
IMAGEM SINTÉTICA COM MENOR PROPORÇÃO DE NUVENS OBTIDA A PARTIR DE IMAGENS OLI

LUCAS GONZALES LIMA PEREIRA CALADO
ANA LÚCIA BEZERRA CANDEIAS

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Centro de Tecnologia e Geociências - CTG
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife, PE
lucaslimaufpe@gmail.com, analucia@ufpe.br

RESUMO – Este trabalho tem por objetivo desenvolver um algoritmo que gere uma imagem sintética com menor proporção de nuvens a partir de duas imagens georreferenciadas de uma mesma área e com uma pequena diferença de resolução temporal. Utilizou-se para o experimento imagens do satélite LANDSAT 8, sensor OLI, das datas 15/05/2015 e 31/05/2015, órbita/ponto: 214/066 e composição RGB das bandas 432, ambas com cobertura de nuvens em locais distintos na imagem. Essa solução é de grande interesse para a cartografia e principalmente para áreas com grande recobrimento de nuvens como é o caso do litoral de Pernambuco.

ABSTRACT – This work aims to develop an algorithm that generates a synthetic image with a lower proportion of clouds from two georeferenced images of the same area and a small difference of temporal resolution. Images of the satellite Landsat 8, OLI sensor, dates 5/15/2015 and 5/31/2015, orbit/ point: 214/066 and RGB composition of bands 432, both with cloud cover were in different places of images. This solution is of great interest to cartography and especially for areas with high coverage clouds such as the Pernambuco coast.

1 INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto e as imagens de satélite são utilizadas para os mais variados fins. Porém, a presença de nuvens, e consequentemente de sombras geradas por elas, afeta a visualização e análise dos alvos de interesse. Isto é um grande problema nas cartas temáticas, atualização cartográfica, estudos multitemporais da área, entre outros. No Brasil, o litoral nordestino é recoberto por nuvens o ano inteiro, diminuindo consideravelmente a área útil da imagem a ser analisada dificultando assim os trabalhos nessa região.

Uma automatização para geração de imagens sintéticas com menor proporção de nuvens e sombras vem sendo estudada a partir de técnicas de processamento de imagens. Autores como Choi e Bindschadler (2004); Polidorio, Imai e Tommaselli (2005); Silva, Imai e Polidorio (2007); e Barroso Neto e Candeias (2013) traçam alguns caminhos na obtenção desses produtos.

O trabalho aqui apresentado visa a geração de uma imagem sintética com menor proporção de nuvens a partir de duas imagens obtidas pelo satélite LANDSAT 8, sensor OLI, das datas 15/05/2015 (tempo t_1) e 31/05/2015 (tempo t_2), órbita/ponto: 214/066, composição RGB das bandas 432 e, com nuvens e sombras.

A partir de duas imagens do OLI com mesma órbita/ponto e com o mesmo georreferenciamento, pode-se identificar regiões de nuvens e de sombra a partir da análise pixel a pixel dessas imagens. Caso as nuvens e as sombras estejam em áreas distintas nas duas imagens, a partir do método aqui proposto, pode-se obter um produto sintético que permitirá mostrar maior detalhamento da área que as duas imagens que a originaram. É importante lembrar que a resolução temporal do OLI é de 16 dias e se isso não afetar a visualização dos alvos, o método aqui estudado pode ser aplicado com sucesso em outras áreas mostrando os alvos com menor interferência das nuvens. Também por se tratar de um produto sintético, deve-se observar que haverá níveis de cinza das duas imagens originais para minimizar o efeito de sombras ou nuvens e isto deve ser considerado nas aplicações com este produto.

A área usada envolve uma área próxima ao litoral de Pernambuco e com recobrimento de nuvens. E abrange a Cidade da Copa e a Arena Pernambuco (usada para a Copa das Confederações 2013 e para a Copa do Mundo em 2014) em São Lourenço da Mata (Figura 1).

