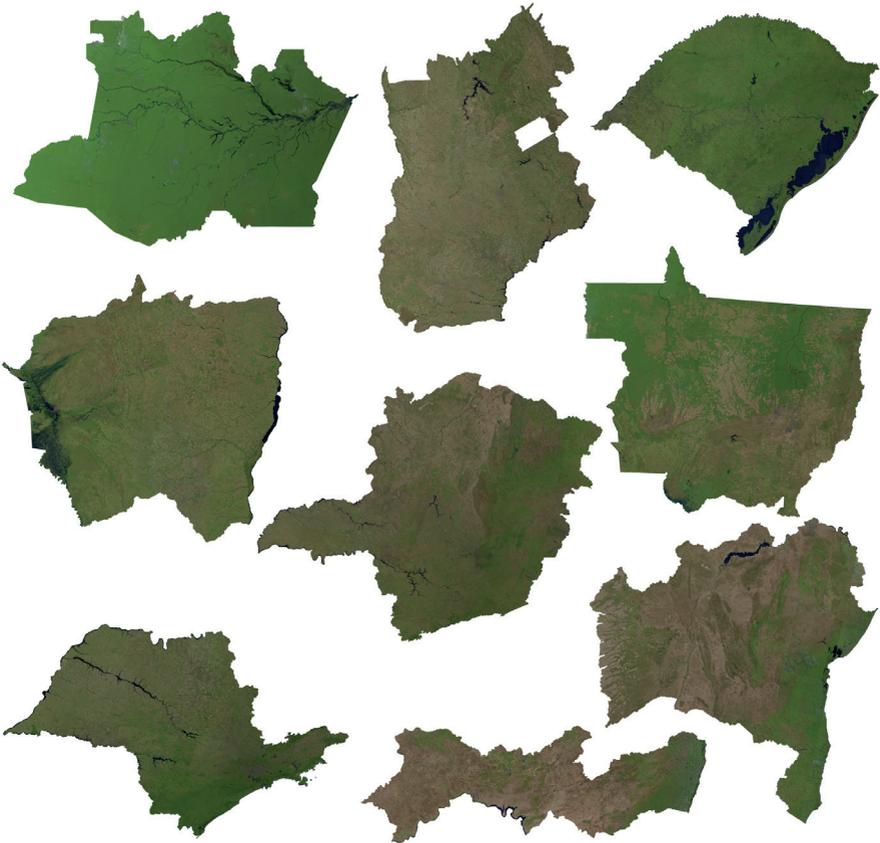


Mosaicos de Imagens Landsat 8 dos Estados Brasileiros



ISSN 1518-4277

Dezembro, 2015

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Documentos 186

Mosaicos de Imagens Landsat 8 dos Estados Brasileiros

Daniel Pereira Guimarães
Elena Charlotte Landau
Denise Luz de Sousa

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges

Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Monica Matoso

Campanha, Roberto dos Santos Trindade, Rosângela Lacerda de

Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa:

1ª edição

Versão Eletrônica (2015)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Milho e Sorgo

Guimarães, Daniel Pereira.

Mosaicos de imagens Landsat 8 dos estados brasileiros / Daniel Pereira Guimarães, Elena Charlotte Landau, Denise Luz de Sousa. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

38 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 186).

1. Sensoriamento remoto. 2. Satélite. 3. Monitoramento ambiental. I. Landau, Elena Charlotte. II. Sousa, Denise Luz de. III. Título. IV. Série.

CDD 621.3678 (21. ed.)

© Embrapa 2015

Autores

Daniel Pereira Guimarães

Eng^o Florestal, Pesquisador em Agroclimatologia e Geotecnologias, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG,
daniel.guimaraes@embrapa.br

Elena Charlotte Landau

Biól., Pesquisadora, Zoneamento Ecológico-Econômico/Geotecnologias, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG,
charlotte.landau@embrapa.br

Denise Luz de Sousa

Graduanda em Engenharia Ambiental na UNIFEMM e Estagiária na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG,
deniseluz39@gmail.com

Apresentação

A grande extensão territorial, a diversidade de biomas e as condições climáticas aliadas às dinâmicas complexas dos sistemas de produção agrícola são fatores que dificultam o gerenciamento do uso, manejo e ocupação dos solos no Brasil. Os avanços nas técnicas de sensoriamento remoto e o aumento da oferta de imagens de satélite vêm trazendo enormes benefícios para o gerenciamento dos recursos naturais. Nesse contexto, merece destaque o Programa Landsat de observação da Terra, que disponibiliza gratuitamente imagens do globo terrestre desde o início da década de 1970. A geração de mosaicos de imagens dos Estados brasileiros obtidas pelo satélite Landsat 8 permite estabelecer retratos fidedignos do uso e ocupação dos solos no território nacional, fornecendo subsídios para o gerenciamento agrícola, florestal e dos recursos hídricos. O presente trabalho traz informações sobre a geração e disponibilização gratuita de mosaicos de imagens do satélite Landsat 8 de 2014, por Unidade da Federação do Brasil.

