

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**LUANA MENEZES VIANNA**

**ANÁLISE DE INDICADORES BIOFÍSICOS DE  
DESERTIFICAÇÃO NA MICRORREGIÃO DE ITAPETINGA-BA**

**VITÓRIA DA CONQUISTA - BA  
2017**

LUANA MENEZES VIANNA

**ANÁLISE DE INDICADORES BIOFÍSICOS DE  
DESERTIFICAÇÃO NA MICRORREGIÃO DE ITAPETINGA-BA**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista - BA, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Odair Lacerda Lemos

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA  
2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

*Campus* de Vitória da Conquista – BA.

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

Título: Análise de indicadores biofísicos de desertificação na microrregião de Itapetinga-Ba.

Autora: Luana Menezes Vianna

Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA FLORESTAL, pela Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Odair Lacerda Lemos  
Presidente

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia

---

Eng. Agrônomo José Renato Emiliano dos Santos

Data de realização: 22 de maio de 2017

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querer, km 04, Vitória da Conquista – BA  
Telefone: (77) 3425-9380  
Fax: (77) 3424-1059                      CEP: 45083-900  
E-mail: ccengflor@uesb.edu.br

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente aos meus pais, Ciu e Carlos, que sempre foram meus exemplos de humanidade, amor e persistência. Obrigada por estarem sempre ao meu lado e pelo apoio incondicional.

Amo vocês!

Aos meus familiares, em especial aos meus avós Neide, Vera e Antônio, pelo carinho e pelo cuidado, às minhas tias e tio, Su, Tânia, Silvana, Aldo e Jó, por estarem sempre presentes, e aos meus primos, pelas conversas e histórias compartilhadas.

Aos meus colegas de curso, por trazerem leveza, alegria e boas trocas ao longo desses cinco anos. Agradeço especialmente às amigas Mari, Cati, Nanda, Ritinha e Lana, pela excelente convivência, pelos melhores momentos vividos dentro da universidade e pela amizade construída além do curso.

Aos professores, por compartilharem seus conhecimentos e contribuírem para a nossa formação.

Em especial, ao meu orientador, Odair, por despertar em mim o interesse pela área de Geotecnologias, pelo incentivo e por acreditar na minha capacidade.

À equipe GeoAgro, pela paciência, pela aprendizagem adquirida durante o estágio, pelas risadas e pelas conversas.

Aos amigos do “Bora” e às amigas Thamy, Dinha e Lore, pelos anos de amizade, pelos conselhos, pelo apoio e companheirismo.

E por fim, ao meu namorado, Arthur, por todo o carinho, por acompanhar toda a minha trajetória e por estar sempre disposto a me ajudar. Te amo!

“Quando a primeira imagem gerada por um sensor remoto a bordo desse satélite (Landsat 1) foi apresentada à humanidade, nunca mais o homem viu a Terra com os mesmos olhos.

A partir dali podíamos vê-la como os pássaros há milhões de anos já faziam, de forma sinóptica, repetitiva e, adicionalmente, com o auxílio da tecnologia, obter dados em várias faixas no espectro eletromagnético, ampliando assim nossa capacidade de visão e entendimento dos recursos naturais.”

(Tania Maria Sausen e Maria Silva Pardi Lacruz)

**Esta monografia segue as normas estabelecidas pela revista Geociências.**

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>10</b>
<b>INDICADORES BIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO</b> .....	<b>13</b>
Albedo .....	<b>14</b>
Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) .....	<b>15</b>
Temperatura de superfície.....	<b>15</b>
Fluxo de calor no solo.....	<b>17</b>
Álgebra de mapas .....	<b>19</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>19</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>26</b>

# ANÁLISE DE INDICADORES BIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO NA MICRORREGIÃO DE ITAPETINGA - BA

Luana Menezes Vianna<sup>1</sup>  
Odair Lacerda Lemos<sup>1</sup>

(1) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querer, Km 4, CEP 45083-900, Vitória da Conquista - BA. Endereço eletrônico: lm.vianna@hotmail.com; odairlacerda@hotmail.com.