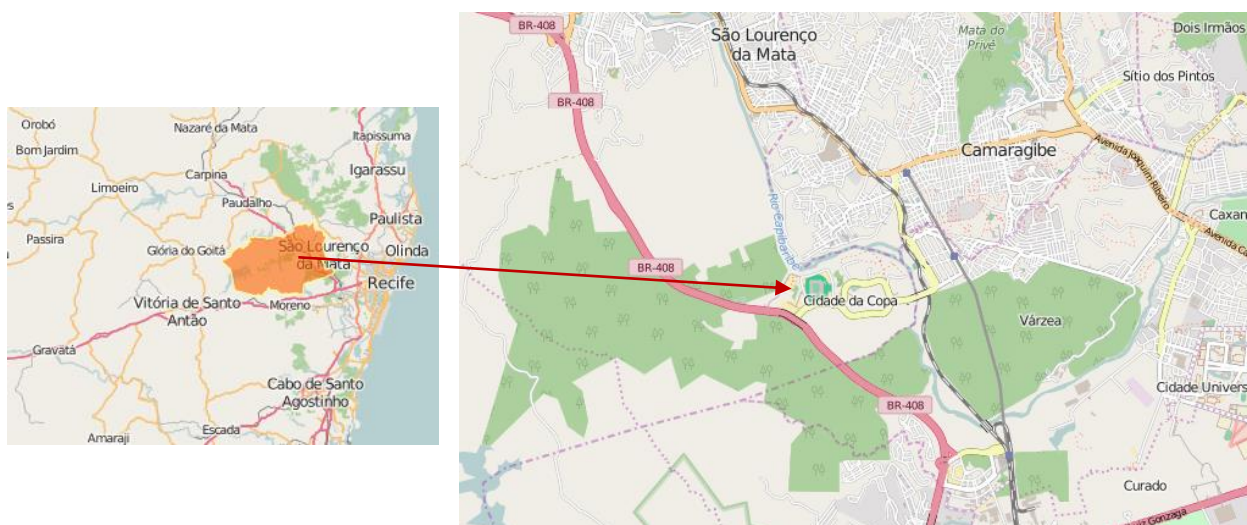


Figura 1 – Área estudada em São Lourenço da Mata, Pernambuco.

Adaptado: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=261370&search=|sao-lourenco-da-mata>

As imagens das duas épocas usadas estão mostradas a seguir e apresentam nuvens e sombras (Figura 2). O desenvolvimento do software para geração da imagem sintética removendo as nuvens foi baseado em Barroso Neto e Candeias (2013) e buscou-se aqui trabalhar com imagens OLI, observar os resultados a partir do brilho, contraste e dos histogramas.



Figura 2 – Imagens do OLI, órbita/ponto 214-066 e composição nas bandas 432.

Este artigo é um resultado do trabalho final da disciplina de processamento de imagens do 2º semestre de 2015 do curso de Engenharia Cartográfica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) ministrado pela professora Ana Lúcia Bezerra Candeias, a qual é coautora deste artigo. E também é um dos resultados do estágio que atualmente o primeiro autor desenvolve no Departamento de Engenharia Cartográfica sob a supervisão dessa professora. Além disso essa abordagem pode ser vista no âmbito da Morfologia Matemática onde se tem as operações de ínfimo (mínimo) e supremo (máximo) (Candeias, 1997) entre duas imagens de entrada para gerar a imagem de sombra e a imagem de nuvem.

2 METODOLOGIA DO TRABALHO

O esquema geral da metodologia é mostrado na Figura 3 e possui os seguintes passos:

1. Leitura das imagens 1 e 2 georreferenciadas e da mesma órbita/ponto com pequena diferença no tempo de aquisição e transformação de 16 bits para 8 bits;
2. Separação das bandas (decomposição RGB);
3. Função para remoção das nuvens e remoção de sombras;

4. Resultado com a imagem sintética sem nuvens (imagem final₁) e imagem sintética sem sombras (imagem final₂) e as respectivas estatísticas.

Na metodologia, as imagens 1 (OLI de 15/05/2015 para o tempo t_1) e imagem 2 (OLI de 31/05/2015) são respectivamente as apresentadas na Figura 1 e com órbita/ponto: 214-066 e composição 432. A área é um recorte na região da Arena Pernambuco. Utilizou-se o MATLAB para o desenvolvimento da programação.

Baseando-se em Barroso Neto e Candeias (2013) foram desenvolvidas as *function* “*remocao_de_nuvem*” e a *function* “*remocao_de_sombra*” e foi gerado uma imagem sem nuvem (imagem final₁) e uma outra imagem sem sombra (imagem final₂), supondo uma análise pixel a pixel de máximo e de mínimo respectivamente. As nuvens são áreas de máximo na imagem e as sombras são as áreas de mínimo. Supõe-se que as imagens estejam em um intervalo [0, 255], onde o zero (‘0’) representa o preto e o duzentos e cinquenta e cinco (‘255’) representa o branco. O diagrama de blocos (Figura 3) mostra de uma forma sucinta a sequência dos passos.