Antonio Alvaro Corsetti Purcino
Chefe-Geral
Embrapa Milho e Sorgo

Sumário

Introdução	6
Metodologia	9
Resultados	11
Considerações Técnicas	36
Referências	36

Mosaicos de Imagens Landsat 8 dos Estados Brasileiros

Daniel Pereira Guimarães¹

Elena Charlotte Landau²

Denise Luz de Sousa³

Introdução

O sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas (SIG) constituem importantes ferramentas para o monitoramento ambiental e das alterações no uso e na ocupação do espaço terrestre promovidos pelas atividades humanas. O Programa Landsat, desenvolvido pela agência espacial norte-americana (NASA) e operado pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), representa a principal fonte de informações sobre a Terra a partir de imagens orbitais (TUCKER et al., 1984), e encontra-se em operação desde 1972, com o lançamento do *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS-1), e rebatizado de Programa Landsat, até os atuais satélites Landsat 7 e 8. O satélite Landsat 5 operou desde 1985 até 2011. Os satélites Landsat 7 e 8 aumentaram a resolução espacial das imagens com a inclusão da banda pancromática de 15 metros de pixel. O lançamento do Landsat 9 está previsto para 2023 em comemoração dos 50 anos desse programa espacial que disponibiliza imagens ortorretificadas gratuitamente. Além da facilidade de acesso às imagens de

satélite, avanços expressivos nessa área vêm sendo obtidos com a popularização dos softwares livres de SIG como o Quantum GIS, GVSIG, MapWindow, Spring e a interação com o Google Earth através da linguagem *Keyhole Markup Language* (kml/kmz).

A geração de mosaicos, a partir da união de várias cenas sobre uma área específica, permite a criação de representações sinóticas de grandes extensões territoriais e é de grande importância para o monitoramento do uso e ocupação dos solos, especialmente no Brasil, em razão da sua extensão territorial e da necessidade de estudos sobre o planejamento ambiental, monitoramento e gestão territorial.

Um trabalho desenvolvido por Hansen et al. (2013), utilizando imagens do satélite Landsat, permitiu um monitoramento global das mudanças na cobertura florestal a partir do ano 2000 (<http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>).

Uma das primeiras aplicações do uso de “mosaicagem” de imagens orbitais no Brasil refere-se ao trabalho de Gantzel (1979) sobre o mapeamento das áreas de ocorrência de *Araucaria angustifolia* no Paraná, utilizando as imagens do satélite ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite 1*). De acordo com o autor, em 1974 já foram usadas imagens desse satélite para diagnosticar a situação florestal na Região Sul do Brasil.

O trabalho pioneiro na geração de mosaicos de imagens de satélite em nível nacional foi desenvolvido por Miranda (2002) com o Projeto Brasil Visto do Espaço (disponível em: <http://>

www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/). Estes mosaicos cobrem todos os estados brasileiros até o nível de município, e foram efetuados com o uso de imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 7 ETM.

Por outro lado, o Projeto PRODES monitora o desmatamento da Amazônia Legal desde 1988, gerando informações sobre as taxas anuais de redução da cobertura florestal que são essenciais para a formulação de políticas públicas na região (CÂMARA et al. 2006). Todos os mosaicos anuais são gerados a partir de imagens Landsat. De acordo com Lúcio (2014), cerca da metade dos levantamentos da cobertura florestal no Brasil têm como base o emprego das imagens Landsat.

Rudorff et al. (2010) utilizaram-se de mosaicos de imagens Landsat para avaliar a expansão da atividade canvieira no Estado de São Paulo.

Guasselli et al. (2006) usaram 22 imagens do Landsat 5 obtidas no ano 2000 para a geração de mosaico com o objetivo de fazer estudos relativos ao macrozoneamento do Rio Grande do Sul. Procedimento similar foi feito pela Secretaria do Meio Ambiente para a geração de mosaico de imagens de São Paulo em 2010 (<http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/informacoes-tecnicas-do-mosaico-landsat/>).

