

## DISPONIBILIDADE DE IMAGENS LANDSAT-TM PARA O ESTUDO DE SÉRIES TEMPORAIS NO BRASIL

Tássia Borges Arantes<sup>1</sup>, Luis Marcelo Tavares de Carvalho<sup>1</sup>, Isabela Belchior<sup>1</sup>, Lizandra Araújo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Câmpus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras – MG. tassiabarantes@gmail.com; passarinho@dcf.ufla.br; isabela\_bbelchior@hotmail.com; lizaengflorestal@gmail.com

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade de imagens Landsat-TM em diferentes locais do território brasileiro. As análises foram realizadas em 17 cenas, verificadas no site <https://earthexplorer.usgs.gov/>, utilizando o filtro *Land Cloud Cover* e analisando os meses em que havia maior disponibilidade de imagens com menos de 20% de cobertura de nuvens. Essa disponibilidade varia entre regiões, biomas e climas. Assim, o mês de agosto apresentou maior disponibilidade, com 414 imagens, enquanto que o mês de fevereiro apenas 106. Os meses entre junho e setembro apresentaram a maior quantidade de imagens com menos nuvens. A cena 002/61 (184), na Amazônia, foi a que apresentou maior quantidade de imagens com mais de 80% de cobertura de nuvens, em contrapartida a que apresentou menor quantidade foi a 218/70 (40), na Caatinga. A escassa disponibilidade de imagens e a frequente cobertura de nuvens dificulta o estudo de séries temporais em regiões tropicais.

**Palavras-chave** — cobertura de nuvem, bioma, clima.

### ABSTRACT

*The objective of this work was to evaluate the availability of Landsat-TM images in different locals in Brazil. The analysis was done in 17 scenes on the site <https://earthexplorer.usgs.gov/> using Land Cloud Cover filter and analyzing the months with greater availability of images with less 20% cloud cover. This availability varies between regions, biomes and climates. August month presented highest availability, 414 images, while February, just 106. The months between June and September present more images with less cloud. The scene 002/61 (184), in Amazônia, presented highest quantity of images with more 80% cloud cover; and with less quantity, the 218/70 (40), Caatinga. The scarce images availability and frequent cloud cover hamper the time series studies in tropical regions.*

**Key words** — cloud cover, biome, climate.

### 1. INTRODUÇÃO

A série de satélites Landsat está em órbita desde a década de 70, sendo um dos mais utilizados por cientistas para o estudo de fenômenos que ocorrem na superfície terrestre. Já foram

lançados oito satélites, sendo o Landsat 5 o que ficou mais tempo em operação, lançado em 1984 e desativado em 2013 [1]. Estava a bordo do Landsat 5 o sensor TM – *Thematic Mapper*, com resolução espacial de 30 metros, temporal de 16 dias, radiométrica de 8 bits e espectral de 7 bandas no espectro eletromagnético, no intervalo de 0,45 a 2,35  $\mu\text{m}$  [2].

Devido a suas características e ao fato de que seus dados estão disponíveis gratuitamente, o Landsat-TM é um dos mais utilizados para estudo de séries temporais, com o qual é possível avaliar o perfil temporal e os componentes de tendência e sazonalidade de diferentes feições da paisagem. A análise de uma série temporal permite, por exemplo, saber se houve mudança na paisagem e como ela ocorreu: abrupta, quando ocorre num curto intervalo de tempo; gradual, ocorrendo em intervalo de tempo maior; e mudança sazonal, ocorrida devido a variações climáticas [3,4,5].

Porém, em regiões tropicais, a frequente cobertura de nuvens pode comprometer ou mesmo inviabilizar a análise dos dados e aliado a isso algumas imagens Landsat não estão disponíveis em certas datas, dificultando o uso contínuo destas imagens para estes estudos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade de imagens Landsat-TM em diferentes locais do território brasileiro.

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Existem no total 382 cenas Landsat-TM que cobrem o território nacional. Para a escolha das cenas, foi realizada uma aleatorização simples, mas separando as cenas por bioma: Amazônia (6), Caatinga (2), Cerrado (4), Mata Atlântica (2), Pampa (1) e Pantanal (1), melhorando a sua representatividade. Para contemplar além dos biomas, os diferentes climas, foi acrescentada uma cena para análise (218/66), no bioma Caatinga, totalizando 17 cenas (aproximadamente 4% do total), conforme Tabela 1. As cenas distribuídas entre os biomas estão demonstradas na Figura 1.

