

## ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES NDVI OBTIDOS A PARTIR DOS SENSORES LANDSAT 5 - TM E RESOURCESAT - LISS III

**César Vinícius Mendes Nery**

Doutorando em Geografia - PUC Minas  
[cvmn@hotmail.com](mailto:cvmn@hotmail.com)

**Diego Brito Oliveira**

Faculdades Santo Agostinho  
[diegobritooliveira@hotmail.com](mailto:diegobritooliveira@hotmail.com)

**Luiz Henrique Gomes Abreu**

Faculdades Santo Agostinho  
[luizhgabreu@yahoo.com.br](mailto:luizhgabreu@yahoo.com.br)

### RESUMO

A importância das imagens de sensoriamento remoto para o monitoramento da cobertura vegetal é algo inegável. Por mais de três décadas a série Landsat tem fornecido imagens da terra, porém a partir de novembro de 2011 o satélite interrompeu a disponibilização de suas imagens para o monitoramento ambiental. Uma das alternativas de imagens ao Landsat têm sido as imagens do sensor LISS III a bordo do satélite indiano Resourcesat 1. O presente trabalho tem como área de estudo o município de Janaúba, por estar em uma área de transição de dois biomas, e o mesmo tem por objetivo comparar os dois sensores, o sensor TM que se encontra a bordo do satélite Landsat 5 e o sensor LISS III a bordo do satélite Resourcesat 1. Para esse estudo comparativo as imagens foram adquiridas do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e seus valores de níveis digitais (ND) foram convertidos em reflectância com correção atmosférica utilizando o método de correção DOS. Amostras de pixels das imagens índice foram coletadas para o estudo de correlação e ajuste de uma equação linear por meio da técnica de regressão. Utilizando a equação ajustada foram gerados dois mapas temáticos de ambos os sensores, sendo os mesmos comparados pelo teste estatístico Kappa. Os resultados mostraram uma forte correlação entre os valores de NDVI (0,81), sendo possível o ajuste de uma equação linear que expresse a forma dessa relação. O sensor TM, superestimou os valores de NDVI em relação ao sensor LISS III (Inclinação de 1,1035). O valor de Kappa para os mapas temáticos obtidos foi de 0,5894 e o índice de acerto foi de 98,81%, o que mostra uma boa similaridade entre eles. O sensor LISS III pode ser perfeitamente utilizado como alternativa ao Landsat 5.

**Palavras-chave:** Imagens índice; Índice Kappa; NDVI; Landsat; Resourcesat

### COMPARATIVE STUDY BETWEEN THE NDVI INDEX OBTAINED FROM LANDSAT 5 - TM AND RESOURCESAT - LISS III SENSORS

### ABSTRACT

The importance of remote sensing imagery for vegetation cover monitoring is undeniable. For over three decades the Landsat series has provided images of the earth, but from November 2011 the satellite interrupted the availability of its images for environmental monitoring. One of the alternative to Landsat images have been the LISS III sensor images on board the Indian satellite Resourcesat 1. The present study aims to compare the two sensors, the TM sensor which is aboard the Landsat 5 satellite and LISS III sensor aboard the satellite Resourcesat 1. For this comparative study the

---

Recebido em 13/04/2012

Aprovado para publicação em 06/05/2013

images were acquired from the web site of the National Institute for Space Research (INPE) and their digital numbers (DN) were converted into reflectance with atmospheric correction using the DOS correction method. Pixels samples of the index images were collected for the correlation study and adjustment of a linear equation by means of regression technique. By using the set equation two thematic maps were generated from both sensors, they were compared by Kappa test. The results showed a strong correlation between NDVI values (0.81), being possible the adjustment of a linear equation that expresses the shape of this relationship. The TM sensor overestimated the NDVI values in relation to the LISS III sensor (Slope of 1.1035). The Kappa value for the thematic maps obtained was 0.5894 and the success rate was 98.81%, which shows a good similarity between them. The LISS III sensor can perfectly be used as an alternative to Landsat 5.