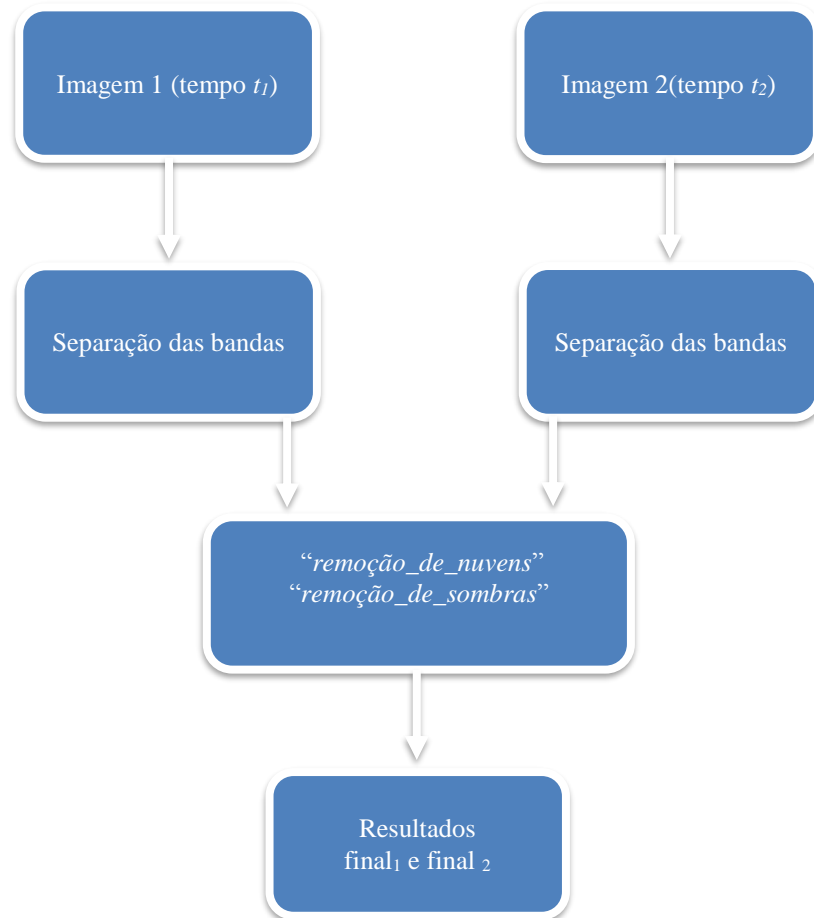


Figura 3 – Diagrama de blocos

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 4 apresenta as imagens de entrada e os resultados obtidos com a aplicação método descrito na seção 2 e apresentado no diagrama de blocos (Figura 3). A função “*remoção_de_nuvens*” gera a imagem da Figura 4(c) e a função “*remoção_de_sombras*” gera a imagem da Figura 4(d).