A seguir, a descrição de cada clima [6,7]:

**Af** – Clima equatorial ou tropical úmido; temperatura mínima > 18°C; precipitação mínima > 60 mm (inexistência de estação seca definida).

**Am** – Equatorial de monção; temperatura mínima > 18°C; precipitação anual média > 1500mm; precipitação do mês mais seco < 60 mm.

**As** – Clima tropical com estação seca de verão; temperatura mínima > 18°C; precipitação mínima < 60 mm no verão.

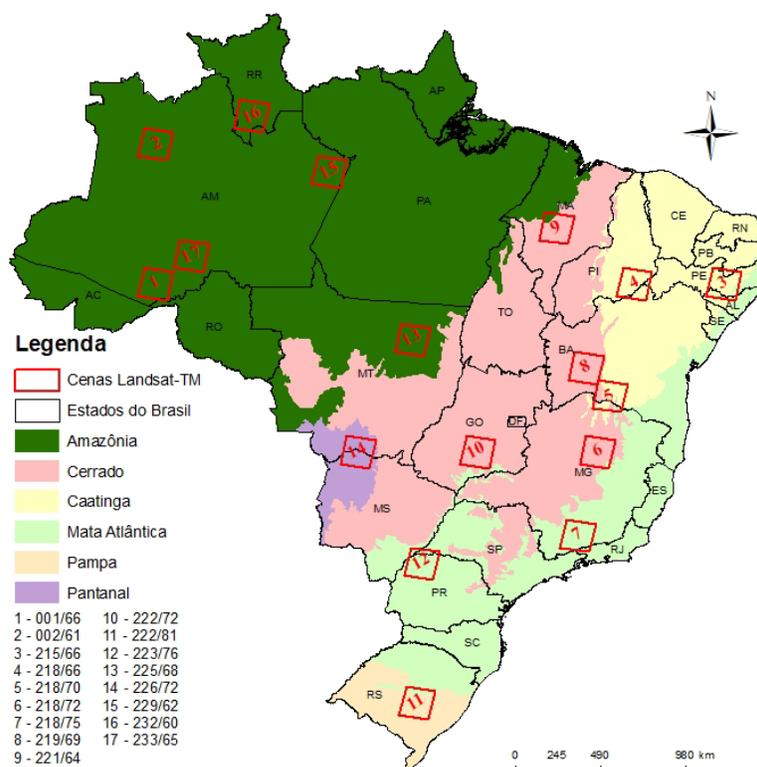


Figura 1. Localização das cenas Landsat-TM utilizadas neste estudo nos biomas brasileiros.

Tabela 1. Cenas Landsat-TM (órbita/ponto) para cada bioma e suas respectivas classificações climáticas.

Bioma	Órbita/ Ponto	Clima*
Amazônia	001/66	Transição entre Am e Aw
	002/61	Af
	225/68	Aw
	229/62	Am
	232/60	Af
Mata Atlântica	233/65	Transição entre Am e Af
	218/75	Transição entre Cwa, Cwb, Cfa e Cfb
Caatinga	223/76	Transição entre Cfa e Aw
	215/66	Transição entre As e Aw
	218/66	Bsh
Cerrado	218/70	Aw
	218/72	Transição entre Aw e Cwa
	219/69	Aw
	221/64	Aw
Pampa	222/72	Aw
Pantanal	222/81	Cfa
	226/72	Aw

\* Segundo a classificação de Köppen [6].

**Aw** – Clima tropical com estação seca de inverno; temperatura mínima > 18°C; precipitação mínima < 60 mm no inverno.

**Bsh** – Clima árido (clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude); precipitação anual < 500 mm; temperatura média anual > 18°C.

**Cwa** – Clima temperado úmido com inverno seco e verão quente; temperatura mínima varia entre -3°C a +18°C; verão chuvoso; temperatura média do mês mais quente > 22°C.

**Cwb** – Clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado; temperatura mínima varia entre -3°C a +18°C; verão chuvoso; temperatura média do mês mais quente < 22°C e nos meses mais quentes > 10°C.