Silva et al. (2007) geraram um mosaico de imagens de satélite Landsat para a região do Pantanal Matogrossense com o objetivo de caracterização da cobertura vegetal desse bioma. Almeida et al. (2014) usaram do mesmo procedimento para avaliar a tendência de desertificação na Região Norte do Estado de Minas Gerais.

Bolfe et al. (2014) geraram um mosaico de imagens de satélite Landsat 8 de Moçambique, na África, uma dos países onde a Embrapa atua há vários anos.

Metodologia

O satélite Landsat 8 monitora a superfície terrestre através de dois instrumentos: Sensor OLI (*Operational Land Imager*) e o Sensor Infra-Vermelho Térmico (TIRS). O período de revisita (passagem pelo mesmo órbita-ponto) ocorre a cada 16 dias e o calendário de passagens do satélite pode ser visualizado no endereço: https://landsat.usgs.gov/tools_L8_acquisition_calendar.php. As imagens apresentam resolução espacial de 30 metros (bandas: visível, NIR, SWIR); 100 metros reamostrada para 30 metros (termal); e 15 metros (pancromática), além de apresentarem projeção cartográfica UTM com base no *Datum* WGS1984. A distribuição das imagens é gratuita e elas podem ser acessadas no endereço: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Kalaf et al. (2013) informam sobre os ganhos em qualidade de imagem do Landsat 8 em relação aos anteriores com a inclusão das bandas 1 (detecção de recursos hídricos, zonas costeiras e aerossol) e a banda 9 (infravermelho) para a detecção de nuvens cirros. De acordo com os autores, são também marcantes a redução dos efeitos de sombras e a redução dos erros de posicionamento em função da melhoria das correções geométricas das imagens.

Dentre as várias possíveis combinações de bandas do Landsat 8, optou-se pela composição colorida RGB/TIR (654/10) para fins de geração de mosaicos com maior facilidade de interpretação visual. Nessa composição são enfatizados os elementos da

vegetação com boa diferenciação dos corpos d'água e solos expostos. A composição colorida 654 (falsa cor) é denominada de "cor natural" em função da similaridade com as condições do terreno.

Os procedimentos técnicos para a geração dos mosaicos incluíram:

- Download das imagens com menor cobertura de nuvens em recobrimento de todo o território nacional.
- Composição colorida Red_6/Green_5/Blue_4 e a banda Tir_10 em *blend* múltiplo para realce de feições.
- Conversão das imagens para projeção geográfica (lat/long) e *Datum* WGS84.
- Calibração geométrica, uso da banda TIR para realce de contraste e equalização entre as imagens de recobrimento estadual.
- Banco de Imagens nos formatos jpg e ecw.
- Recorte das imagens delimitadas pelos perímetros estaduais definidos pela base cartográfica oficial do IBGE de 2010 e conversão para o formato png (transparência).
- Geração dos mosaicos estaduais nos formatos ecw, png e kmz e disponibilização em servidores de mapas da Agência Nacional de Águas, Embrapa Monitoramento por Satélite e Embrapa Milho e Sorgo.

Os mosaicos apresentam resolução espacial de 30 metros e objetivam a utilização em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e visualização na plataforma Google Earth (formato kmz). Para fins de impressão no formato de painéis, esses foram convertidos para o formato de imagem jpg com uma altura máxima de 3 metros, visando a plotagem em paredes. A seleção dos formatos de apresentação dos mosaicos teve como objetivo evitar a perda de qualidade das imagens, facilidade de acesso por leigos.

Resultados

A Tabela 1 apresenta o tamanho dos arquivos referentes aos mosaicos de imagens do satélite Landsat 8 obtidas em 2014 para os estados brasileiros. Os mosaicos gerados nos formatos ecw, png e kmz são georreferenciados e apresentam resolução espacial de 30 metros, enquanto os mosaicos distribuídos no formato jpg são figuras apropriadas para impressão no formato de painéis com dimensões de altura de 3 metros (apropriados para recobrimento de paredes). Os mosaicos podem ser visualizados nas figuras 1 a 27. Na resolução de 30m, podem ser acessados (estando disponíveis para *download*) através das seguintes fontes:

1) Agência Nacional de Águas (ANA), download no geonetwork:
<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>

2) Embrapa Monitoramento por Satélite, visualizados no geonode:

http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode:mosaico_brasil_land8_2014_ovr

3) Embrapa Milho e Sorgo, no geoportal:
geoportal.cnpms.embrapa.br

Tabela 1. Tamanho dos arquivos (Mb) dos mosaicos e painéis dos estados brasileiros gerados a partir de imagens em coloração natural do satélite Landsat 8 de 2014.