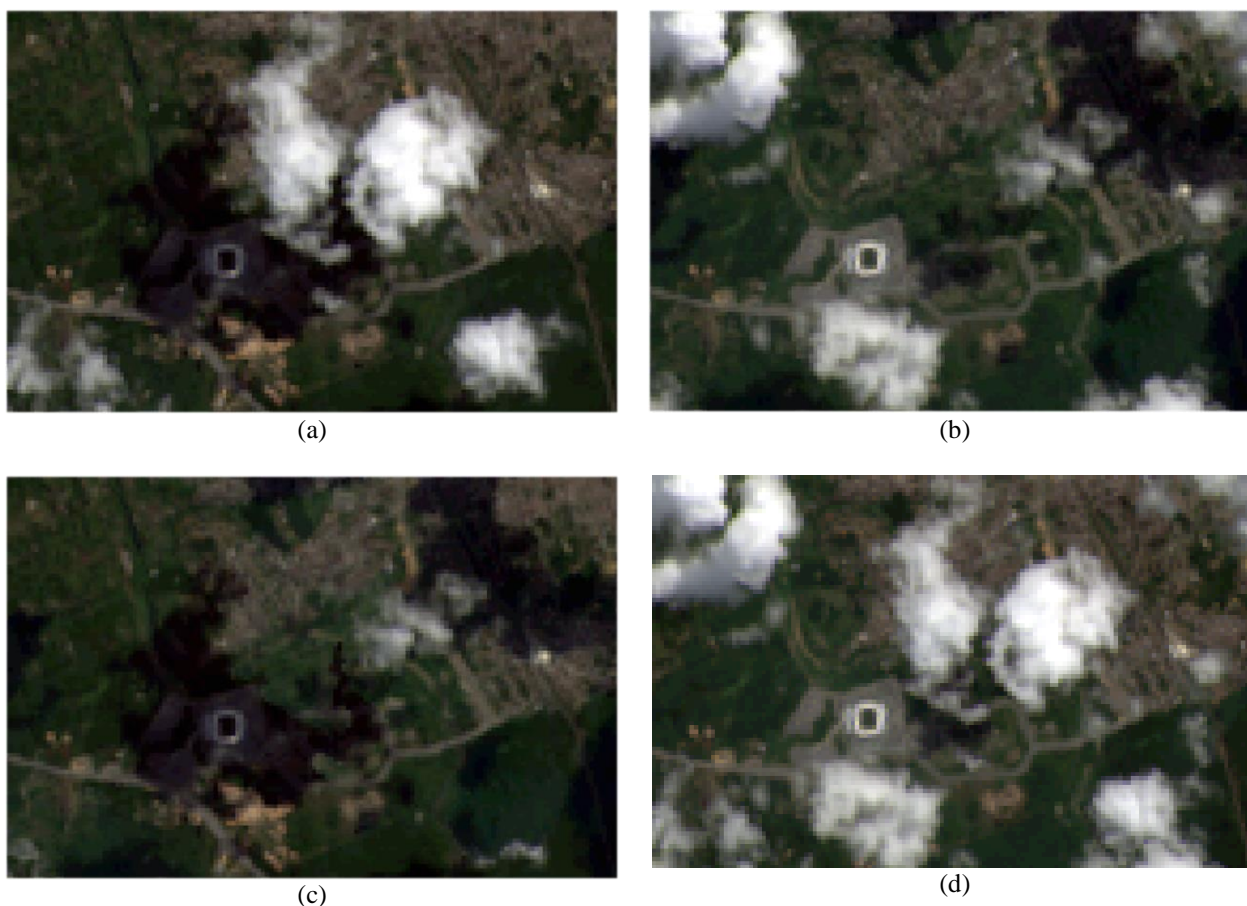


Figura 4 – Geração de imagem com menor proporção de nuvem OLI 432, órbita/ponto: 214-066. (a) OLI de 15/05/2015. (b) OLI de 31/05/2015. (c) Produto sintético gerado sem nuvens. (d) Produto sintético gerado sem sombras

Comprovasse que a modelagem desenvolvida em Barroso Neto e Candeias (2013) funciona bem para as imagens OLI até o cálculo de imagem de mínimo e máximo e tem-se pela Figura 4, que existe a redução das nuvens da nos tempos t_1 e t_2 (Figura 4(c)) e das de sombras (Figura 4(d)) a partir de duas imagens obtidas nos tempos t_1 e t_2 . O resultado da Figura 4(c) possui melhor resultado por ter uma maior visualização de detalhes quando comparado aos outros casos mostrados nas Figura 4(a), (b), (d).

As Tabelas 1 e 2 apresentam respectivamente as estatísticas de média e de desvio padrão que mostram o brilho e o contraste referentes as imagens da Figura 4.

Tabela 1 – Média das imagens

Bandas	Imagem 1	Imagem 2	Imagem de Mínimo	Imagem de Máximo
R	59,4976	63,5723	37,0200	86,0499
G	64,1277	63,8481	39,4563	88,5195
B	55,7854	54,0414	30,1004	79,7264

Tabela 2 – Desvio Padrão das imagens

Bandas	Imagem 1	Imagem 2	Imagem de Mínimo	Imagem de Máximo
R	16,5155	16,5155	5,9648	14,5314
G	16,546	22,1607	5,2066	14,5219
B	18,4737	24,4815	5,7175	15,4582

Os gráficos apresentados nas Figuras 5 e 6 mostram as estatísticas das bandas 432 reais e 432 sintéticas, associadas aos canais RGB. Tem-se que, no caso da média (brilho geral da imagem), a imagem de mínimo apresenta menor brilho e a imagem de máximo apresenta o maior brilho em relação as imagens de entrada (Imagem 1 e Imagem 2). Por outro lado, para o desvio padrão (contraste geral da imagem), as imagens originais (Imagem 1 e Imagem 2) possuem maior contraste que as imagens de mínimo e de máximo. A imagem de mínimo é a que possui menor desvio padrão. Essas variações na média e desvio padrão para as imagens da Figura 4 são regidas pelas nuvens e sombras presentes.