**Cfa** – Clima temperado úmido com verão quente; temperatura mínima varia entre -3°C a +18°C; precipitação bem distribuída ao longo do ano; inexistência de estação seca definida; temperatura média do mês mais quente > 22°C.

**Cfb** – Clima temperado úmido com verão temperado; temperatura mínima varia entre -3°C a +18°C; precipitação bem distribuída ao longo do ano; inexistência de estação seca definida; temperatura média do mês mais quente < 22°C e nos meses mais quentes > 10°C.

As análises de disponibilidades de imagens foram feitas no site <https://earthexplorer.usgs.gov/>, onde é possível aplicar filtros específicos para o download das mesmas. O produto utilizado foi o *Landsat Collection 1 Level-2 (On-Demand)* - Landsat-5 (sensor *Thematic Mapper - TM*), onde as imagens passam por um processo de correção radiométrica e

atmosférica por meio do LEDAPS – *Landsat Disturbance Adaptive Processing System* [8]. O filtro utilizado foi o *Land Cloud Cover*, possibilitando a escolha das imagens de acordo com a porcentagem de cobertura de nuvens, variando entre 10 e 100% (em intervalos de 10). Para este trabalho, foram analisadas a quantidade de imagens disponíveis com os seguintes percentuais: menos que 10%, entre 10 e 20%, entre 20 e 40%, entre 40 e 60%, entre 60 e 80% e acima de 80%. Também foram analisados os meses em que havia maior disponibilidade de imagens com menos de 20% de cobertura de nuvens. Não foi aplicado nenhum filtro para data, portanto, foram contempladas todas as imagens disponíveis entre 1984 e 2011.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve uma grande variação da disponibilidade de imagens para as diferentes cenas analisadas. Para a menor porcentagem de cobertura de nuvens (<10%), a cena com menos imagens foi a 002/61, localizada na região noroeste do estado do Amazonas, e a com mais imagens foi a cena 219/69, localizada na região oeste do estado da Bahia, no bioma Cerrado, apresentando uma variação de 84%. Analisando o total de imagens disponíveis, independente da cobertura de nuvens, a cena com menos imagens foi a 221/64, no Cerrado (região central do estado do Maranhão) e a com mais imagens foi a cena 001/66, na Amazônia (região de fronteira com Acre e Rondônia), mas que apresentou 32,92% das imagens com mais de 80% de cobertura de nuvem, enquanto que a primeira, apenas 24,09%. A cena com maior quantidade de imagens com mais de 80% de cobertura de nuvens foi a 002/61 (184 imagens), já citada anteriormente e com menor quantidade, a cena 218/70 (40 imagens), na Caatinga.

Na Figura 2 pode-se observar a quantidade de imagens Landsat-TM de acordo com o percentual de cobertura de nuvens e o total de imagens para cada cena. No bioma Amazônia, observa-se que das seis cenas, apenas uma (225/68) possui maior quantidade de imagens com menos de 10% de cobertura de nuvens. Já, para as outras cinco, o maior quantitativo se encontra na faixa acima de 80%. A cena 225/68 é a única do bioma Amazônia com o clima típico do Cerrado (Aw).

As cenas 219/69 e 221/64 fazem parte do bioma Cerrado e da classificação climática Aw. Apesar disso, a primeira possui 255 imagens disponíveis com menos de 20% de cobertura de nuvem, enquanto a segunda possui apenas 115. Porém, vale ressaltar que a cena 219/69 se encontra no bioma Cerrado, próxima ao bioma Caatinga e a 221/64 também no bioma Cerrado, entretanto mais próxima do bioma Amazônia.

Também foi analisado em quais meses do ano havia mais imagens disponíveis com cobertura de nuvem abaixo de 20%. O mês de agosto é o que apresenta maior disponibilidade de imagens (considerando a soma de todas as cenas), com 414, já o mês de fevereiro possui a menor disponibilidade, com apenas 106 imagens. Analisando cena a cena, algumas não

seguem esse mesmo padrão. Por exemplo, para a cena 232/60, a maioria das imagens disponíveis se concentram no mês de outubro, mas sua distribuição é bem uniforme ao longo do ano. Essa cena pertence ao clima Af, cuja característica é a inexistência de estação seca definida. Exemplo parecido, a cena 222/81 também possui imagens com menos de 20% de cobertura de nuvens bem distribuídas ao longo do ano, o que coincide com a classificação climática Cfa, cuja precipitação é bem distribuída ao longo do ano. A cena 215/66 possui mais imagens disponíveis entre setembro e março e menos imagens entre abril e agosto. O clima é uma transição entre As e Aw, sendo a característica do As estação seca de verão.