Introdução

Materiais e métodos

Área de estudo

Indicadores biofísicos de desertificação

Albedo

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Temperatura de superfície

Fluxo de calor no solo

Álgebra de mapas

Resultados e discussões

Conclusões

Referências

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar quatro indicadores biofísicos de desertificação: albedo, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Acrônimo em inglês - NDVI), temperatura de superfície e fluxo de calor no solo, obtidos por sensoriamento remoto na microrregião de Itapetinga no período seco de 2015 e chuvoso de 2016. Os indicadores foram calculados por meio do *software* ArcGis 10.3 a partir de imagens do satélite Landsat 8, em seguida, foi realizada a álgebra de mapas para gerar os mapas de risco à desertificação. Foi observado que os quatro indicadores analisados

apresentaram variabilidade sazonal acentuada na microrregião. Os municípios de Itapetinga e Itarantim apresentaram maior risco de desertificação tanto no período seco quanto no período chuvoso. Recomendou-se, então, a realização de trabalhos de campo nas áreas mais susceptíveis para verificar a real condição de uso da terra e desenvolver outras modelagens que possam fornecer estimativas confiáveis a respeito do processo de desertificação.

**Palavras chave:** albedo, NDVI, temperatura de superfície, fluxo de calor no solo, sensoriamento remoto.

## **ANALYSIS OF BIOPHYSICAL INDICATORS OF DESERTIFICATION IN THE MICROREGION OF ITAPETINGA - BA**

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to analyze four biophysical indicators for desertification: albedo, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), surface temperature and soil heat flux, obtained by remote sensing in the microregion of Itapetinga in the wet season of 2015 and dry season of 2016. The indicators were calculated using the ArcGis 10.3 software and Landsat 8 satellite images, then a map algebra was performed to generate risk maps for desertification. It was observed that the four indicators analyzed showed a marked seasonal variability in the microregion. The cities of Itapetinga and Itarantim presented a higher risk of desertification both in wet season and in dry season. Field work was then recommended in risk areas to see the real land use condition and to develop other models that seek reliable estimates of the desertification process.

**Key words:** Albedo, NDVI, surface temperature, soil heat flux, remote sensing.

## INTRODUÇÃO

O conceito de desertificação adotado oficialmente pelo Brasil foi definido durante a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UN, 1994, p. 4) como sendo: “a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas”.

O Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil) identificou as áreas susceptíveis à desertificação (ASDs) no país através da utilização do Índice de Aridez (IA), calculado pela razão entre as médias anuais de precipitação e a evapotranspiração potencial. Foi observada maior susceptibilidade na região Nordeste do país. O estado da Bahia apresentou 86% do território incluído nas ASDs (Brasil, 2004).

É importante ressaltar que apesar de haver vulnerabilidade climática nessas regiões, a maior parte da degradação ocorre devido às ações antrópicas que alteram o equilíbrio físico, químico e biológico do meio ambiente. O desmatamento e a utilização de técnicas não conservacionistas na agricultura e na pecuária geram os processos de erosão, compactação, salinização, redução da biomassa vegetal do solo e, conseqüentemente, perda da capacidade produtiva do mesmo, resultando na desertificação.

A delimitação das áreas desertificadas e em risco de desertificação por meio de técnicas que monitoram a ação antrópica, como o sensoriamento remoto, é de fundamental importância para o estabelecimento de ações que darão suporte às medidas de prevenção, reabilitação e recuperação das áreas degradadas, por parte do poder público e da sociedade civil organizada, além de definir a prioridade geográfica de maior urgência de intervenção no combate à desertificação (Pachêco et al. 2006).