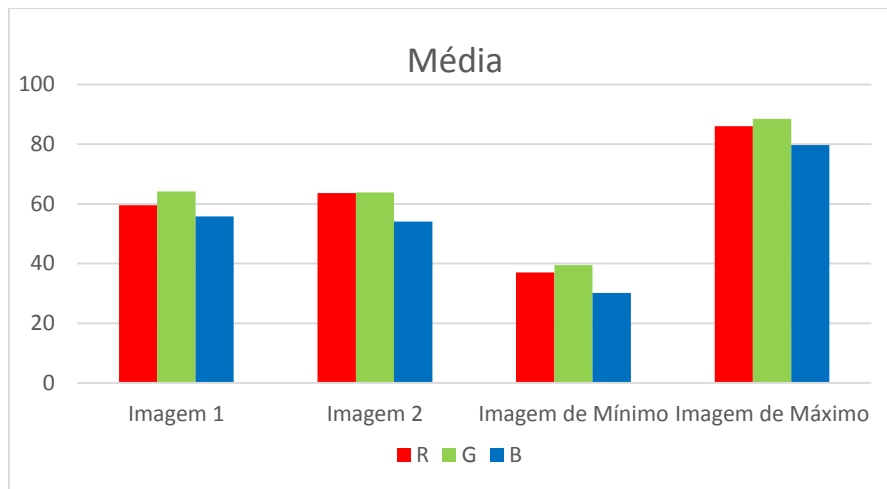


Figura 5 – Gráfico das médias das bandas associadas aos canais RGB

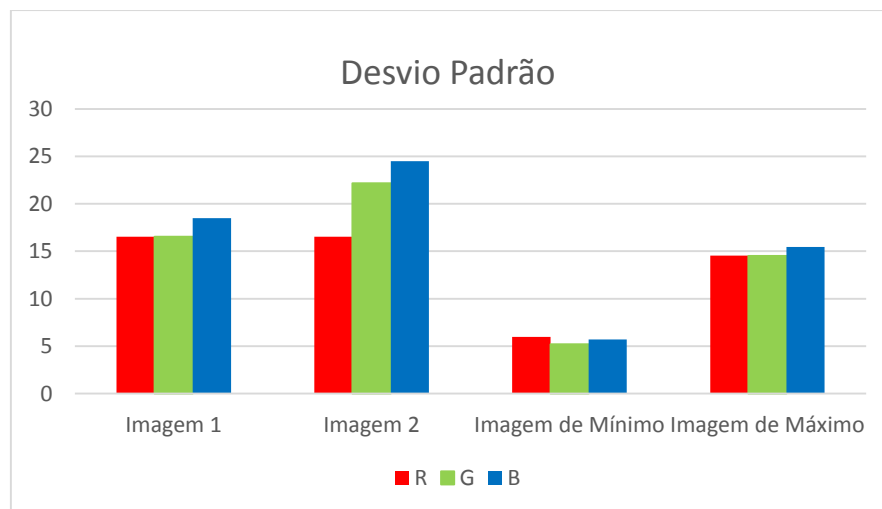


Figura 6 – Gráfico dos desvios padrões das bandas associadas aos canais RGB

As imagens de entrada OLI de 15/05/2015 e 31/05/2015 (Figura 4(a) e 4(b)) apresentam histogramas aproximadamente semelhantes. A imagem de mínimo (Figura 4(c)) é a que possui menor contraste e isso pode ser visto também pelos histogramas apresentados na Figura 7(g), 7(h) e 7(i). Os histogramas vistos na Figura 7(j), 7(k) e 7(l) da Figura 4(d) (imagem de máximo) mostram uma redução nos níveis de cinza próximos a zero (sombras) e um acréscimo nos níveis de cinza próximos a 255 (nuvens). As variações nos histogramas da Figura 7 existem pela presença das nuvens e sombras das imagens de entrada e saída (Figura 4).