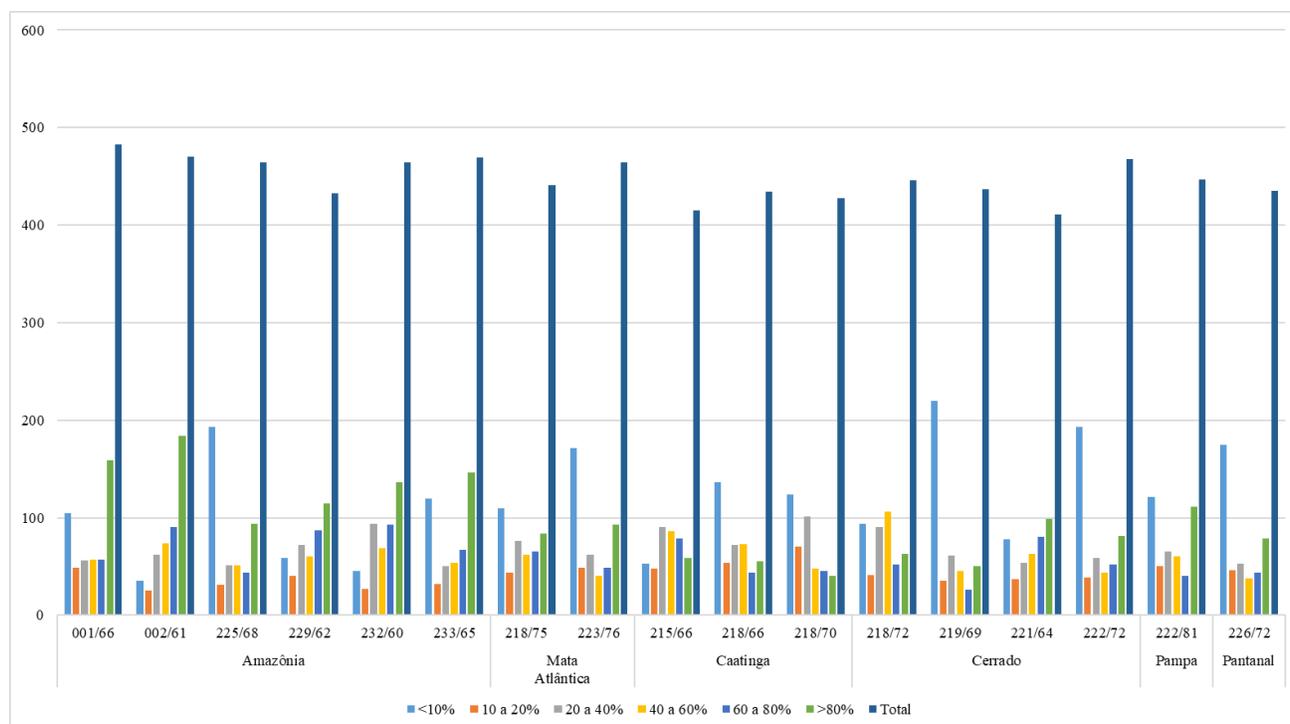
Além da cobertura de nuvens, algumas imagens não estão disponíveis em determinadas datas. Pegando como exemplo a cena 001/66, que apresentou o maior número de imagens (483 imagens), considerando a frequência temporal de 16 dias da Landsat-TM, com a primeira imagem disponível em março de 1984 e a última em novembro de 2011, teríamos 633 imagens, mas apenas 483 estão disponíveis para download, uma diferença de 150.

A frequência temporal vai depender do tipo de estudo a ser realizado. Para identificação de mudanças que ocorrem num curto intervalo de tempo, como por exemplo ciclos rápidos de perturbação/regeneração, a alta frequência temporal é desejada [9], bem como para estudos da sazonalidade [10]. Já uma baixa frequência temporal pode ser suficiente para capturar processos lentos, como estresse climático prolongado, poluição ou ataque de insetos [9].

