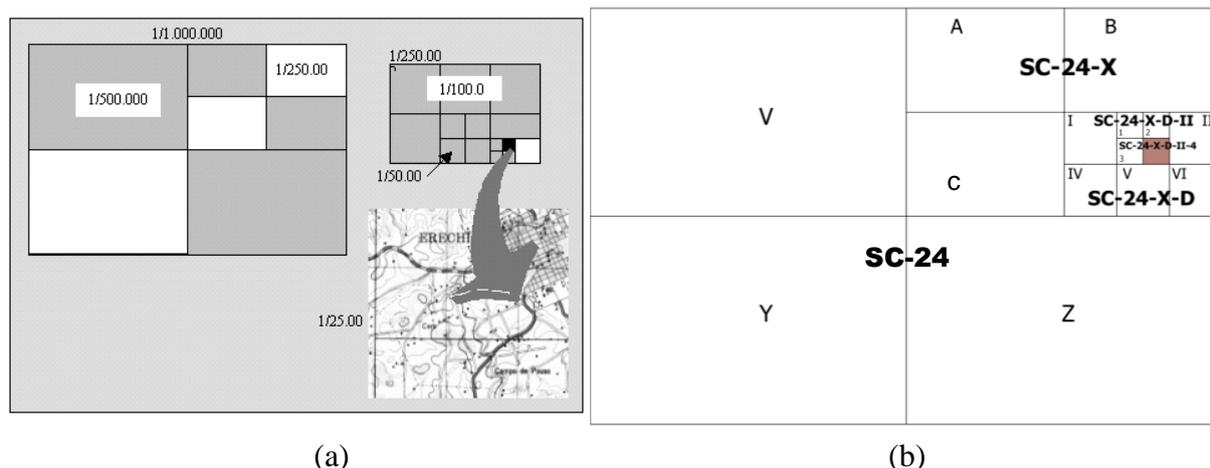


Figura 2: (a) Articulação de uma CIM até a folha em escala 1:25.000. Fonte: Vieira *et al*, 2004; (b) Desdobramento e Codificação da folha SC-24-X-D-II-4. Fonte: Próprio autor.

2.4. Imagens do *RapidEye*

A constelação *RapidEye* composta por cinco satélites (esquema na Figura 3), lançada em 2008, capta imagens em 5 faixas espectrais, sendo elas o azul, verde, vermelho, uma faixa no limite entre o vermelho e o infravermelho chamada de *Red-Edge* (Limite do vermelho, em tradução livre) e uma banda no infravermelho próximo. Os produtos do programa *RapidEye* são divididos em quatro níveis de processamento, a saber: nível 0, são as imagens brutas; nível 1, imagens com correção radiométrica; no nível 2 as imagens possuem correções radiométrica e geométrica, sem uso de pontos de controle; e no nível 3 as imagens, além das demais correções, são ortorretificadas a partir do modelo digital de elevação SRTM (FELIX *et al*, 2009). As imagens utilizadas neste trabalho são do nível 3 e sub-nível A, que consistem em recortes de 25 km por 25 km, cujas características estão dispostas na Tabela 1, a baixo:

Tabela 1: Especificações das imagens *RapidEye* nível 3A

Resolução Espacial	5 metros
Resolução Radiométrica	16 Bits inteiros e sem sinal
Resolução Temporal	5,5 dias a nadir, diário fora do nadir
Bandas espectrais	Azul: 440-510 nm; Verde: 520-590 nm; Vermelho: 630-685 nm; <i>Red-Edge</i> : 690-730 nm; Infravermelho: 760-850 nm
Datum Horizontal	WGS-84
Projeção	Universal Transversa de Mercator (UTM)

Fonte: Adaptado de Blackbridge (2016).

A aquisição dos dados *RapidEye* com cobertura de todo país foi feita pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), visando suplementar a execução do Cadastro Ambiental Rural (CAR), instituído pelo novo Código Florestal (CARDOSO *et al*, 2013). Deste modo, sabendo da carência de dados para geração de mapeamentos do território brasileiro, o MMA disponibilizou as imagens *RapidEye* para órgãos estaduais e federais, por meio de um catálogo *on-line* situado em < <http://geocatalogo.mma.gov.br/>>. Assim, os dados orbitais usados no presente artigo foram adquiridos junto ao MMA, por intermédio da Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio de Alagoas (SEPLAG/AL).