Estado	Formato			
	ecw	png	kmz	jpg*
Acre	45,4	64,8	86	34
Alagoas	9,4	14,4	19	18
Amapá	47,3	68,6	103,9	26
Amazonas	341,5	413,3	537,1	48
Bahia	73,4	210,6	319,6	43
Ceará	23,6	61,8	94,5	27
Distrito Federal	0,9	2,8	1,1	15
Espírito Santo	9,5	26,3	35,4	30
Goiás	98,5	152,7	205,5	35
Maranhão	47,8	131,8	200,2	33
Mato Grosso	226,8	270,9	355,5	27
Mato Grosso do Sul	47,7	143	191,3	34
Minas Gerais	168,3	277,7	402,4	47
Pará	369,3	474,1	617,7	33
Paraíba	9,8	27,7	38,5	21
Paraná	69,4	95,6	145,6	50
Pernambuco	15,3	44,2	63,7	23
Piauí	34,3	62,8	87,9	16
Rio de Janeiro	10,1	27,7	38	25
Rio Grande do Norte	16,9	22,7	31,9	30
Rio Grande do Sul	86,7	131,4	177,3	29
Rondônia	27,6	81,5	109,5	25
Roraima	62,8	76,9	125,8	24
Santa Catarina	20,1	54,8	80,7	41
São Paulo	38,2	113,8	148,2	31
Sergipe	3,4	11,8	15,7	14
Tocantins	35,4	102,1	136,9	17



Figura 1. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Acre, Brasil.

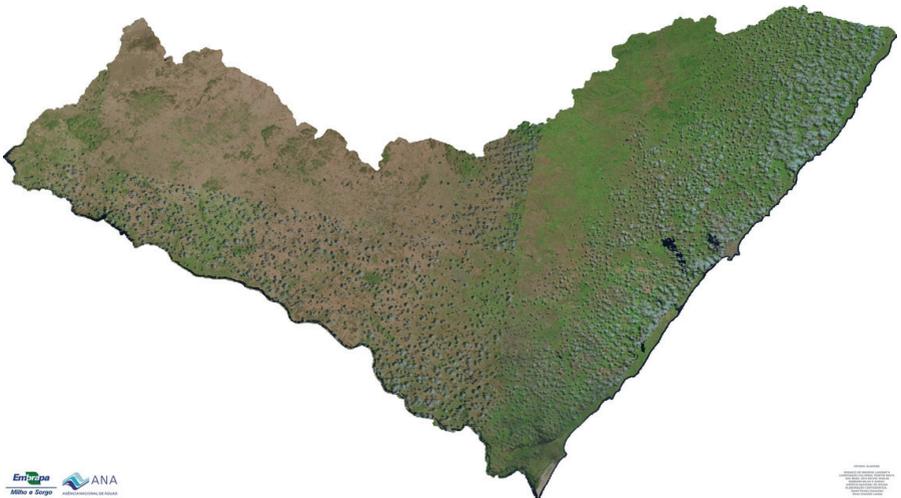


Figura 2. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado de Alagoas, Brasil.



Figura 4. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Amazonas, Brasil.



Figura 5. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado da Bahia, Brasil.



Figura 7. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Distrito Federal, Brasil.



Figura 8. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Espírito Santo, Brasil.



Figura 9. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado de Goiás, Brasil.



Figura 10. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Maranhão, Brasil.



Figura 11. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Mato Grosso, Brasil.



Entropa
Milho e Sorgo

ANA
AGUAS NATIONAIS DO BRASIL

BRASIL - MATO GROSSO DO SUL
MOSAICO DE IMAGENS LANDSAT-8
EM 2014, ABRANGENDO O ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, BRASIL.

Figura 12. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil.

