

# PRÉ-PROCESSAMENTO DE IMAGENS ORBITAIS VISANDO O ESTUDO DE DETECÇÃO DE MUDANÇAS

Felipe Gonçalves Amaral<sup>1</sup>

Marcelo Bueno de Abreu<sup>2</sup>

Carla Bernadete Madureira Cruz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Ciências Matemáticas e da Terra – Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento/UFRJ;

<sup>2</sup> Doutorando em Geografia/UFRJ

<sup>3</sup> Professora Dra. do Departamento de Geografia/UFRJ  
Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais  
219490-900 – Rio de Janeiro – RJ, Brasil  
{f.g.amaral19, buenodeabreu, carlamad} @gmail.com

## ABSTRACT

The use of remote sensing has been very important in many areas of study, one of them are the temporal analysis of various types that have been conducted for environmental analysis, urban, agricultural, oceanographic, climatic, etc. The dynamic characteristics of spatial parameters, spectral and temporal landscape multi-temporal data are essential for the generation of dynamic information. For these studies the pre-processing of images is fundamental for the results obtained are significant and reliable. This preprocessing ranges from geometric adjustment, which must be in a subpixel level, as the radiometric where the gray levels in the invariant areas within the timeline need to be studied very close. This study aims to compare and evaluate methods for pre-processing images of a time series of four dates 30 years apart from the Landsat series 1984 (TM) 1994 (TM) 2007 (TM) and 2014 (OLI) aimed at standardizing the images using the atmospheric correction and radiometric normalization. The application tests on areas represented by forests, exposed soil and urban areas, to assess the homogeneity of each cover, allowed the comparison of the results of the different methods used.

## INTRODUÇÃO

O uso do Sensoriamento Remoto tem sido muito importante em diversas áreas de estudo, entre as quais as análises temporais de diversos tipos que vem sendo realizadas em estudos ambientais, urbanos, agrícolas, oceanográficos, climatológicos. O estudo da componente temporal associado às informações espaciais e espectrais pode revelar os padrões e a complexidade de processos sobre a dinâmica de uso do solo e monitoramento ambiental (Bruzzone et al., 2003). Pelas características dinâmicas dos parâmetros espaciais, espectrais e temporais da paisagem, os dados multitemporais são essenciais para a geração de informações que possibilitem a compreensão dessa dinâmica.

Os principais estudos relacionados à dinâmica da cobertura do solo são normalmente conduzidos de dois modos: fazendo-se a classificação individualizada por data para somente a posteriori, efetuar a análise das mudanças, normalmente com o apoio de um SIG; ou mapeando-se diretamente as mudanças através de uma análise integrada de múltiplas datas.

Para que os resultados obtidos sejam expressivos e confiáveis nesses estudos é fundamental um bom investimento no pré-processamento das imagens.

Esse pré-processamento considera o ajuste geométrico, que precisa garantir que as diferenças de posicionamento das imagens seja em nível de subpixel, e o radiométrico, onde as respostas espectrais em áreas consideradas invariantes em todo o espaço temporal estudado necessitam estar muito próximas. Desta forma, efetuam-se correções geométricas para o ajuste posicional das imagens multitemporais; atmosféricas para o ajuste das curvas espectrais, cuja distorção é causada pela interferência atmosférica; e radiométricas que buscam a equalização espectral entre datas.

Em análises de mesoescala os sensores da série LANDSAT são muito usados por sua característica espectral, que considerada intervalos de comprimento de ondas que vão do visível ao infravermelho termal; e pela disponibilidade gratuita de imagens obtidas em mais de 40 anos, possibilitando uma investigação temporal maior.

O presente trabalho tem como objetivo a comparação e a avaliação de métodos de pré-processamento de imagens de uma série temporal de quatro datas com intervalo de 30 anos da série LANDSAT, 1984 (TM), 1994 (TM), 2007 (TM) e 2014 (OLI) que visam a uniformização das imagens usando a correção atmosférica e a normalização radiométrica. São realizados testes em áreas de coberturas florestadas e urbanas para avaliação da variação da assinatura espectral de alvos considerados invariantes.

## **METODOLOGIA**

A área de estudo escolhida segue o recorte da cena LANDSAT que cobre a Região dos Lagos e a Bacia do Rio São João, localizadas no Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). Essa área possui grande diversidade de paisagens e uma dinâmica temporal complexa, causada nos últimos anos pelo processo de migração populacional e consequente crescimento de áreas urbanas frente às paisagens naturais, tanto as florestadas como as não florestadas.

A área engloba as principais cidades litorâneas do estado, como Cabo Frio, Búzios, Rio das Ostras, além de envolver a Rebio de Poço das Antas e a APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, áreas de proteção da Mata Atlântica. Desta forma,

pode-se detectar áreas que estão conservadas ou foram desmatadas e até recuperadas no período.