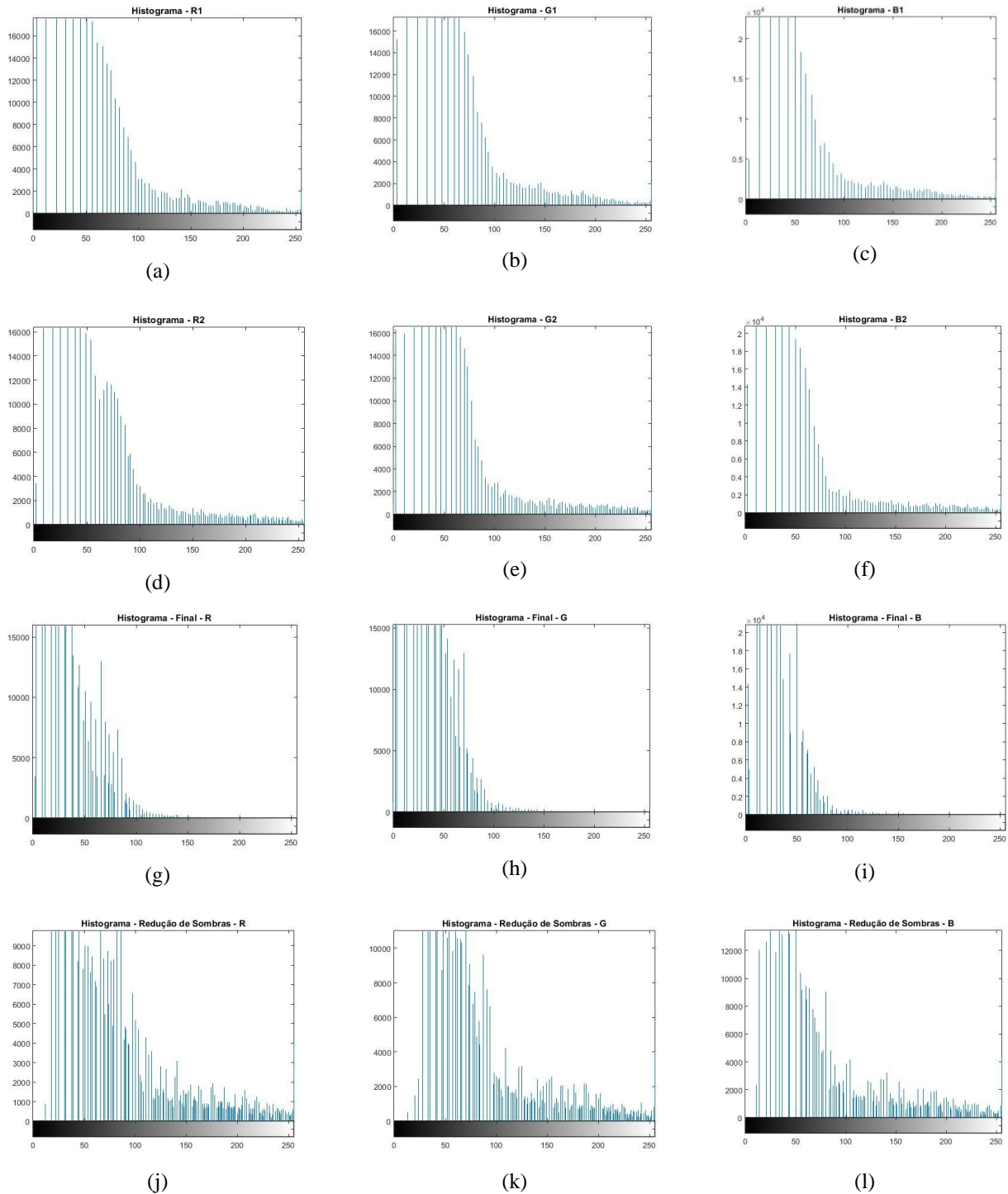


Figura 6 – Histogramas das imagens para geração de imagem com menor proporção de nuvem OLI 432, órbita/ponto: 214-066. (a) Banda 4 (R), OLI de 15/05/2015. (b) Banda 3 (G), OLI de 15/05/2015. (c) Banda 2 (B), OLI de 15/05/2015 (d) Banda 4 (R), OLI de 31/05/2015. (e) Banda 4 (G), OLI de 31/05/2015. (f) Banda 4 (B), OLI de 31/05/2015. (g) Produto sintético da banda 4 sem nuvens (R). (h) Produto sintético da banda 3 sem nuvens (R) (i) Produto sintético da banda 2 sem nuvens (B) (j) Produto sintético da banda 4 sem sombras (R). (k) Produto sintético da banda 4 sem sombras (G). (l) Produto sintético da banda 4 sem sombras (B).