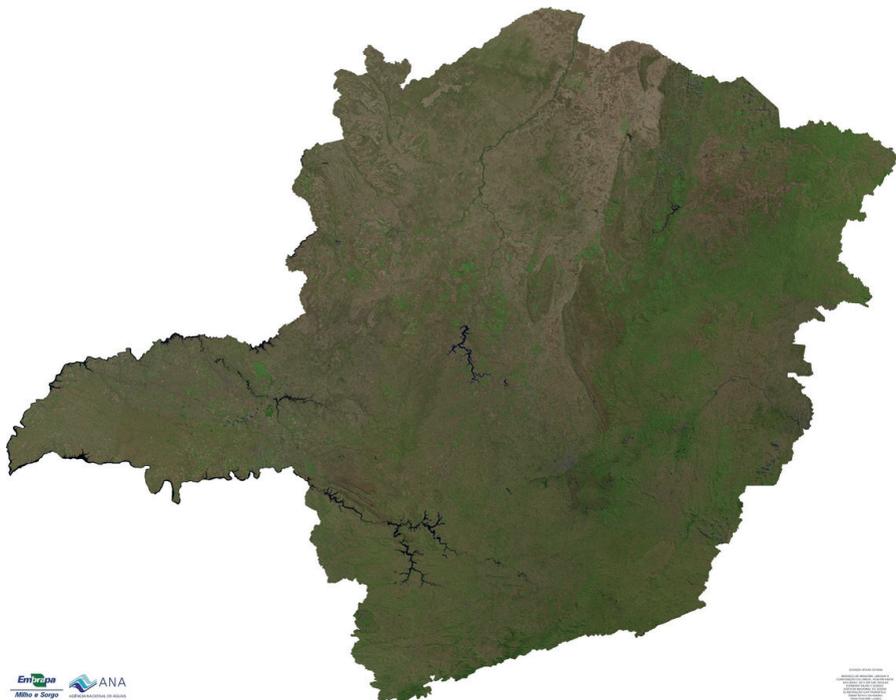


Figura 13. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado de Minas Gerais, Brasil.



Figura 14. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Pará, Brasil.

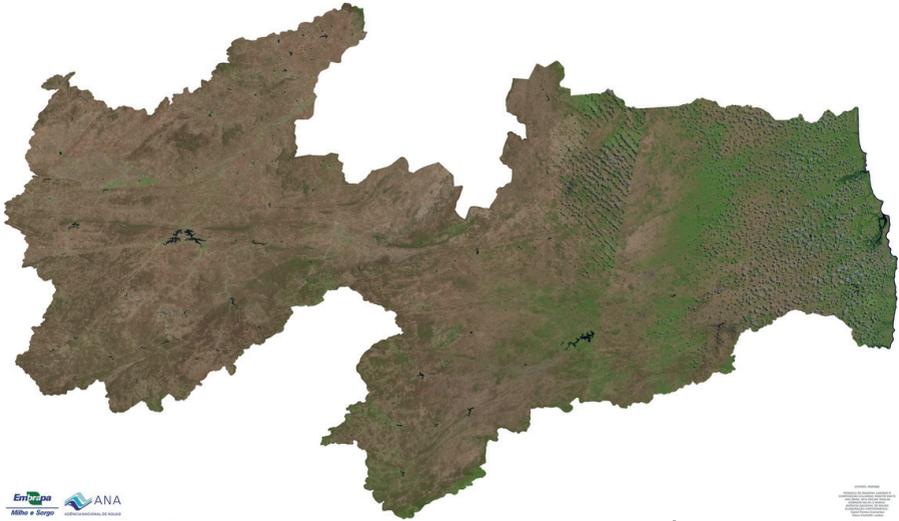


Figura 15. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado da Paraíba, Brasil.



Figura 16. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Paraná, Brasil.



Figura 17. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado de Pernambuco, Brasil.



Figura 18. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Piauí, Brasil.