**Keywords:** Index images. Kappa test. NDVI. Landsat. Resourcesat.

## INTRODUÇÃO

A utilização de imagens de satélites é uma importante ferramenta para o estudo da cobertura terrestre e na observação de suas mudanças ao longo do tempo. Essas imagens, que fornecem informações sobre a cobertura vegetal podem ser obtidas pelos satélites de média resolução, distribuídas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A série Landsat forneceu por três décadas dados que contribuíram para grande avanço do sensoriamento remoto. Devido a problemas em um componente eletrônico essencial para a transmissão do satélite Landsat 5 não vem fornecendo imagens atualizadas da terra.

Dessa forma, surgiu como uma alternativa para a continuidade de estudos com os dados de satélites, as imagens provenientes do satélite indiano Resourcesat. As imagens do sensor LISS III a bordo desse satélite possuem resolução espacial de 23,5 m e quatro bandas espectrais (0,52 a 0,59  $\mu\text{m}$ , 0,62 a 0,68  $\mu\text{m}$ , 0,77 a 0,86  $\mu\text{m}$  e 1,55 a 1,70  $\mu\text{m}$ ).

No sensoriamento remoto é muito comum o uso combinado das imagens em forma de imagens índice. O índice de vegetação mais utilizado é o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), um índice que apresenta grande quantidade de pesquisas científicas com seu uso.

O presente trabalho tem como objetivo a comparação, por meio dos métodos estatísticos entre o índice NDVI obtidos a partir do sensor TM, que se encontra a bordo do satélite Landsat-5, e do mesmo índice oriundo do sensor LISS III, a bordo do satélite Resourcesat-1. Para isso foram realizados estudos de correlação e regressão de amostras de pixels e a comparação de mapas temáticos por meio da estatística kappa.

## METODOLOGIA

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo teve como área de estudo o município de Janaúba/MG, no norte de Minas Gerais (Figura 1). O município se encontra em uma área de transição de biomas, apresentando assim características tanto da caatinga, quanto do cerrado (IBGE, 2007). Ainda segundo o IBGE (2007), Janaúba apresenta uma área de 2.181 km<sup>2</sup> e tem como principal fonte econômica as atividades agropecuárias.