Uma das técnicas de sensoriamento remoto utilizadas para detecção e monitoramento de áreas susceptíveis à desertificação é a obtenção de variáveis biofísicas por meio do algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithms for Land*) desenvolvido por Bastiaanssen (1995) e validado

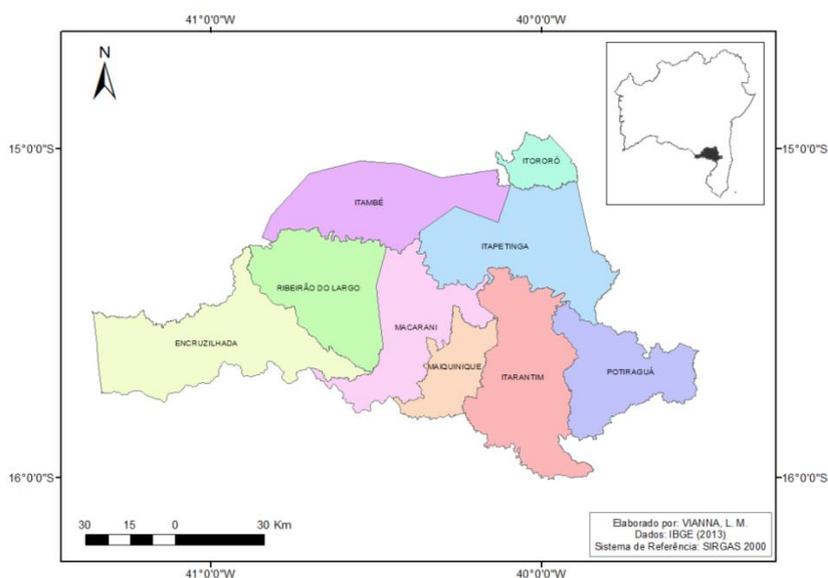
em diferentes ecossistemas do globo (Bastiaanssen et al., 1998). Este algoritmo promove a parametrização do balanço de energia e fluxos da superfície baseado em dados locais e medições espectrais de satélites (Weligepolage, 2005). Por meio dele, é possível estimar parâmetros essenciais às análises de degradação como: albedo, temperatura de superfície, NDVI e fluxo de calor no solo (Lopes et al., 2009; Bezerra et al., 2014; Silva, 2014).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar quatro indicadores biofísicos de desertificação: albedo, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Acrônimo em inglês - NDVI), temperatura de superfície e fluxo de calor no solo, obtidos por sensoriamento remoto na microrregião de Itapetinga no período seco de 2015 e chuvoso de 2016.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

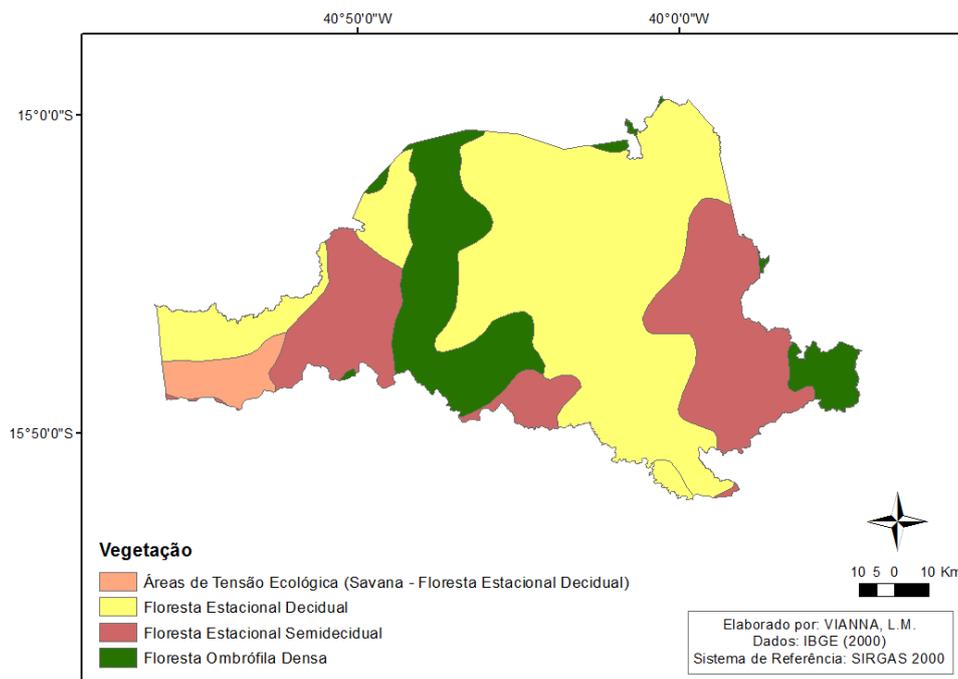
A microrregião de Itapetinga, estabelecida de acordo com o Departamento de Geografia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1990) é composta por 9 municípios: Encruzilhada, Itambé, Itapetinga, Itarantim, Itororó, Macarani, Maiquinique, Potiraguá e Ribeirão do Largo (Figura 1).