Figura 3: Representação da órbita e da disposição da constelação *RapidEye*. Fonte: Inácio, 2016.

2.5. Pré-processamento das imagens

Para geração das cartas imagem foi necessário executar mosaicos com as imagens das regiões estudadas. Desta forma, o primeiro passo consistiu na identificação das cenas *RapidEye* que preenchessem as cartas em escala de 1:50.000, para em seguida selecionar datas que apresentavam a menor cobertura de nuvens possível. Convém salientar que os dados orbitais baixados vieram em formato *tiff*, e as bandas agrupadas em série num só arquivo. Uma composição falsa cor foi utilizada, pois esta permitiu melhor distinção dos alvos. Tal composição, disposta na Tabela 2 foi sugerida por AMS Kepler (2016).

Tabela 2: Composição RGB usada nas cartas imagem.

Filtros	Bandas
R	3 (Vermelho)
G	4 (<i>Red-Edge</i>)
B	2 (Verde)

Fonte: Próprio autor.

Após a inserção dos dados no QGIS e seleção das bandas para a composição falsa cor, executou-se ajustes nos histogramas das bandas de cada imagem para tornar menos perceptível os limites entre as cenas. Para esta tarefa, valeu-se das ferramentas de ajuste automático de histograma, presentes na barra superior do QGIS, e, quando isso não era suficiente, o processo era realizado manualmente na aba “histograma”, nas propriedades das imagens.

Cada cena do *RapidEye* é associada a um *Tile ID*, uma espécie de geolocalizador das telhas de 25km². A Figura 4 a seguir mostra quais foram as telhas, e suas respectivas datas de aquisição, utilizadas em cada uma das duas cartas imagem representadas em verde.

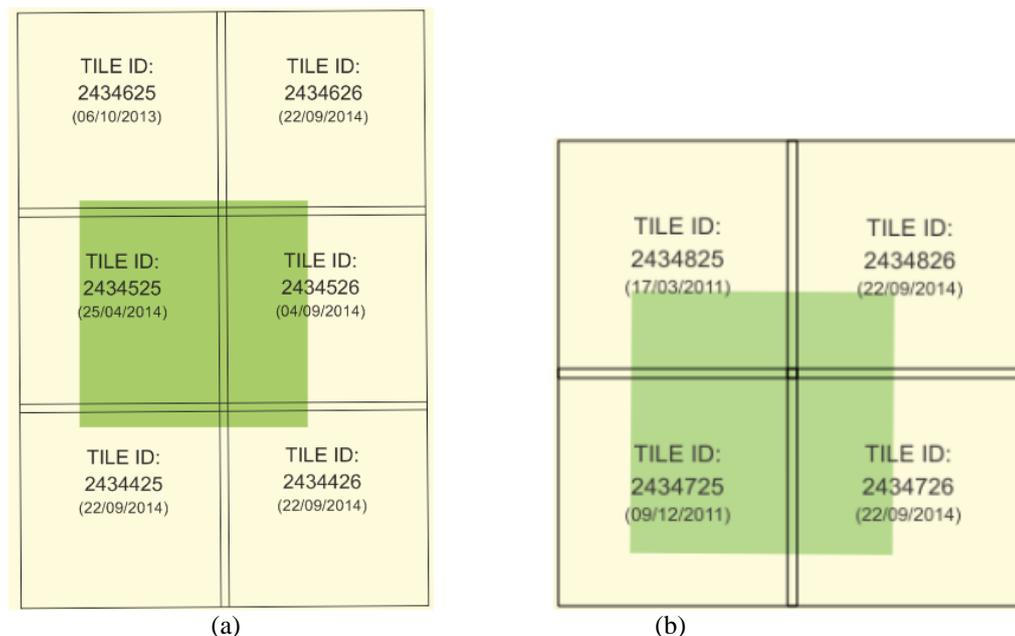


Figura 4: (a) Imagens *RapidEye* na carta imagem SC-24-X-D-V-4 (Arapiraca); (b) Imagens *RapidEye* na carta imagem SC-24-X-D-II-4 (Palmeira dos Índios). Fonte: Próprio autor.