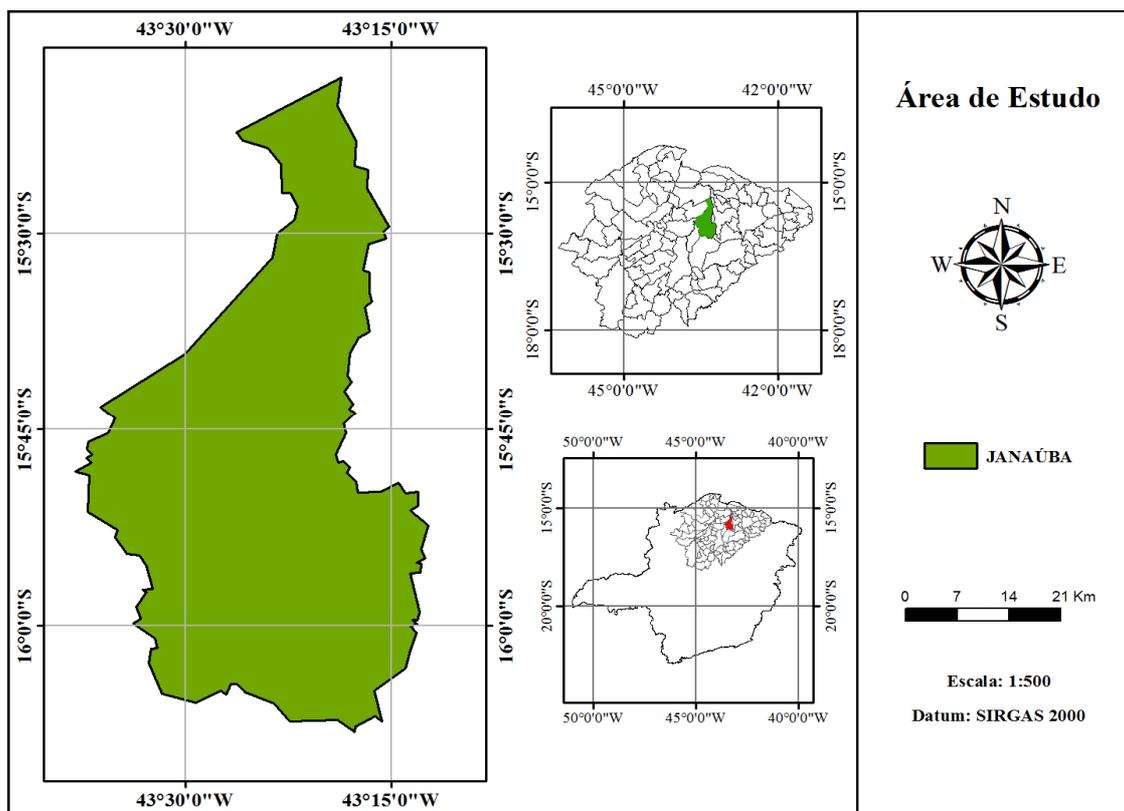
### IMAGENS

As imagens utilizadas neste estudo foram obtidas por meio do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e estão especificadas na tabela 1.

**Tabela 1:** Imagens utilizadas

Satélite	Órbita	Ponto	Data
Landsat-5	218	071	18/09/2010
Resourcesat-1	332	088	22/09/2010

Figura 1: Mapa da área de estudo.



### CÁLCULO DE NDVI

De acordo com Liu (2007), o NDVI, foi proposto por Rouse *et al.*, em 1973, e tem como método de cálculo a diferença entre a refletância na faixa do infravermelho próximo (NIR) e a refletância na região do vermelho (RED) do espectro visível, dividido pela soma das mesmas, para sua normalização (Equação 1).

$$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED) \quad (1)$$

sendo:

NIR = refletância do infravermelho próximo (0,725 a 1,10  $\mu\text{m}$ );

RED = refletância da faixa do vermelho do espectro visível (0,63 a 0,7  $\mu\text{m}$ ).

O NDVI tem seu valor variando de -1 a +1, onde valores negativos correspondem às áreas de corpos d'água e sombra, próximo a zero correspondem às áreas de solo exposto, e valores próximos a +1, correspondem à vegetação (LIU, 2007).

O NDVI foi obtido por meio da aplicação do método de subtração de pixel escuro (DOS) proposto por Chavez (1988) com a aplicação de uma planilha eletrônica proposta por Glürtrer (2004).

### GERAÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS

Os mapas temáticos foram criados a partir das imagens NDVI obtidas dos dois sensores e posteriormente submetidos a uma comparação por meio de avaliações estatísticas. Os valores utilizados para a elaboração do fatiamento do NDVI do sensor TM, que eram utilizados anteriormente, foram estabelecidos por meio de uma série de análises de fointerpretação. Os valores relativos ao sensor TM para o sensor LISS III do satélite Resourcesat1 foram definidos com base na equação de ajuste linear obtida nesse trabalho. As classes adotadas para o mapa temático são apresentadas na tabela abaixo (Tabela 2).

**Tabela 2:** Classes temáticas e valores utilizados no fatiamento do índice NDVI obtidos

Classe	Landsat 5-TM	Resourcesat 1 – LISS III
Água e sombra	-1,00 a 0,00	-1,00 a 0,00
Solo exposto	0,00 a 0,55	0,00 a 0,45
Vegetação esparsa	0,55 a 0,70	0,45 a 0,59
Vegetação densa	0,70 a 1,00	0,59 a 1,00