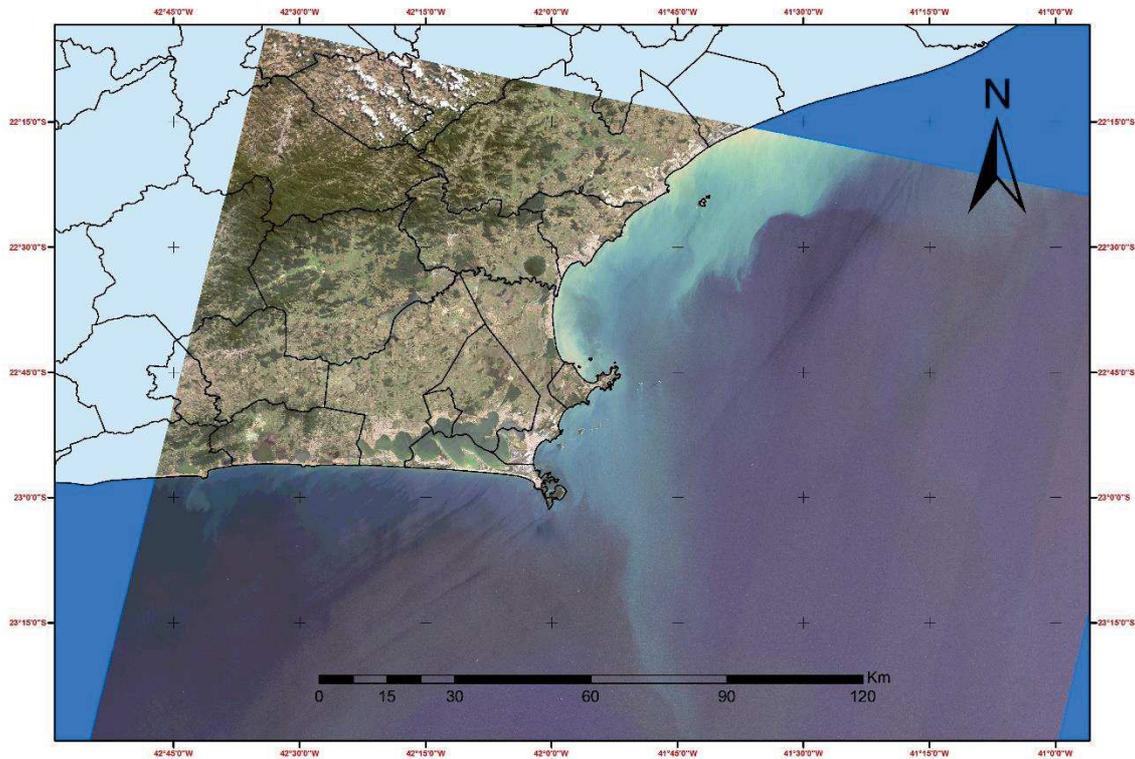


Figura 1: Cena LANDSAT 8 da área de estudo

Foram selecionadas imagens disponibilizadas no site do USGS que apresentassem menor porcentagem visual de nuvens, e que tivessem sido coletadas entre os meses de maio a setembro em todos os anos considerados na análise (1984, 1994, 2007 e 2014). Foi verificado o ajuste geométrico entre as imagens ortorretificadas pela USGS (Figura 2), e como esperado, o mesmo foi considerado muito bom, atendendo à demanda do estudo.

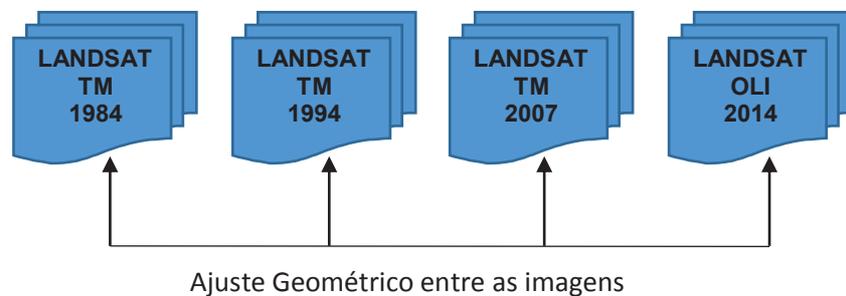


Figura 2: Análise Geométrica das Imagens LANDSAT (deslocamento entre datas inferior a 1 pixel)

Com as imagens bem casadas, o segundo passo foi a Correção Atmosférica das imagens através do módulo ATCOR 2 do software *ERDAS IMAGINE 2014* (Figura 3). Foram usados os metadados das imagens, sendo estimadas algumas características da atmosfera em função da localização geográfica do local (Visibilidade: 10 km e Ambiente Climático: Tropical\Rural)