2.6. Informações técnicas das cartas

Quando se trabalha com cartografia sistemática devem ser levadas em conta algumas informações técnicas as quais precisam estar dispostas aos usuários finais. Além das informações básicas de um mapa qualquer como escalas, norte, *datum*, projeção e legenda, segundo o Decreto N° 89.817, de 20 de Junho de 1984, são elementos necessários a uma carta: o Índice de Nomenclatura da folha, a declinação magnética e respectiva variação anual, a convergência meridiana, quadriculações quilométrica e/ou sexagesimal, referenciais planimétrico e altimétrico (quando for o caso), esquema de articulação das folhas adjacentes, o diagrama de situação da folha, as etapas de edição e seus respectivos anos e a citação das fontes de dados.

Dentre os itens supracitados, a convergência meridiana e declinação magnética merecem atenção maior em detrimento da complexidade nos seus respectivos cálculos. Desta forma, apesar da existência de metodologias conceituadas para estimação de ambos parâmetros, se faz necessário um cuidado redobrado com qualidade dos resultados obtidos. Neste trabalho, tais cálculos foram realizados com dois aplicativos distintos: O *plugin Azimuth and Distance Calculator* versão 1.0.1 do QGIS, para a obtenção da convergência Meridiana, observando-se as coordenadas do centro da folha como dados de entradas; e uma calculadora de declinação magnética *web* acessada através do endereço eletrônico <<http://geomag.nrcan.gc.ca/calc/mdcal-en.php>>, a qual estima a declinação magnética com base no modelo IGRF-12 (International Geomagnetic Reference Field), solicitando a data e coordenadas do local como dados de entrada. No presente caso, por se tratar de mosaicos com cenas de diferentes épocas, adotou-se a data da imagem com maior área dentro do mapa.

2.7. Geração das cartas imagens

Com o mosaico pronto, o passo seguinte consistiu na inserção dos arquivos vetoriais da malha municipal de Alagoas e das sedes municipais, ambos cedidos pelo IBGE (2016), e também os limites da carta topográfica selecionada, cedido por DSG (2016). A geração da

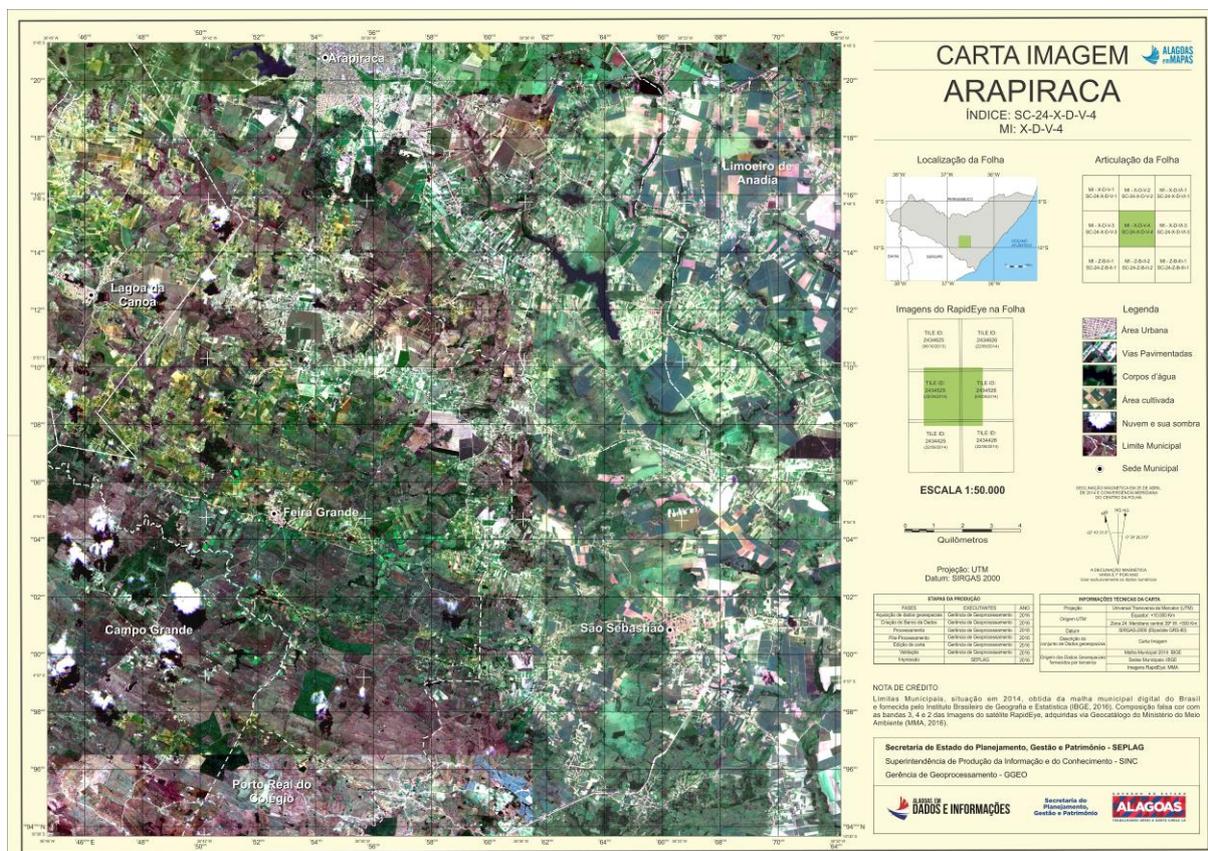
carta imagem foi concretizada fazendo-se uso do “Compositor de Impressão” do QGIS que oferece várias ferramentas para esta tarefa.