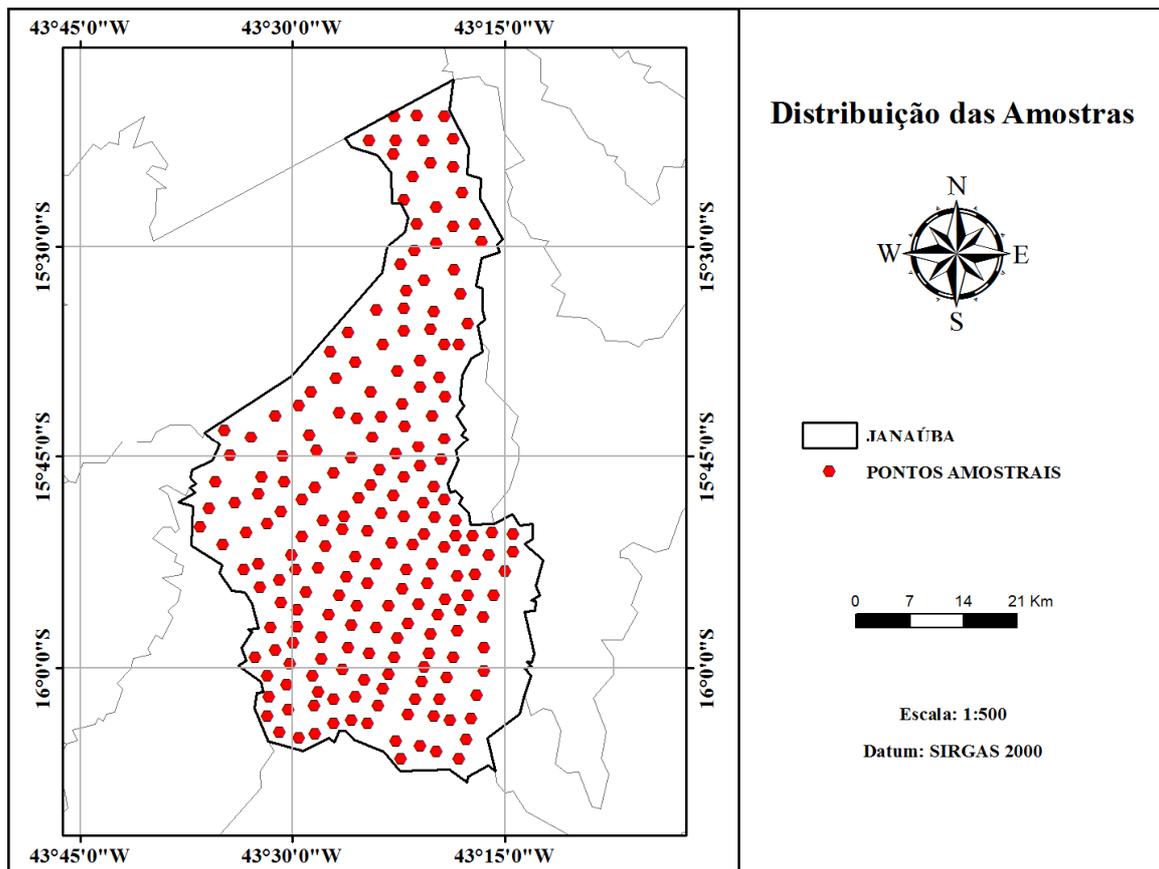
## AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

### CORRELAÇÃO E REGRESSÃO

O coeficiente de correlação mede a dependência estatística entre duas variáveis, sendo que o mesmo pode assumir valores que variam de -1 a +1. Foram amostrados duzentos pontos de NDVI (Figura 2) para o cálculo estatístico da correlação.

A regressão é um método estatístico para estimar uma variável (y) em função dos valores de outra variável (x). A regressão é dita linear quando a função ajustada é uma função linear, ou seja, uma função de 1º grau. Nesse estudo foi realizado o estudo de regressão linear com ajustamento da variável y, valores de NDVI obtidos a partir do sensor TM, em função dos valores de NDVI obtidos a partir do sensor LISS III, do Resourcesat 1.

**Figura 2:** Distribuição das amostras



### ESTATÍSTICA K (KAPPA)

A estatística Kappa é um método estatístico que permite analisar de forma comparativa os resultados das análises dos mapas obtidos por meio do sensoriamento remoto, dentro de certo limite (LANDIS & KOCH, 1977).