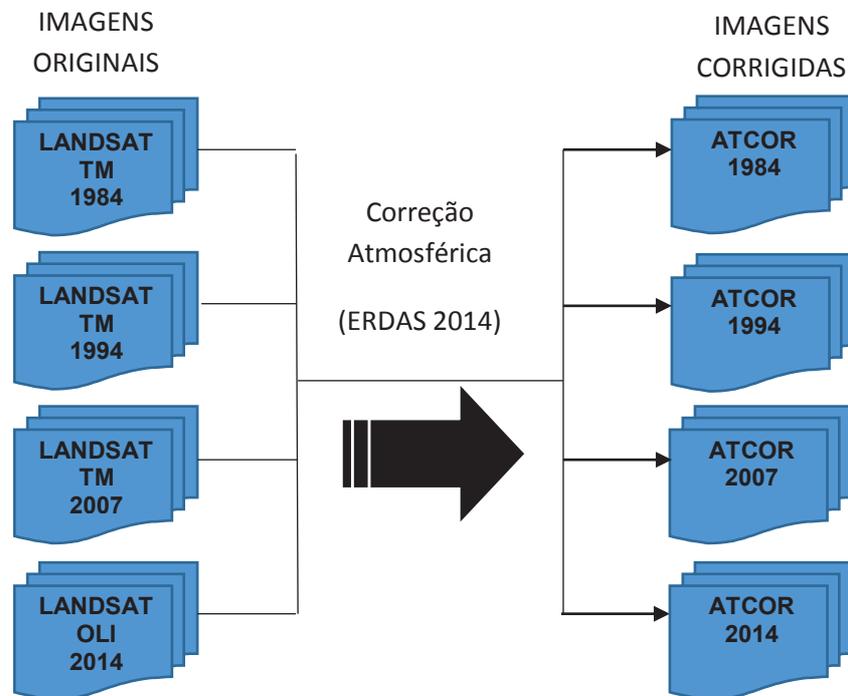


Figura 3: Processo da Correção Atmosférica

Após a correção atmosférica, foram feitas comparações das curvas espectrais dos alvos com as encontradas na bibliografia, para se escolher a imagem mais bem corrigida que nesse estudo foi a LANDSAT TM de 2007. Essa imagem serviu como referência para o passo seguinte, o processo de normalização radiométrica.

Para realização da normalização radiométrica, seguiu-se dois caminhos:

1. Após a correção atmosférica realizada e com a escolhida a imagem de referência, só então efetuou-se a normalização radiométrica das 3 outras datas em relação a essa (NORMALIZAÇÃO 2).
2. Tendo-se selecionado a imagem de referência corrigida atmosféricamente, efetuou-se a normalização das demais imagens sem que tenham sido corrigidas atmosféricamente (imagens brutas) a priori (NORMALIZAÇÃO 1).

Os dois processos de normalização foram efetuados no software *R*, usando programação de regressão ortogonal a partir de pontos invariáveis (PI) criados pelo usuário. Foram criados 30 pontos espalhados por toda a imagem a partir de análise visual no software *ArcGis 10.1* verificando pixels que não sofreram variações perceptíveis visualmente. A partir deste conjunto de pontos são calculadas funções de

transformação linear que, posteriormente, são utilizadas na geração de uma nova imagem que apresenta compatibilidade espectral com aquela que foi definida como de referência, como apresentado nos fluxogramas (Figura 4).