Comparando-se visualmente na Figura 7 (destacando-se as regiões 1, 2 e 3 dos círculos em amarelos), os resultados obtidos aqui com as imagens OLI, com a implementação em Barroso Neto e Candeias (2013) observa-se que na geração de imagem com menor proporção de nuvem OLI 432, órbita/ponto: 214-066, o produto sintético gerado sem

nuvens possui melhor visualização dos alvos que o produto sintético gerado sem sombras e também melhor que produto sintético gerado a partir de em Barroso Neto e Candeias (2013).

Observou-se que o comportamento do algoritmo de Barroso Neto e Candeias (2013) não possui boa resposta quando as imagens de entrada são reais e com suas respectivas nuvens e sombras.

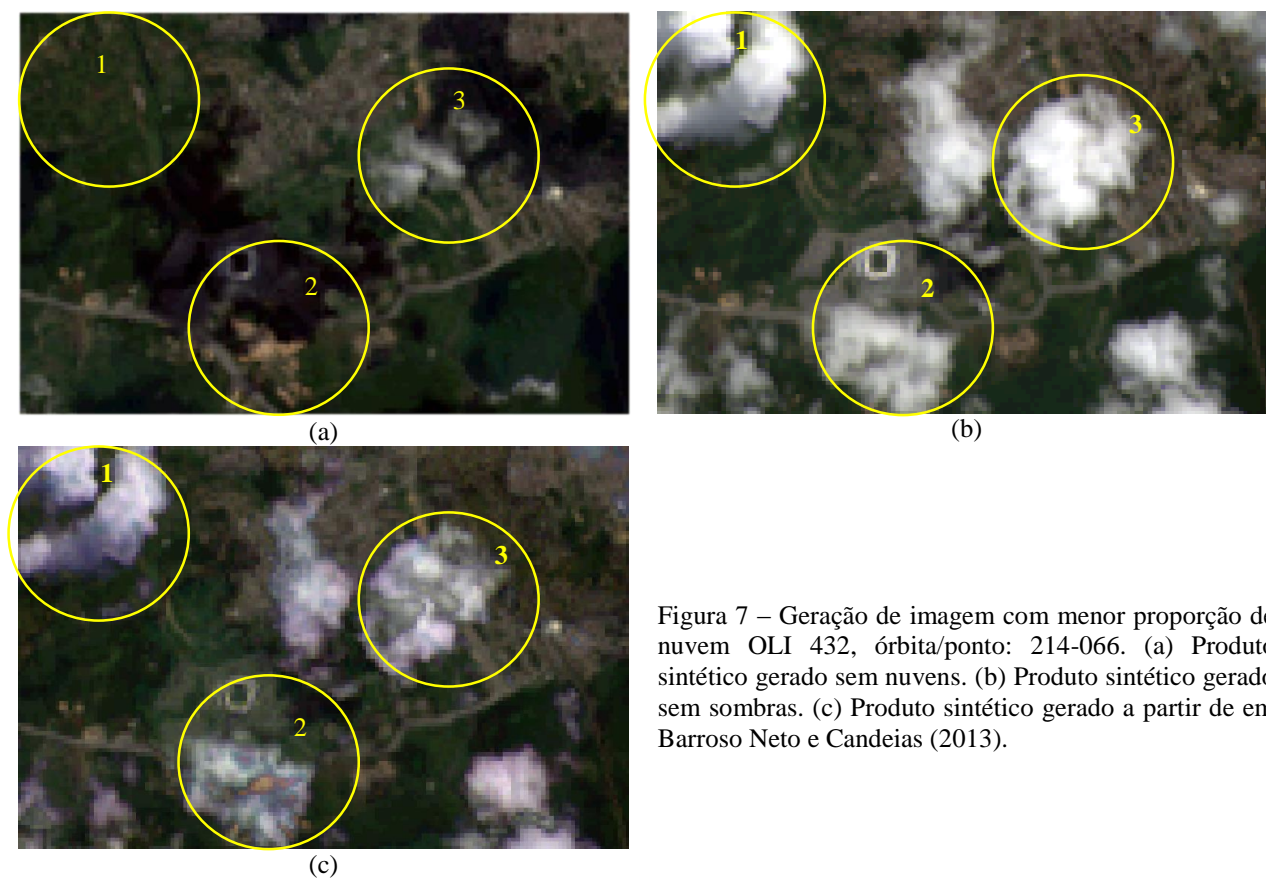


Figura 7 – Geração de imagem com menor proporção de nuvem OLI 432, órbita/ponto: 214-066. (a) Produto sintético gerado sem nuvens. (b) Produto sintético gerado sem sombras. (c) Produto sintético gerado a partir de em Barroso Neto e Candeias (2013).

4 CONCLUSÕES

O algoritmo de Barroso Neto e Candeias (2013) não funciona bem para gerar uma imagem OLI sintética com menor proporção de nuvem a partir de duas imagens com nuvens e sombras OLI. Naquele artigo só havia sido testado para imagens de entrada sintéticas.

Neste trabalho tem-se uma abordagem de mínimo (ínfimo) e máximo (supremo) na obtenção de uma imagem sintética com menor proporção de nuvem e supondo que as imagens de entrada são do sensor OLI. Observou-se que se tem um melhor resultado para imagem sintética quando se aplica a abordagem de mínimo. Ela é a mais adequada para a visualização dos alvos apesar de possui um valor de brilho e contraste menores.

Está sendo estudado pelos autores um método mais eficiente de extrair também a sombra e gerar um resultado mais eficiente que o apresentado na Figura 4 (c).

É importante observar que as nuvens e as sombras devem estar em áreas distintas nas duas imagens, para se obter um produto sintético com menor proporção de nuvens. Isto permitirá mostrar maior detalhamento da área que as duas imagens que a originaram.