Os resultados da estatística Kappa foram obtidos por meio da fórmula abaixo (Equação 2):

$$K = P_o - \sum_{i=1}^n P_i^2 \quad (2)$$

Sendo,

$K$  = coeficiente Kappa;

$P_o$  = exatidão geral da classificação;

$P_e = \sum_{i=1}^n k P_i^2$

Sendo,

$P_i$  = Somatório da linha;

$P.j$  = Somatório da coluna.

A estatística do índice Kappa é um método de validação de mapas que tem como objetivo mensurar a qualidade de um mapa temático tendo como referência outro mapa temático.

São seis as classes da estatística Kappa para determinar a qualidade dos mapas, sendo que as mesmas apresentadas na tabela a seguir (Tabela 2).

**Tabela 2:** Classes do índice Kappa

Classes do índice Kappa	Qualidade na comparação dos mapas
< 0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa
0,80 – 1,00	Excelente

FONTE: Adaptada de Landis e Koch (1977)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da amostra de pixels de NDVI, obtidas pelos dois métodos, que foram coletadas nas imagens procedeu-se o estudo de correlação das amostras, sendo que o resultado obtido para a correlação foi de 0,81. Esse valor para a correlação mostra que as imagens NDVI geradas a partir dos dois sensores (TM e LISS III) têm uma forte correlação com a direção positiva, ou seja, a medida que uma variável aumenta a outra segue na mesma direção, aumentando.

O estudo de regressão linear foi ajustado com vistas a apresentar a forma da relação entre as duas variáveis. A equação linear de intercalibração ajustada é apresentada abaixo, com coeficiente de regressão  $R^2 = 0,65$  (Equação 3).

$$NDVI_{Landsat-5} = 1,1035 NDVI_{Resourcesat-1} + 0,0521 \quad (3)$$

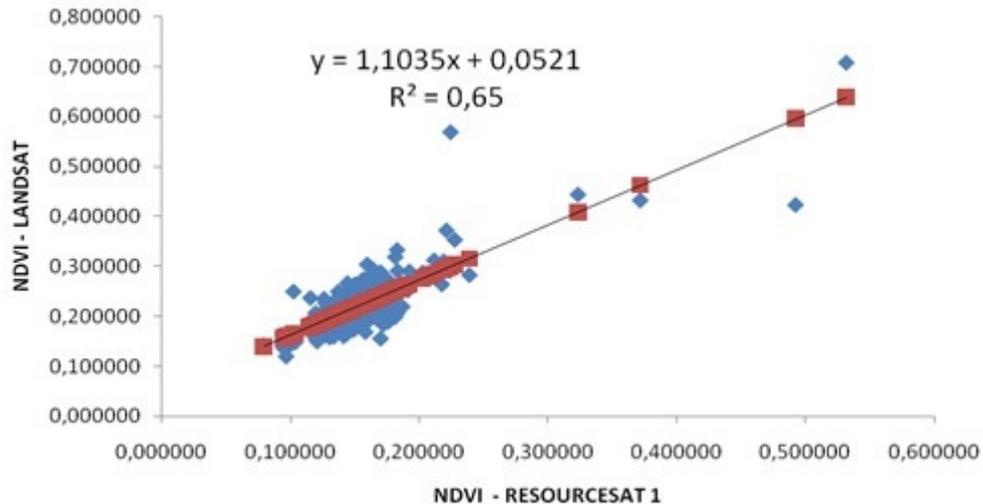
O gráfico do modelo de regressão linear ajustado é apresentado na figura abaixo (Figura 3).

A figura acima denota a similaridade entre os NDVI obtidos a partir de imagens do Resourcesat 1 e os valores obtidos a partir de imagens do satélite Landsat 5. Para um intercepto igual a 0 e uma inclinação igual a 1 se tem um perfeito ajustamento entre as observações ( $R^2=1$ ). O intercepto para a equação ajustada foi de 0,0521 e a inclinação da reta ajustada foi de 1,1035, com um erro médio quadrático (RMSE) de 0,038. O sensor TM a bordo do Landsat 5 tem uma tendência em superestimar os valores de NDVI (Inclinação de 1,1035) em relação ao sensor LISS III a bordo do Resourcesat 1.