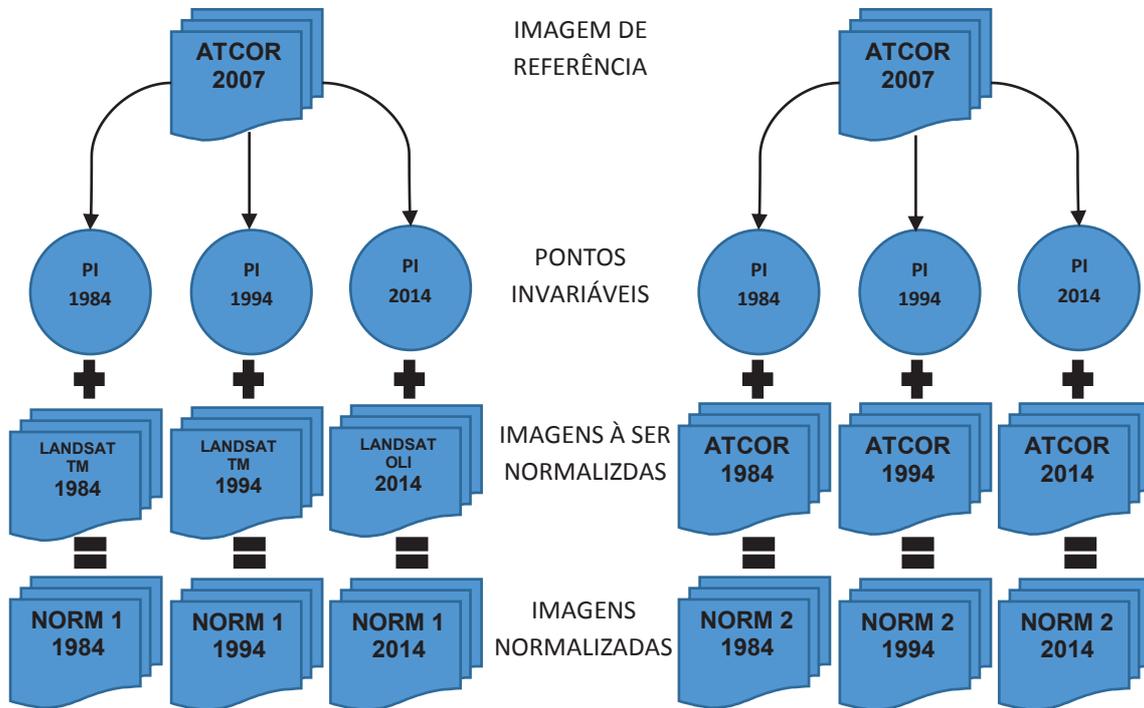


Figura 4: Processo da Normalização Radiométrica das imagens (a esquerda a NORMALIZAÇÃO 1 e a direita a NORMALIZAÇÃO 2)

Para o processo de avaliação foram selecionados 10 pontos em dois tipos de coberturas diferentes (Figura 5): áreas florestadas e áreas urbanas, cinco para cada cobertura. Foram extraídos os valores dos pixels desses pontos para uma análise tabular no *Excel 2013*.

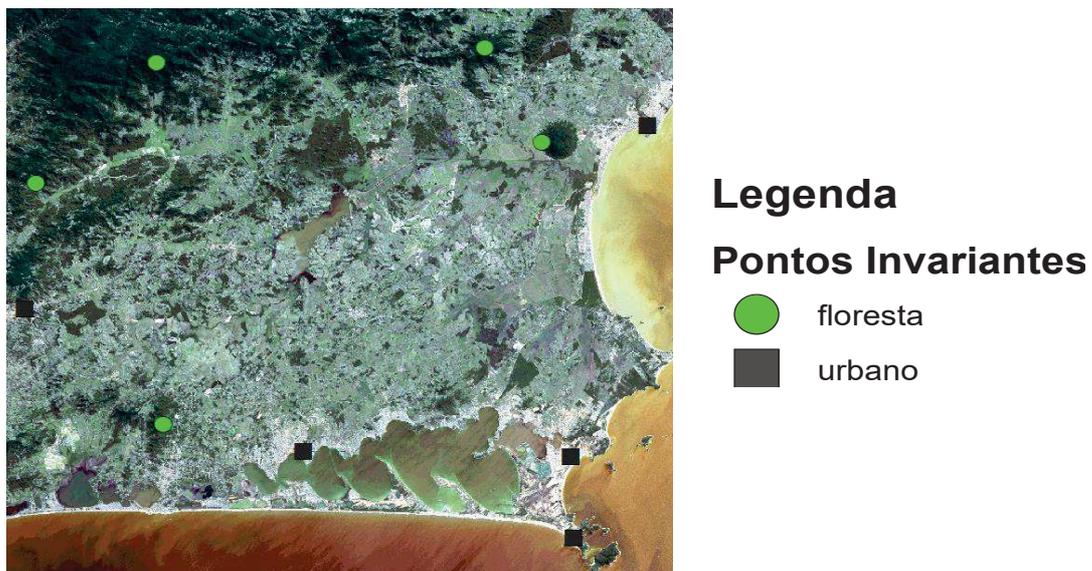


Figura 5: Espacialização dos pontos invariantes na área de estudo

## RESULTADOS

As médias dos valores dos pixels foram representadas em gráficos de Níveis de Cinza (NC) das 6 bandas estudadas que estão tanto no sensor TM quanto no sensor OLI. Foram criados gráficos das respostas multitemporais de cada uma das coberturas. E para análise comparativa as imagens o sensor OLI foram reduzidas para 8bits para se tornar radiometricamente igual as imagens do sensor TM.