Primeiramente, o tamanho da folha de impressão foi configurado de tal forma que ficasse um pouco maior do que a área de mapa da carta. Posteriormente, adicionou-se o mapa à folha de impressão com as dimensões reais de uma carta topográfica de 1:50.000, em escala um valor de aproximadamente 550 mm por 550 mm, e em tamanho real 2° de longitude por 2° de latitude. O passo seguinte foi a configuração da escala, adicionando-se o valor na aba específica do compositor de mapas do QGIS. Por fim, aplicou-se no desenho a grade de coordenadas geográficas, disposta em forma de cruzetas, e a grade em coordenadas UTM disposta em linha contínua. Finalmente, foi feita a exportação do mapa em resolução de 500 dpi e formato PNG.

No programa de edição gráfica, elaborou-se todo layout da carta, alocando-se todas as informações técnicas, as coordenadas das grades, legendas, escala gráfica e numérica, etapas de produção e órgãos de fomento, diagramas de articulação e situação da folha, entre outros. O mapa em PNG foi importado para o aplicativo de edição gráfica, e posteriormente cortado com uma máscara de tamanho 550mmX550mm, no intuito de descartar as bordas em branco, deixando o mapa no tamanho padrão para uma carta em escala 1:50.000.

3. RESULTADOS

As cartas geradas foram plotadas em folha A1 com um *layout* padrão para todas, e podem ser vistas, em escala reduzida, na Figura 5.



(a)