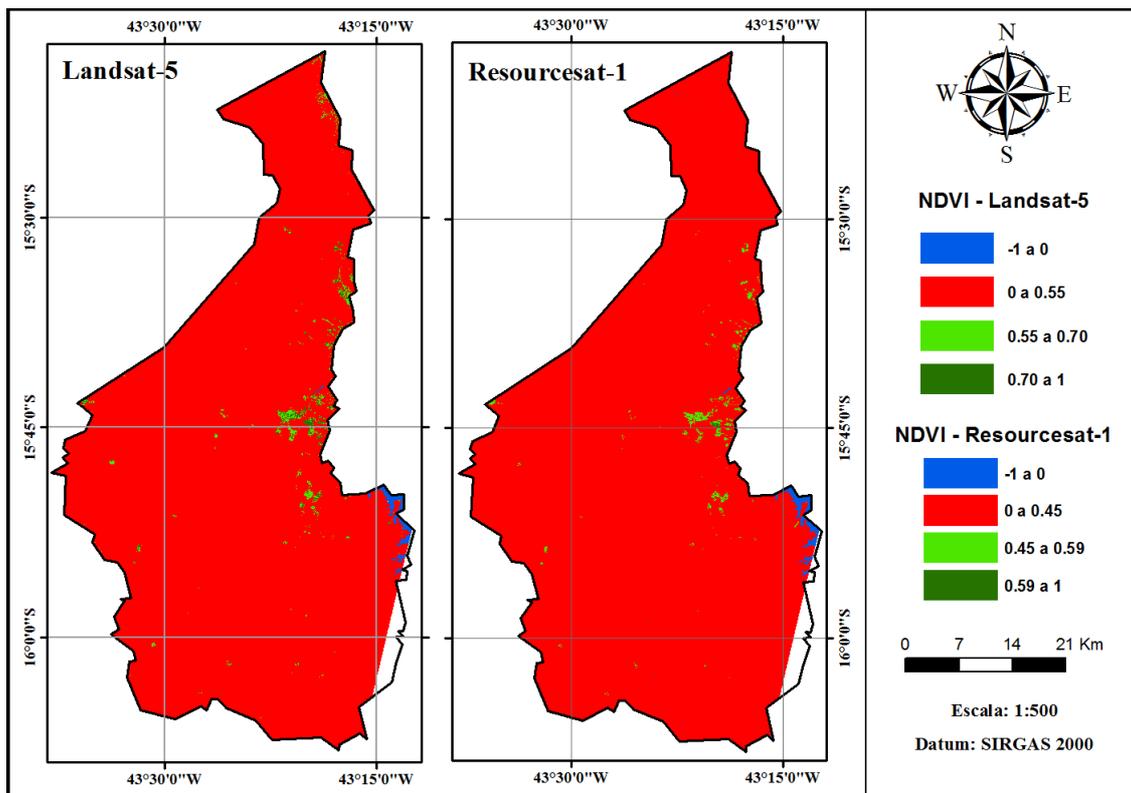
Estudos realizados por Anderson et. al. (2011) encontraram valores semelhantes de inclinação e intercepto, sendo os valores encontrados de 1,0502 de inclinação e 0,0177633 de inclinação. O estudo acima foi realizado com uma amostragem de 500 pontos de imagens dos anos de 2005, 2006 e 2007. Os resultados desse estudo também encontraram, apesar de menor, uma

tendência de superestimação de valores de NDVI para o sensor TM do satélite Landsat 5 (Inclinação de 1,0502). Os mapas temáticos elaborados com uso das classes definidas na tabela 2 são apresentados na figura abaixo (Figura 4).