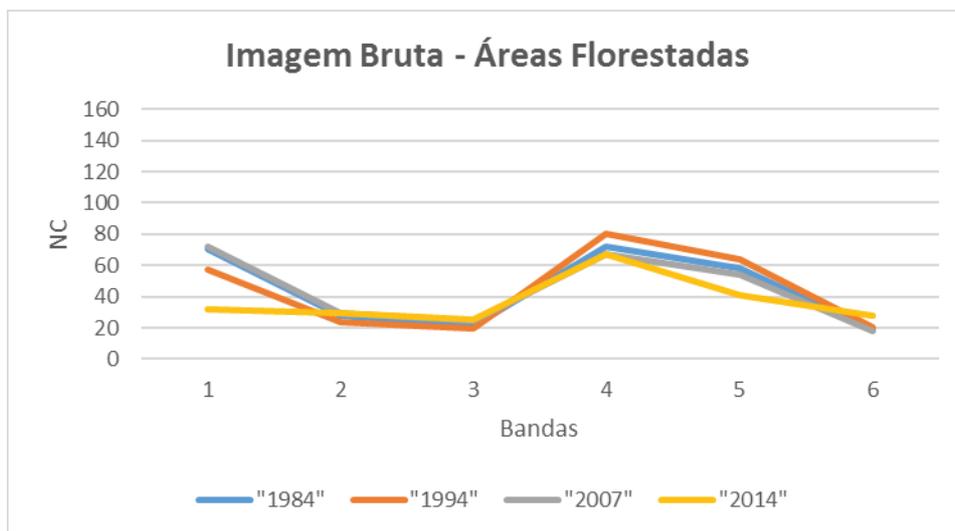


Figura 6(a): Curva espectral da média dos níveis de cinza extraídos dos pontos das imagens brutas

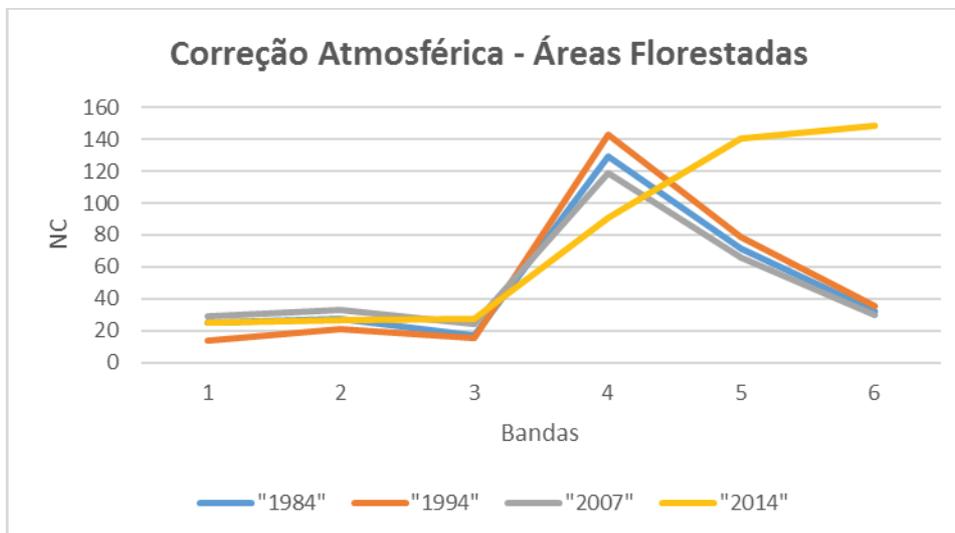


Figura 6(b): Curva espectral da média dos níveis de cinza extraídos dos pontos das imagens corrigidas atmosféricamente.

O primeiro caso analisado foram o das áreas florestadas, percebemos que as curvas das imagens brutas no visível não possuem uma homogeneidade, principalmente quando se trata da banda 1, o azul, por motivos do espalhamento da atmosfera e nos intervalos do infravermelho, por motivos de absorção. Além disso podemos observar

que os comportamentos das curvas se afastam do esperado, como encontramos na bibliografia (Figura 6(a)).