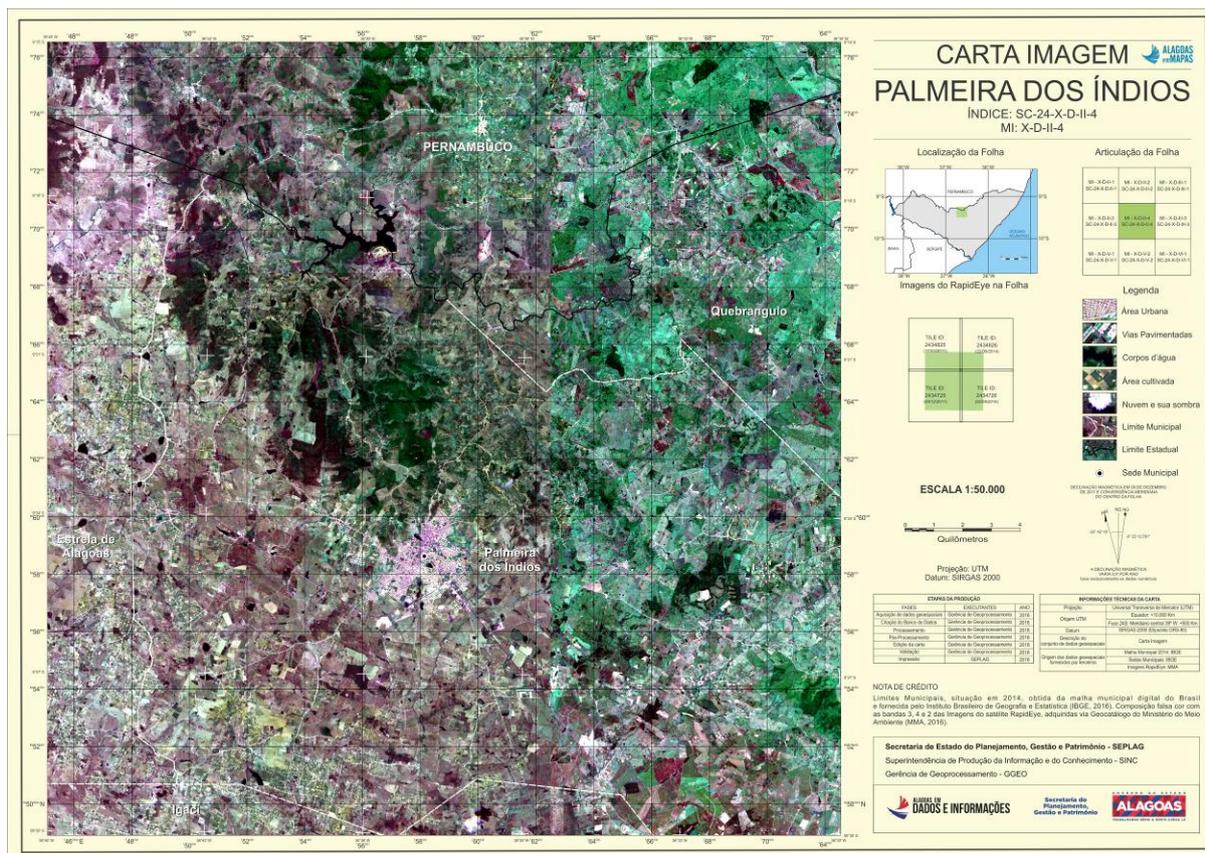


Figura 5: (a) Carta imagem SC-24-X-D-V-4, Arapiraca. (b) Carta imagem SC-24-X-D-II-4, Palmeira dos Índios.

No mapa, além do mosaico *RapidEye*, há a divisão político-administrativa de Alagoas (situação em 2014), bem como os pontos de sedes municipal com suas respectivas comarcas. As grades de coordenadas UTM e sexagesimal permitem ao usuário obter coordenadas aproximadas do terreno, visto que estudos realizados por Cardoso *et al* (2013) apontaram uma classificação B da PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) para as imagens *RapidEye*, numa escala de 1:25.000.

Todos os metadados da carta estão do lado direito. No topo, o nome da carta e o Índice de Nomenclatura. Mais abaixo se tem os diagramas de localização da folha, de articulações adjacentes e das telhas *RapidEye* na folha. Nota-se também as legendas que caracterizam as principais feições das cartas imagem como área urbana, vias pavimentadas, corpos d’água, área cultivada, nuvens e as sombras, limites municipais e estaduais e as sedes dos municípios. A escala foi representada tanto na forma gráfica como numérica, do seu lado direito há o esquema indicando norte, declinação magnética e convergência meridiana.

Duas tabelas presentes na parte inferior listam informações exigidas pelo Decreto Nº 89.817, de 20 de Junho de 1984. A tabela mais à esquerda mostra as etapas de confecção da carta, os responsáveis pela execução e o ano. A segunda tabela traz dados técnicos como origem do sistema de referência, fuso UTM, projeção, *datum* e o respectivo elipsoide, além de dados fornecidos por terceiros.

Por fim, há uma nota de crédito destacando as fontes dos dados geoespaciais utilizados, e no rodapé o órgão responsável.

4. CONCLUSÕES

As imagens da constelação *RapidEye* trouxeram resultados satisfatórios na elaboração de cartas imagem do estado de Alagoas, mostrando-se como uma alternativa para regiões pouco dotadas de informações cartográficas. As altas resoluções espacial e radiométrica das imagens *RapidEye* proporcionam boa visibilidade do terreno e, conseqüentemente, uma fácil distinção de alvos cujas dimensões se compatibilizem com a escala.