**Figura 3:** Gráfico da equação linear de regressão entre os sensores LISS III e TM ajustada



**Figura 4:** Mapas temáticos de NDVI obtidos a partir da imagem dos satélites Landsat-5 e Resourcesat-1



Os mapas temáticos gerados foram submetidos a uma análise estatística, estatística Kappa, para validação do mapa de NDVI do sensor LISS III. Nessa análise o mapa temático obtido a partir do sensor TM serviu como referência. Para validação o número de amostras que foram utilizadas foi de 2.512.138 pixels contendo um valor de NDVI. A matriz de confusão entre os dois mapas é apresentada na tabela abaixo (Tabela 3).

**Tabela 3:** Matriz de confusão para os mapas temáticos de gerados a partir dos sensores TM e LISS III

<b>Matriz de Confusão</b>			
	<b>Água e sombra</b>	<b>Solo exposto</b>	<b>Vegetação esparsa</b>
<b>Água e sombra</b>	10579	2677	22
<b>Solo exposto</b>	1214	2463289	14989
<b>Vegetação esparsa</b>	4	3524	7837
<b>Vegetação densa</b>	0	45	54

Com a estatística aplicada nas imagens temáticas obteve-se um índice de acerto de 98,81% e valor de 0,5894 para o índice Kappa. Segundo Landis e Koch (1977) um índice Kappa entre 0,4 e 0,6 indica uma concordância boa para os dois mapas comparados, dessa maneira os mapas gerados a partir dos dois sensores apresentaram uma similaridade boa, nesse caso o sensor LISS III, a bordo do satélite Resourcesat1, pode ser perfeitamente utilizado como alternativa a sensor TM, a bordo do Landsat 5.

## CONCLUSÃO

O sensor LISS III a bordo do satélite Resourcesat 1 se mostrou uma boa alternativa, em relação ao sensor TM Landsat, para a geração de mapas temáticos de NDVI.

Os mapas temáticos de NDVI gerados a partir dos sensores LISS III e TM apresentaram uma similaridade muito boa, com índice Kappa de 0,6032 e índice de acerto de 0,9685.

A correlação entre amostras de pixels de NDVI – TM e NDVI – LISS III foi de 0,81, mostrando uma forte correlação entre as variáveis.

Foi possível ajustar uma equação linear para delinear a forma da relação entre as variáveis NDVI – TM e NDVI – LISS III.

O sensor TM a bordo do Landsat 5 tem uma tendência em superestimar os valores de NDVI em relação ao sensor LISS III a bordo do Resourcesat 1.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Núcleo Interinstitucional de Estudos Ambientais do Norte de Minas (NIEA-NM) e a Fundação Santo Agostinho pelo apoio para a realização desse trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J. H.; WEBER, K. T.; GOKHALE, B. e CHEN, F. **Intercalibration and Evaluation of ResourceSat-1 and Landsat-5 NDVI**. Idaho State University, 2011.

CÂMARA, G. *et. al.* **Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling**. Computers & Graphics, New York. V. 20, n. 3, p. 395 – 403, may/jun., 1996.

CHAVEZ, Jr., P. S. An Improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, New York, 1988.

FARIAS, A. A. *et. al.*, **Introdução à estatística**. Editora LTC, Rio de Janeiro, 1998.

GÜRTLER, S. **Planilha para transformação dos números digitais das imagens dos satélites Landsat 5 e 7 em valores de significado físico - reflectância**. São José dos Campos: INPE, 2004.

IBGE CIDADES. **Janaúba – MG**, 2007. Disponível em: <[HTTP://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=313510#](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=313510#)>. Acesso em 08 de Mar. 2012.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. **The measurement of observer agreement for categorical data**. Biometrics, v.33,n.1,p.159-174, 1977.

LARSON, R.; FARBER, B., **Estatística aplicada**. Editora Prentice-Hall, São Paulo, 2 ed., 2004.

LIU, W.T.H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Editora UNIDERP, Campo Grande: UNIDERP, 2006.

SOARES, M. C. E.; CAMPOS, S.; CAVASINI, R.; GRANATO, M. e SILVA, M. G. da. **Avaliação da exatidão de mapa de uso do solo através do índice Kappa**. São José do Rio Preto, 2009.