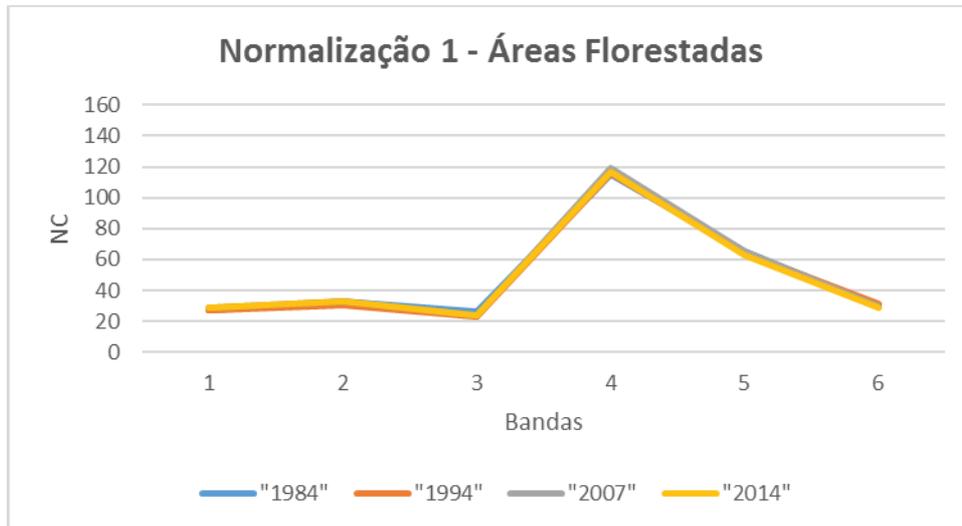


Figura 6(c): Curva espectral da média dos níveis de cinza extraídos dos pontos das imagens normalizadas radiometricamente pelo método 1.

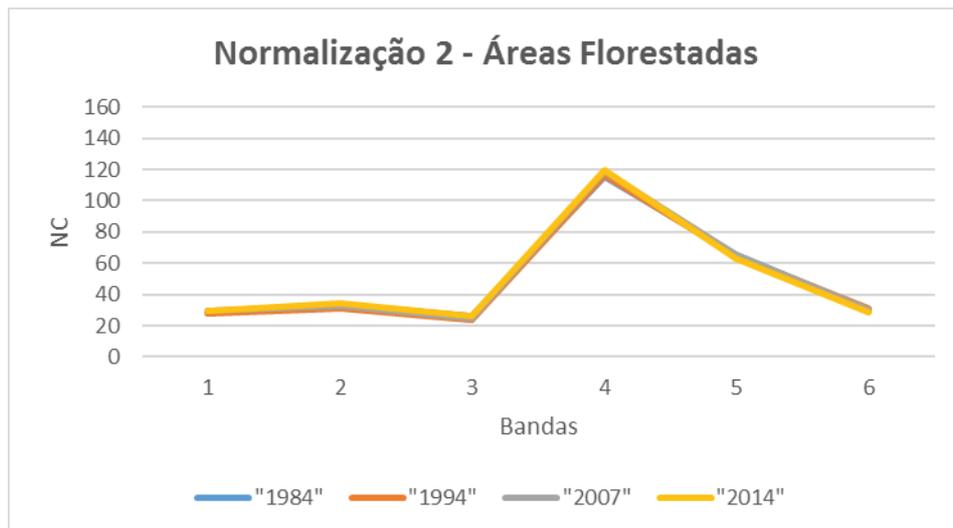


Figura 6(d): Curva espectral da média dos níveis de cinza extraídos dos pontos das imagens normalizadas radiometricamente pelo método 2.

Após a correção atmosférica podemos perceber que as curvas ficam com um comportamento mais semelhante ao da bibliografia, mas ainda continuam pouco homogêneas (Figura 6 (b)). Já nos resultados das normalizações podemos ver que as curvas além de adotar os comportamentos da curva da imagem de referência, se tornam homogêneas, nos dois casos (Figuras 6 (c) e (d)).

As áreas urbanas foram a segunda cobertura analisada nesse trabalho. Da mesma forma que as áreas florestadas, podemos perceber a influência da interferência atmosférica nas curvas das imagens brutas e a amenezização da mesma com a Correção atmosférica e Normalizações (Figura 7(a) e 7(b)). Outra característica que foi

percebida nas duas coberturas e que ainda não foi mencionada é que as curvas das imagens corrigidas atmosféricamente se diferenciam um pouco das datas iniciais para a imagem de 2014, isso se dá pela diferença de radiometria do sensor OLI em relação ao sensor TM (Figura 6(b) e 7(b)), que enfatiza ainda mais a importância da normalização radiométrica das imagens.