**Figura 1.** Microrregião de Itapetinga, 2017.

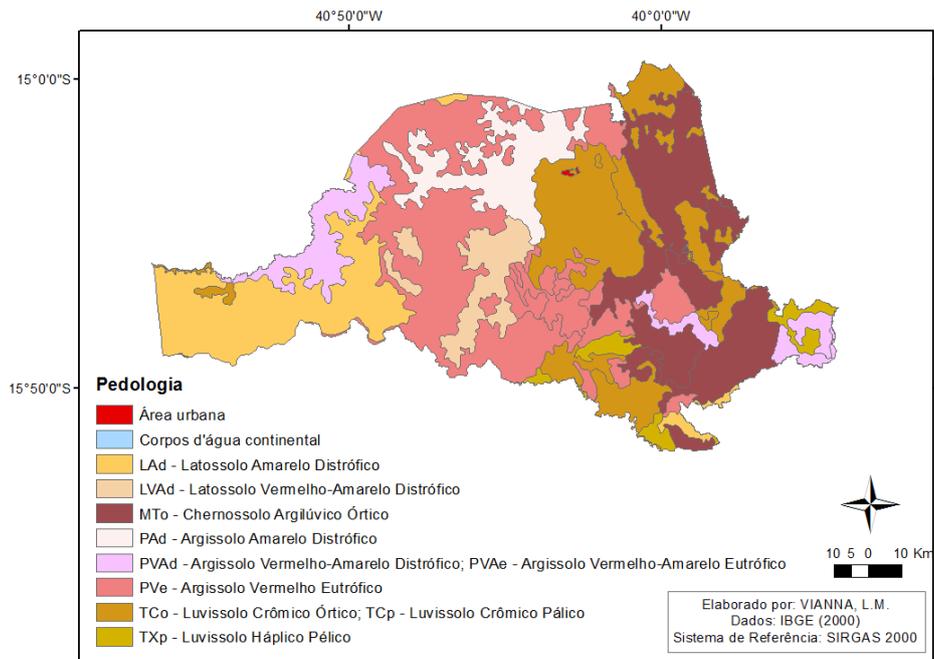
Com exceção dos municípios de Itororó e Potiraguá, todos os demais estão citados no relatório do PAN-Brasil como áreas subúmidas secas susceptíveis à desertificação segundo o critério do Índice de Aridez (Brasil, 2004).

A região situa-se na faixa de transição entre os biomas Mata Atlântica e Caatinga. A vegetação predominante na área é constituída por Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa (Figura 2).