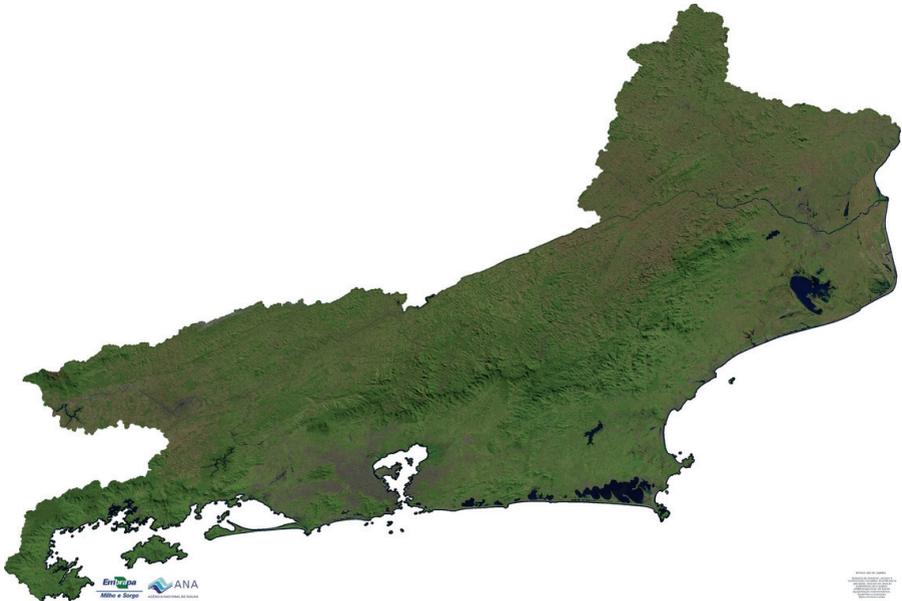


Figura 19. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Rio de Janeiro, Brasil.



Figura 20. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.



Figura 21. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

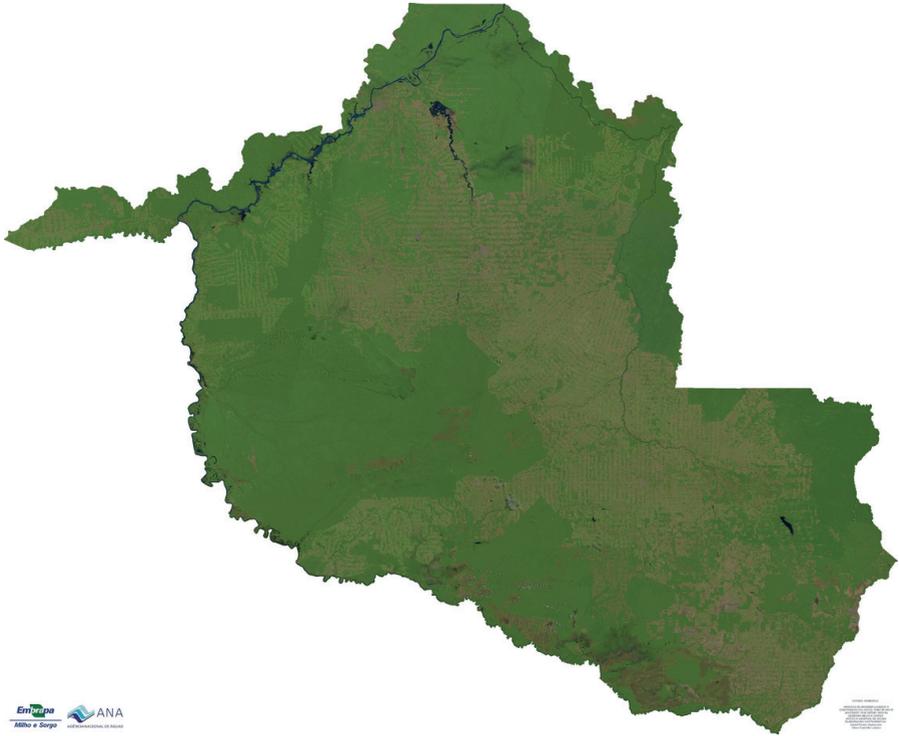


Figura 22. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado de Rondônia, Brasil.



Figura 23. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado de Roraima, Brasil.



Figura 24. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado da Santa Catarina, Brasil.



Figura 25. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado de São Paulo, Brasil.