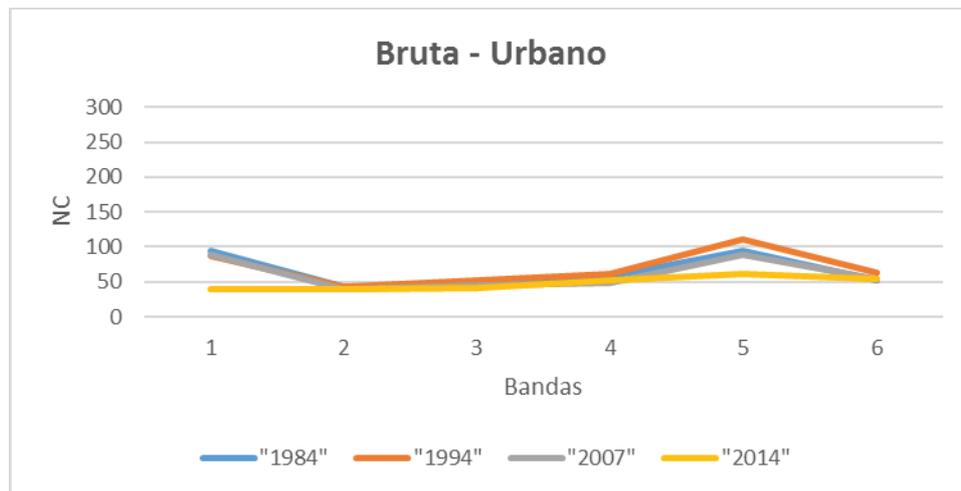


Figura 7(a): Curva espectral da média dos níveis de cinza extraídos dos pontos das imagens brutas

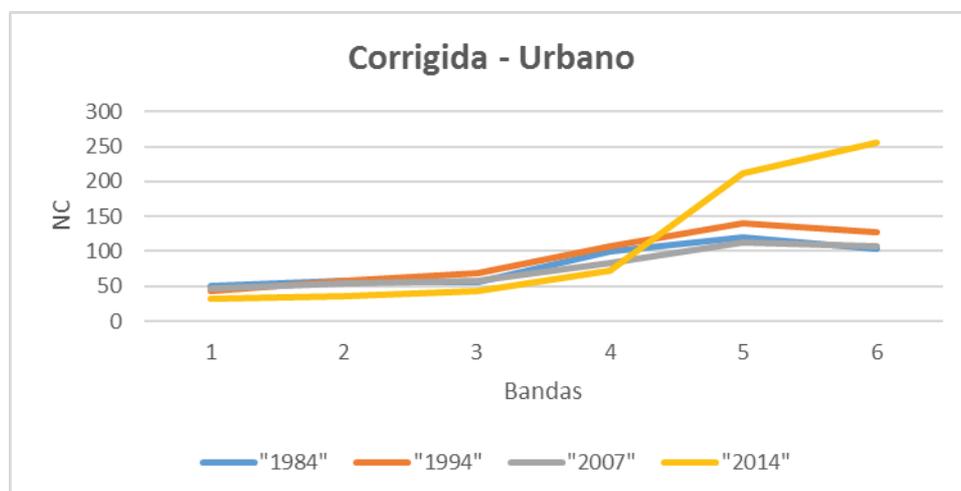


Figura 7(b): Curva espectral da média dos níveis de cinza extraídos dos pontos das imagens corrigidas atmosféricamente

Ainda pensando no urbano, os dois métodos de normalização conseguiram homogeneizar bastante as respostas espectrais nas datas, minimizando problemas de ajuste da radiometria encontrados com o sensor OLI do LANDSAT 8 (Figura 7(c) e (d)). As curvas espectrais encontradas para as áreas urbanas nas diferentes imagens/datas não foram tão coincidentes quanto as obtidas para as áreas florestadas. Isso se explica pelo fato que a mistura espectral de um sensor de média

resolução dificulta a percepção visual de pequenas alterações internas nas áreas urbanas. Considera-se ainda que em um intervalo de 30 anos é muito difícil que as áreas sejam totalmente invariantes.

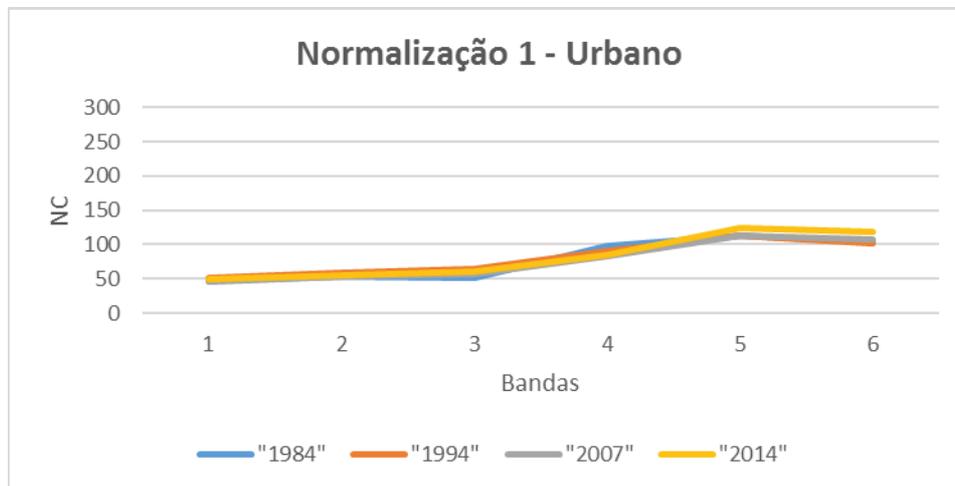


Figura 7(c): Curva espectral da média dos níveis de cinza extraídos dos pontos das imagens normalizadas radiometricamente pelo método 1