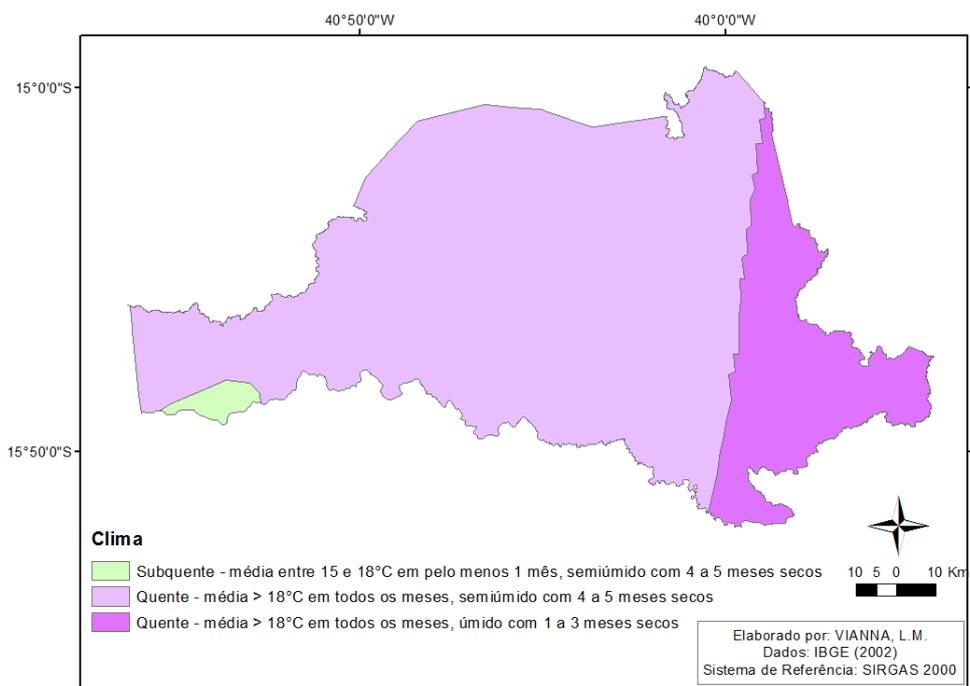
**Figura 2.** Tipos de vegetação da microrregião de Itapetinga, 2017.

Os solos presentes na região de acordo com a carta de solos do IBGE (2000) na escala 1:250.000 são: Latossolos, Chernossolos, Argissolos e Luvisolos (Figura 3).



**Figura 3.** Tipos de solos da microrregião de Itapetinga, 2017.

O clima predominante, de acordo com a classificação climática desenvolvida por Nimer (1979) e utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE como sendo a mais adequada para o território brasileiro, pode ser observado na figura 4.



**Figura 4.** Tipos de clima da microrregião de Itapetinga, 2017.

## INDICADORES BIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO

Inicialmente, as imagens do satélite Landsat 8 OLI/TIRS foram adquiridas junto ao site *Earth Explorer* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*U.S. Geological Survey - USGS*). Foram selecionadas imagens do período seco de 2015 e chuvoso de 2016 utilizando como critério a menor presença de nuvens. Para cobrir toda a microrregião de Itapetinga foram necessárias 3 cenas de cada um dos períodos, totalizando 6 imagens (Tabela 1).

**Tabela 1.** Datas das imagens adquiridas do satélite Landsat 8.

Ponto/órbita	Período seco	Período chuvoso
216/70	04/10/2015	25/02/2016
216/71	04/10/2015	25/02/2016
217/71	25/09/2015	16/02/2016

As imagens foram processadas com a utilização do *software* ArcGis 10.3.

Para obter as variáveis albedo, NDVI, temperatura de superfície e fluxo de calor no solo, foi necessária a conversão dos números digitais (ND) das imagens brutas do satélite Landsat 8 para valores de reflectância planetária. Dessa forma, foi realizada a calibração radiométrica indicada pela USGS (2015) para as bandas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 de acordo com a equação 1.

$$\rho_{\lambda} = \frac{M_p Q_{cal} + A_p}{\sin(\theta)} \quad (1)$$

Onde:  $\rho_{\lambda}$  é a reflectância planetária;  $M_p$  é o fator multiplicativo de reescalonamento para cada banda (disponível nos metadados da imagem);  $A_p$  é o fator aditivo de reescalonamento para cada banda (disponível nos metadados da imagem);  $Q_{cal}$  é o número digital (ND) para cada pixel; e  $\theta$  é o ângulo de elevação solar (disponível nos metadados da imagem).