Uma alternativa para o estudo de séries temporais em regiões com poucas imagens disponíveis, seria o método BAP (*Best Available Pixel*), o qual cria imagens compostas pelos melhores pixels escolhidos dentre diversas imagens, com base em critérios como data de aquisição, opacidade atmosférica, proximidade a nuvem ou sombra de nuvem [11]. Outra alternativa possível são os métodos de fusão de imagens, como por exemplo o STARFM (*Spatial and temporal Adaptive Reflectance Fusion Model*), o qual prediz valores de reflectância com a mesma resolução espacial de imagens Landsat-TM [12]. O algoritmo utiliza uma imagem TM e um par de imagens MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectro-radiometer*), e o produto resultante é uma imagem com a resolução espacial equivalente à base de dados TM e resolução temporal equivalente à base de dados MODIS [12].

### 4. CONCLUSÕES

Este trabalho foi feito com objetivo de avaliar a disponibilidade de imagens Landsat-TM pelo território brasileiro. Conclui-se que essa disponibilidade varia entre regiões, biomas e climas. Algumas cenas apresentam mais imagens, outras menos. Para a maioria delas, os meses entre junho e setembro são os que apresentam a maior quantidade de imagens com menos nuvens.



**Figura 2. Quantidade de imagens Landsat-TM por cena de acordo com o percentual de cobertura de nuvens e o total de imagens.**

Mas, de maneira geral, as cenas não apresentaram uma sequência temporal de imagens disponíveis a cada 16 dias, o que dificulta estudos de séries temporais que necessitam de uma alta frequência temporal, como por exemplo, estudos da sazonalidade. Essa é uma característica das regiões tropicais. Algumas das alternativas possíveis seria utilizar o método BAP, para criar imagens compostas, ou o método de fusão de imagens, como por exemplo o STARFM.

## 5. REFERÊNCIAS

- [1] United States Geological Survey. *Landsat: a global land-imaging mission*. Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/fs/2012/3072/fs2012-3072.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2014.
- [2] National Aeronautics and Space Administration. *About Landsat*. Disponível em: <<http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/tm.html>>. Acesso em: 24 out. 2012.
- [3] Verbesselt, J. et al. Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series. *Remote Sensing of Environment*, New York, v. 114, n. 1, p. 106-115, Jan. 2010a.
- [4] Verbesselt, J. et al. Phenological change detection while accounting for abrupt and gradual trends in satellite image time series. *Remote Sensing of Environment*, New York, v. 114, n. 12, p. 2970-2980, Dec. 2010b.
- [5] Verbesselt, J.; Zeileis, A.; Herold, M. Near real-time disturbance detection using satellite image time series. *Remote Sensing of Environment*, New York, v. 123, p. 98-108, Aug. 2012.
- [6] Kottek, M. et al. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, v. 15, n. 3, p. 259-263, June 2006. Disponível em: <<http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm>>. Acesso em: 11 jun. 2014.
- [7] Universidade Federal de Goiás. *Classificação climática de Köppen-Geiger*. Disponível em <[https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica\\_o\\_Clim\\_tica\\_Koppe\\_n.pdf](https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica_o_Clim_tica_Koppe_n.pdf)>. Acesso em 04 out. 2018.
- [8] Masek, J. G. et al. A Landsat surface reflectance dataset. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, New York, v. 3, n. 1, p. 68-72, 2006.
- [9] Hughes, M.J.; Kaylor, S. D.; Hayes, D. J. Patch-Based Forest Change Detection from Landsat Time Series. *Forests*. v. 8, n. 166, p. 1-22, 2017
- [10] Jönsson, P.; Eklundh, L. TIMESAT: a program for analyzing time-series of satellite sensor data. *Computers & Geosciences*, New York, v. 30, n. 8, p. 833-845, Oct. 2004.
- [11] White et al. Pixel-Based Image Compositing for Large-Area Dense Time Series Applications and Science. *Canadian Journal of remote Sensing*. v. 40, n. 3, p. 192-212, jun. 2014.
- [12] GAO, F. et al. On the blending of the Landsat and MODIS surface reflectance: predicting daily landsat surface reflectance. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, New York, v. 44, n. 8, p. 3287-3319, Oct. 2006.