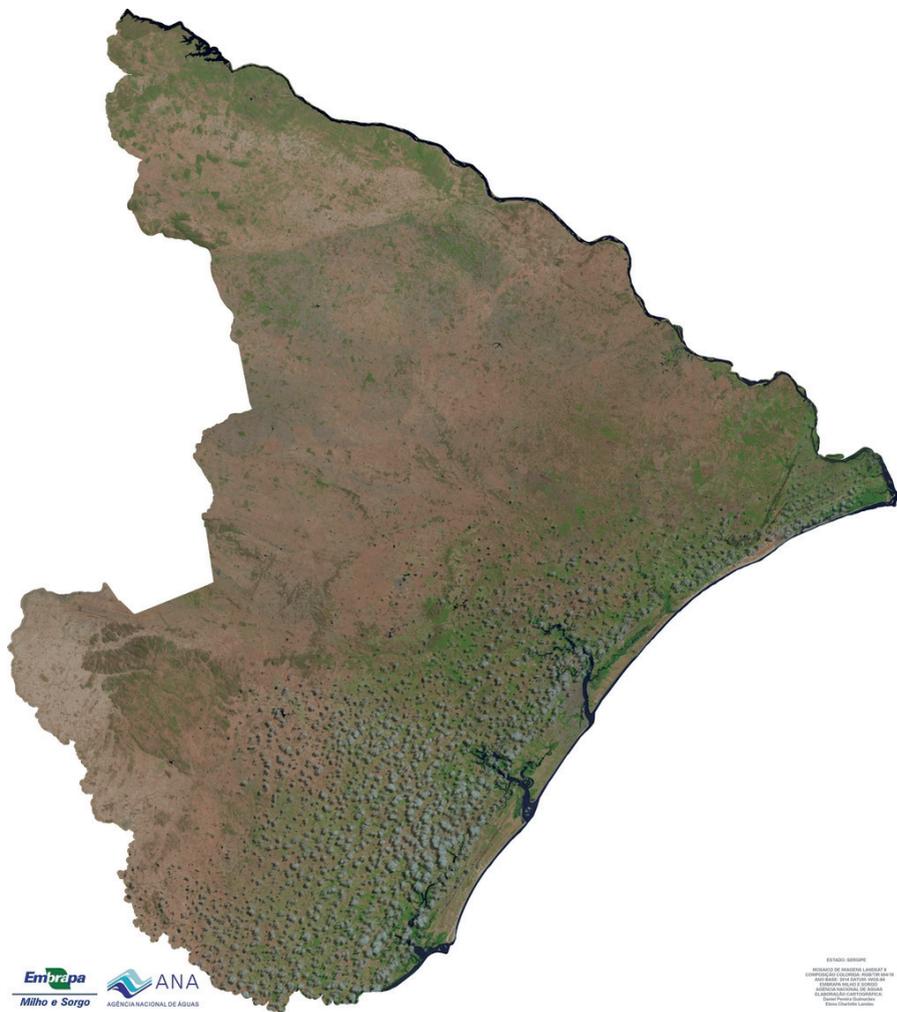
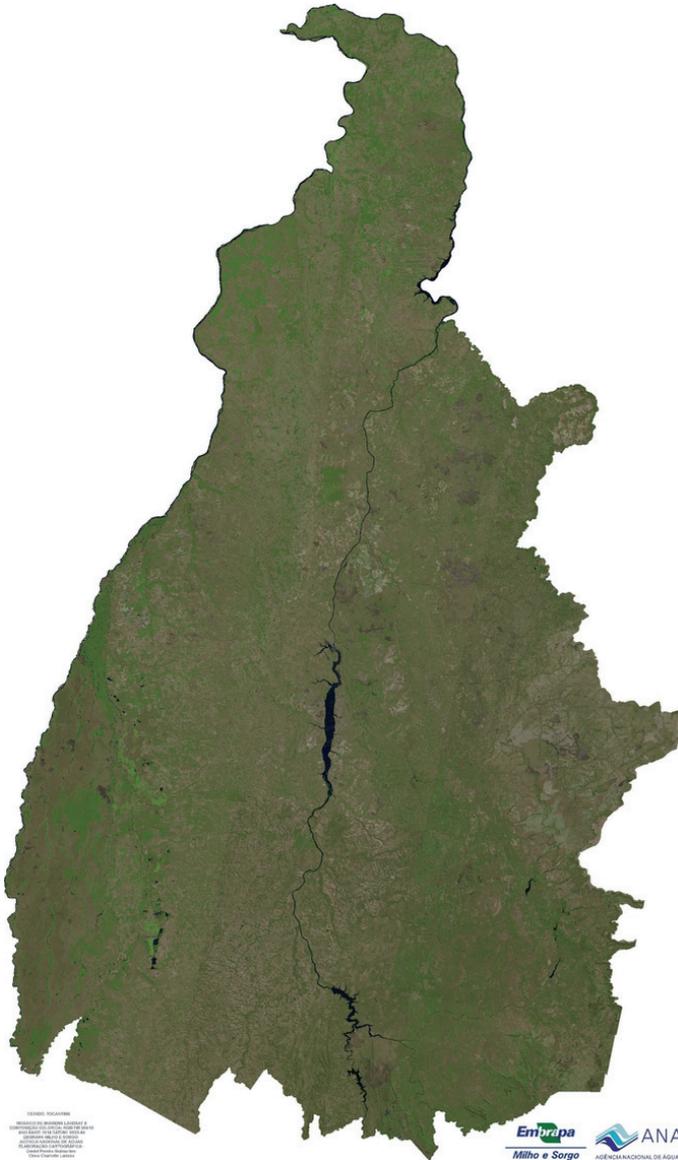


Figura 26. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado de Sergipe, Brasil.