Para a variável temperatura de superfície, foi necessário converter os números digitais da banda termal (banda 10) para valores de radiância espectral de acordo com a equação 2 (USGS, 2015).

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

Em que:  $L_\lambda$  é a radiância espectral no topo da atmosfera,  $M_L$  é o fator multiplicativo de reescalonamento para cada banda (disponível nos metadados da imagem),  $A_L$  é o fator aditivo de reescalonamento para cada banda (disponível nos metadados da imagem) e  $Q_{cal}$  é o número digital (ND) para cada pixel.

Após as conversões, os valores dos parâmetros biofísicos foram calculados para cada uma das cenas. Após os cálculos, foi realizado o mosaico das imagens.

## Albedo

O albedo é definido como a razão entre a radiação eletromagnética refletida e a radiação eletromagnética incidente, em certo intervalo de comprimento de onda (Veloso, 2009). Inicialmente, foi calculado o albedo no topo da atmosfera ( $\alpha_{toa}$ ) utilizando-se a equação 3, proposta pelo algoritmo SEBAL (Allen, 2002).

$$\alpha_{toa} = \sum(\omega_\lambda \times \rho_\lambda) \quad (3)$$

Em que:  $\omega_\lambda$  é o coeficiente de peso de cada banda e  $\rho_\lambda$  é a reflectância planetária das bandas 2 a 7.

Os coeficientes de peso ( $\omega_\lambda$ ) são calculados de acordo com a equação 4 (Starks et al. 1991):

$$\omega_\lambda = \frac{ESUM_\lambda}{\sum ESUM_\lambda} \quad (4)$$

Onde,  $ESUM_\lambda$  é a irradiância solar média no topo da atmosfera.

Ruhoff et al. (2015) obtiveram, a partir de imagens Landsat 8, os coeficientes de peso para as bandas multiespectrais (2-7) utilizados para o cálculo do albedo no topo da atmosfera, podendo ser observados inseridos na equação 5.

$$\alpha_{toa} = 0,300\rho_2 + 0,276\rho_3 + 0,233\rho_4 + 0,143\rho_5 + 0,035\rho_6 + 0,012\rho_7 \quad (5)$$

Sendo  $\rho_2$ ,  $\rho_3$ ,  $\rho_4$ ,  $\rho_5$ ,  $\rho_6$  e  $\rho_7$  as reflectâncias planetárias das respectivas bandas.

O albedo de superfície ( $\alpha_s$ ), levando em consideração a correção atmosférica, foi estimado pela equação 6 (Allen et al., 2002).

$$\alpha_s = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_{atm}}{\tau_{sw}^2} \quad (6)$$

Sendo  $\alpha_{toa}$  o albedo no topo da atmosfera,  $\alpha_{atm}$  o albedo da atmosfera e  $\tau_{sw}$  a transmissividade atmosférica.

O albedo da atmosfera pode variar entre 0,025 e 0,040, neste estudo, foi considerado o valor 0,03, conforme Bastiaanssen (2000).

Para a obtenção da transmitância atmosférica ( $\tau_{sw}$ ), foi utilizada a equação 7 simplificada proposta por Allen et al. (2002).

$$\tau_{sw} = 0,75 + 2 \times 10^{-5} z \quad (7)$$

Em que  $z$  é a altitude de cada pixel (em metros) extraída a partir de imagens SRTM.