Numa outra perspectiva, as cartas imagem obtidas neste estudo podem ser aplicadas no apoio ao planejamento territorial, beneficiando tanto os órgãos públicos locais, como as instituições privadas que têm a pretensão de empreender nas regiões alvo desta pesquisa. A quadriculação UTM e sexagesimal da carta, acompanhadas das informações de *Datum* e projeção, permitem ao usuário executar captura analógica de coordenadas, cujo incentivo técnico se dá pelos estudos realizados por Cardoso *et al* (2013), os quais apontam boas acurácia e precisão planimétricas das imagens *RapidEye* para escalas cartográficas padrão.

REFERÊNCIAS

- ALAGOAS. Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico- SEPLANDE. **Alagoas em Mapas**. 2. ed. Maceió: Seplande, 2014. 162 p. (Atlas)
- AMS KEPLER. **RapidEye Info**. 2016. Disponível em: < <http://www.amskepler.com/rapideye-info/>>. Acesso em 27 abril 2016.
- ARCHELA, R. S.; ARCHELA, E.. **Síntese cronológica da cartografia no Brasil**. Portal da Cartografia, v. 1, n. 1, p. 93-110, 2008.
- BAKKER, M.P.R.. **Cartografia - Noções Básicas**. DHN, Marinha do Brasil. 1965. 250p. In: AGUIRRE, A. J.; FILHO, J. A. M.. **Introdução à Cartografia**. 2. ed. Santa Maria/RS: UFSM / CCR / Departamento de Engenharia Rural, 2009. 80 p. Disponível em: <http://200.132.36.199/elodio/downloads/ppgap/Introducao_Cartografia_Aguirre_2aed.pdf>. Acesso em: 01 maio 2016.
- BLACKBRIDGE. **Satellite Imagery Product Specifications**. 2016. Disponível em: <<http://blackbridge.com/>>. Acesso em: 22 abril 2016.
- BRASIL. Diretoria de Serviço Geográfico - DSG. Exército Brasileiro. **Banco de Dados Geográfico do Exército**. 2016. Disponível em: <<http://www.geoportaleb.mil.br/>>. Acesso em: 02 fev. 2016.
- BRASIL. Instituto de Geografia e Estatística – IBGE. **Mapeamento Topográfico**. 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_topo_int.shtm?c=1>. Acesso em: 25 abr. 2016.
- BRASIL, Leis et al. **Decreto N° 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional (IRNTCN)**. Brasília: Diário Oficial da União (DOU) de, v. 22, p. 06-84.
- CARDOSO, R. et al. **Análise da Exatidão Geométrica de Imagens Rapideye na Bacia Hidrográfica do Rio São João (RJ)**. In: 4° Congresso Brasileiro de Geoprocessamento, 4., 2013, Rio de Janeiro. Anais... . Rio de Janeiro: SCB, 2013. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbg/trabalhos/90/59/hugo_rafael_presunto_alexandre_jgeotec_2013_vfinal_1374627491.pdf>. Acesso em: 31 abr. 2016.
- CARTA **Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros**. Escala: 1:250.000. Folhas: SC-25-V-C (Maceió) e SC-24-X-D (Arapiraca). Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF, 2006. Mapa: Color.
- EMBRAPA (Brasil). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Climatologia do Estado de Alagoas**. 2. ed. Recife: Embrapa Solos, 2012. 32 p.

FELIX, I. M.; KAZMIERCZAK, M. L.; ESPINDOLA, G. M.. **RapidEye: a nova geração de satélites de observação da Terra**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., 2009, Natal/rn. Anais... . São José dos Campos: INPE, 2009. v. 1, p. 7619 - 7622.

INÁCIO, A. S.. **Análise qualitativa do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) extraído a partir de imagens RapidEye e utilizando-se de software livre – estudo de caso município de São Miguel dos Campos/AL**. 2016. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Agrimensura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

VIEIRA, A. J. B. et al. **Cartografia**. Curitiba/PR: UFPR/Departamento de Geomática, 2004. 121 p. Disponível em: <http://people.ufpr.br/~aberutti/recursos_didaticos/textos/cartografia_apostila.pdf>. Acesso em: 05 maio 2016.