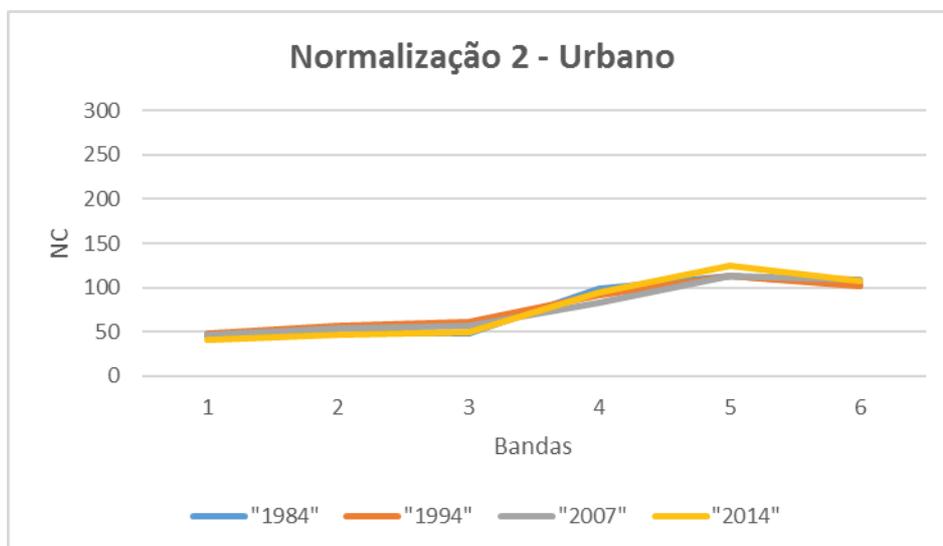


Figura 7(d): Curva espectral da média dos níveis de cinza extraídos dos pontos das imagens normalizadas radiometricamente pelo método 2

## CONCLUSÕES

O objetivo do trabalho e os resultados obtidos foram considerados muito satisfatórios e esclarecedores, permitindo a compreensão do quão importante é o pre-processamento das imagens em estudos multitemporais. Além disso, os dois caminhos metodológicos para aplicação da normalização indicam a necessidade de se realizar a correção

atmosférica de apenas uma data, normalizando as demais a partir desta. Isso simplifica bastante o processo de correção radiométrica.

O trabalho também abre uma perspectiva para o estudo e a compreensão da normalização radiométrica de imagens em outros tipos de cobertura, de forma a substanciar melhor os estudos de detecção de mudanças.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUZZONE, Lorenzo.; PRIETO, Diego Fernandez. Automatic Analysis of the Difference Image for Unsupervised Change Detection. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Washington, DC, v. 38, n. 3, p. 1171-1182, 2000.

BRUZZONE, Lorenzo.; SERPICO, Sebastiano. An iterative technique for the detection of land-cover transitions in multitemporal remote-sensing images. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Washington, DC, v. 35, n. 4, p. 858-867, 1997.

Canty M. J., Nielsen A. A., Schmidt M. (2004), Automatic radiometric normalization of multitemporal satellite imagery. Remote Sensing of Environment, 91, 4411-451.

Leonardi, S. S.; Souza, S. M. G.; Fonseca, L. M. G. Comparação do desempenho de algoritmos de normalização radiométrica de imagens de satélite. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 2063 - 2069.

Samizava, T. M.; Imai, N. N.; Rocha, P. C.; Watanabe, F. S. Y. Deteccão de alterações na distribuição da cobertura vegetal entre 1975 e 2007 na planície de inundação do alto curso rio Paraná – Centro Sul do Brasil. Anais XIV SBSR, Natal, Brasil, 25 - 30 abril 2009, INPE, p. 6157 - 6164.

LORENA, R. B. Evolução do uso da terra em porção da Amazônia Ocidental (Acre), com uso de técnicas de detecção de mudanças/ R. B. Lorena. – São José dos Campos: INPE, 2001. 116p. – (INPE-9650-TDI/846).

Song, C.; Woodcock, C. E.; Seto, K. C.; Lenney, M. P.; Macomber, S. A. Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects?. Remote Sensing of Environment, 75, 230-444.

Desclée, B.; Bogaert, P.; Defourny, P. Forest change detection by statistical object-based method. Remote Sensing of Environment, 102, 1-11.