### **Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)**

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI), responsável por realçar o comportamento espectral da vegetação, é obtido pela razão entre a diferença das reflectâncias da banda do infravermelho próximo ( $\rho_5$ ) e a banda do vermelho ( $\rho_4$ ), que para o Landsat 8, resulta na equação 8 (Rouse et al., 1974).

$$NDVI = \frac{(\rho_5 - \rho_4)}{(\rho_5 + \rho_4)} \quad (8)$$

Para a detecção das nuvens presentes nas imagens de NDVI foi utilizada a banda de garantia de qualidade (BQA) fornecida pelo satélite Landsat 8. Através da ferramenta *Reclassify* todos os valores que poderiam sugerir a presença de nuvens de acordo com a USGS (2017) receberam o valor 1 e os demais pixels valor 0. Em seguida, realizou-se a soma da imagem resultante com a imagem do NDVI, dessa forma, os valores maiores que 1 foram identificados como nuvens.

### **Temperatura de superfície**

O cálculo da temperatura da superfície foi realizado de acordo com a fórmula 9 sugerida por Allen et al. (2002)

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{\epsilon_{NB}K1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (9)$$

Em que: T é a temperatura efetiva no satélite, em Kelvin;  $L_\lambda$  é a radiância espectral no topo da atmosfera da banda termal (Banda 10), K1 é a constante de calibração 1 (metadados da imagem), K2 é a constante de calibração 2 (metadados da imagem) e  $\epsilon_{NB}$  é a emissividade no domínio da banda termal.

Para a obtenção da emissividade no domínio da banda espectral termal ( $\epsilon_{NB}$ ) foi utilizada a relação empírica (equações 10 e 11) estabelecida com o Índice de Área Foliar (IAF) sugerida em Allen et al. (2002).

$$\epsilon_{NB} = 0,97 + 0,0033 * IAF \quad \text{Para } IAF < 3 \quad (10)$$

$$\epsilon_{NB} = 0,98 \quad \text{Para } IAF \geq 3 \quad (11)$$

Para corpos de água ( $NDVI < 0$ ),  $\epsilon_{NB} = 0,99$ .

O IAF é um indicador de biomassa para cada pixel e foi obtido pela equação 12 (Allen et al. 2002).

$$IAF = - \frac{\ln\left(\frac{0,69 - SAVI}{0,59}\right)}{0,91} \quad (12)$$

O Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo (*Soil Adjusted Vegetation Index* - SAVI) é um índice que busca amenizar os efeitos do “background” do solo, para seu cálculo foi utilizada a equação 13 (Huete, 1998).

$$SAVI = \frac{(1+L)(\rho_5 - \rho_4)}{L + \rho_5 + \rho_4} \quad (13)$$

Onde  $\rho_5$  é a reflectância espectral da banda do infravermelho próximo,  $\rho_4$  é a reflectância espectral da banda do vermelho e L é uma constante. Usualmente utiliza-se o valor 0,5 para L.

A detecção das nuvens ocorreu como descrito na metodologia do NDVI, no entanto os valores atribuídos às classes sem a presença de nuvens ou com a presença das mesmas foram 0 e 100, respectivamente.

## Fluxo de calor no solo

Para computar o fluxo de calor no solo foi necessário obter, inicialmente, o saldo de radiação. O saldo de radiação ( $R_n$ ) indica a quantidade de radiação disponível na superfície, considerando tanto a radiação de onda longa quanto a de onda curta. A diferença entre o fluxo de energia radiante que incide sobre a superfície terrestre e o fluxo de energia por ela emitida e refletida representa a quantidade de energia disponível para os processos de reciclagem de energia: aquecimento da atmosfera, evapotranspiração, aquecimento do solo e da água (Santos, 2009). O saldo de radiação foi calculado pela equação 14 (Allen, et al. 2002):

$$R_n = (1-\alpha_s) R_{s\downarrow} + R_{L\downarrow} - R_{L\uparrow} - (1-\epsilon_0)R_{L\downarrow} \quad (14)$$

Onde  $\alpha_s$  é o albedo de superfície,  $R_{s\downarrow}$  é a radiação de onda curta incidente,  $R_{L\downarrow}$  é a radiação de onda longa incidente,  $R_{L\uparrow}$  é a radiação de onda longa emitida e  $\epsilon_0$  é a emissividade da superfície.