ESTADO: TOCANTINS
MOSAICO DE IMAGENS LANDSAT 8
OBTIDAS EM 2014, ABRANGENDO O
ESTADO DE TOCANTINS, BRASIL. O
MOSAICO FOI GERADO A PARTIR DO
SOFTWARE QGIS 2.18.0 (LAYER
COMPOSITE) E DO PROJETO
PROJ4: +proj=longlat +ellps=WGS84
+datum=WGS84 +srs=EPSG:4326
+no_defs



Figura 27. Mosaico de imagens obtidas pelo satélite Landsat-8 em 2014, abrangendo o Estado de Tocantins, Brasil.

Considerações Técnicas

Em função da variabilidade climática, é possível obter imagens com baixa ocorrência de nebulosidade para quase todos os estados brasileiros durante o intervalo de um ano. A região litorânea, principalmente nas áreas correspondentes ao Recôncavo Baiano, a Alagoas e Sergipe, apresenta a maior frequência de imagens com altos índices de nebulosidade. Na região amazônica, as áreas deficitárias para a obtenção de imagens situam-se no Amapá, Ilha de Marajó e no extremo noroeste do Amazonas, conhecida como Cabeça do Cachorro. Em Minas Gerais, as áreas do Jequitinhonha, Vale do Rio Doce e Zona da Mata são as mais afetadas pela nebulosidade. Outra região de frequente nebulosidade vai do litoral Sul de São Paulo até Paranaguá, no Paraná. Os estados de Alagoas e Sergipe foram os que apresentaram mosaicos de qualidade abaixo do esperado em decorrência da nebulosidade.

Referências

ALMEIDA, J. B.; MOREIRA, A. A.; FERNANDES, F. H. S.; ALMEIDA, R. P.; NERY, C. V. M. O Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da desertificação na região semiárida do Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 2, n. 2, p. 41-49, 2014.

BOLFE, E. L.; OSHIRO, O. T.; TOSTO, S. G.; VICTORIA, D. C.; RONQUIM, C. C.; CARMELLO, I. D.; FORTOLAN, M. R. **Geração do mosaico de Moçambique a partir de imagens do satélite Landsat 8**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2014. 12 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Circular Técnica, 30).

CÂMARA, G.; VALERIANO, D. de M.; SOARES J. V. **Metodologia para o cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia Legal**. São Jose dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006. 24 p.

GANTZEL, O. L. **Avaliação das florestas de Araucária angustifolia (Bert.) O. Ktze do sul do Brasil, através de imagens do Satélite LANDSAT-II**. 1979. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GUASSELLI, L. A.; SALDANHA, D.; SUERTEGARAY, D. M. A.; DUCATI, J. R.; FONTANA, D. C. Macrozoneamento do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 33, p. 1-21, 2006.

HANSEN, M. C.; POTAPOV, P. V.; MOORE, R.; HANCHER, M.; TURUBANOVA, S. A. A.; TYUKAVINA, A.; THAU, D.; STEHMAN, S. V.; GOETZ, S. J.; LOVELAND, T. R.; KOMMAREDDY, A.; A. EGOROV, A.; CHINI, L.; JUSTICE, C. O.; TOWNSHEND, J. R. G. High-resolution global maps of 21st century forest cover change. **Science**, Washington, v. 342, p. 850-853, 2013.

KALAF, R.; BRASILEIRO, R.; CARDOSO, P. V.; CRUZ, B. M. C. Landsat 8: avanços para mapeamento em mesoescala. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 4., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, 2013.

LÚCIO, A. L. M. P. **Levantamento de mapeamentos da vegetação brasileira para auxílio na elaboração de mapas florestais**.

2014. 69 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília.

MIRANDA, E. E. de (Coord.). **Brasil visto do espaço: Goiás e Distrito Federal**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 1 CD-ROM. (Coleção Brasil Visto do Espaço).

RUDORFF, B. F.T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo State (Brazil) using landsat data. **Remote Sensing**, v. 2, n. 4, p. 1057-1076, 2010.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M.; POTT, A. Cobertura vegetal do bioma Pantanal em 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 23., 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2007. p. 1030-1038.

TUCKER, C.; GRANT, D.; DYKSTRA, J. NASA's orthorectified Landsat data set. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Falls Church, v. 70, p. 313-322, 2004.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE - 12559