Ressalta-se que a resolução temporal do OLI é de 16 dias e se, isso não afetar a visualização dos alvos, o método pode ser aplicado para mostrar esses alvos com menor interferência das nuvens. Lembra-se que, por se tratar de um produto sintético, deve-se observar que existirá níveis de cinza das duas cenas na imagem gerada e isto deve ser considerado nas aplicações com este produto.

Uma análise do realce das imagens de entrada levará a se obter produtos sintéticos com menos variação dos níveis de cinza e gerando uma percepção maior de continuidade. Recomenda-se também minimizar o efeito atmosférico das duas imagens de entrada para gerar um melhor resultado de imagem sintética. Além disso recomenda-se trabalhar com imagens OLI com seus 16 bits originais (resolução radiométrica).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao LAINFO (Laboratório de Informática) do Departamento de Engenharia Cartográfica e ao processo CNPq processo 311120/2014-8.

Referências Bibliográficas

BARROSO NETO, J. A., CANDEIAS, Ana Lucia Bezerra. **Uso do MATLAB na geração de imagem sintética com menor proporção de nuvem.** Anais III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife – PE, 27-30 de Julho de 2010, p. 1 - 5.

CANDEIAS, A. L.B. **Aplicação da Morfologia Matemática à análise de imagens de sensoriamento remoto.** 1997. 187 f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Aplicadas, São José dos Campos, SP, 1997. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/rep/dpi.inpe.br/analucia/1996/10.14.12.27?mirror=sid.inpe.br/banon/2001/04.06.10.52.39&metadataarepository=sid.inpe.br/banon/2001/04.03.15.37.23>

CHOI, H., BINDSCHADLER, R. **Cloud detection in Landsat imagery of ice sheets using shadow matching technique and automatic normalized difference snow index threshold value decision.** *Remote Sensing of Environment* 91 (2004) p.237–242

POLIDORIO, A. M., IMAI, N. N., TOMMASELLI, A. M. G. **Correção radiométrica das imagens multiespectrais CBERS e LANDSAT ETM usando atributos de reflectância e de cor.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005, p. 4241-4248.

SILVA, W. A.; IMAI, N. N.; POLIDORIO, A. M. **Detecção de nuvens e sombras em imagens CCD/CBERS por correlação de pontos candidatos.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais... Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 6199-6206.