A radiação de onda curta incidente ( $R_{s\downarrow}$ ) foi calculada através da equação 15 (Allen, et al. 2002):

$$R_{s\downarrow} = G_{sc} \cdot \cos\theta \cdot d_r \cdot \tau_{sw} \quad (15)$$

Onde  $G_{sc}$  é a constante solar ( $1367 \text{ Wm}^{-2}$ ),  $\theta$  é o ângulo zenital solar (disponível nos metadados da imagem),  $d_r$  é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol (disponível nos metadados da imagem), e  $\tau_{sw}$  é a transmissividade atmosférica calculada pela equação 7.

A radiação de onda longa incidente foi obtida pela equação 16 de Stefan-Boltzman (Allen, et al. 2002):

$$R_{L\downarrow} = \epsilon_a \cdot \sigma \cdot T_a^4 \quad (16)$$

Onde  $\epsilon_a$  é a emissividade da atmosfera (adimensional),  $\sigma$  é a constante de Stefan-Boltzman ( $\sigma=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ ) e  $T_a$  é a temperatura do ar próximo à superfície (K).

De acordo com Allen et al. (2002), o algoritmo SEBAL considera que o pixel “frio”, localizado em uma superfície úmida, bem irrigada, com cobertura total do solo por vegetação apresenta a temperatura do ar próximo à superfície ( $T_a$ ) semelhante à temperatura da superfície ( $T_s$ ), dessa

forma, foi localizado um pixel “frio” na imagem de temperatura da superfície, obtida anteriormente, para definir a temperatura do ar próximo à superfície.

Para se obter o valor de  $\varepsilon_a$  foi utilizada a equação 17 desenvolvida por Bastiaanssen (1995):

$$\varepsilon_a = 0,85(-\ln\tau_{sw})^{0,09} \quad (17)$$

Em que  $\tau_{sw}$  é a transmissividade atmosférica calculada pela equação 7.

A radiação de onda longa emitida pela superfície foi calculada pela equação 18 de Stefan-Boltzman (Allen et al., 2002):

$$R_{L\uparrow} = \varepsilon_0 \cdot \sigma \cdot T_s^4 \quad (18)$$

Onde  $\varepsilon_0$  é a emissividade da superfície na banda larga,  $\sigma$  é a constante de Stefan-Boltzman ( $\sigma=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ ), e  $T_s$  a temperatura da superfície (K) obtida anteriormente.

A emissividade da superfície na banda larga ( $\varepsilon_0$ ) foi calculada de acordo com as equações 19 e 20 (Allen et al., 2002).

$$\varepsilon_0 = 0,95 + 0,01 \cdot \text{IAF} \quad \text{Para IAF} < 3 \quad (19)$$

$$\varepsilon_0 = 0,98 \quad \text{Para IAF} \geq 3 \quad (20)$$

Para corpos de água ( $\text{NDVI} < 0$ ),  $\varepsilon_0 = 0,985$ .

O fluxo de calor no solo (G) é a quantidade de energia utilizada para aquecer o solo. A abordagem mais comumente empregada para a estimativa do fluxo de calor no solo através de imagens de satélite é construir uma relação empírica a partir do saldo de radiação. O SEBAL computa a razão entre o fluxo de calor no solo e o saldo de radiação e a partir da equação empírica (21) desenvolvida por Bastiaanssen (2000), representando valores próximos ao meio-dia (Santos, 2009):

$$G = [T_s / \alpha_s (0,0038\alpha_s + 0,0074\alpha_s^2) (1 - 0,98 \text{NDVI}^4)] R_n \quad (21)$$

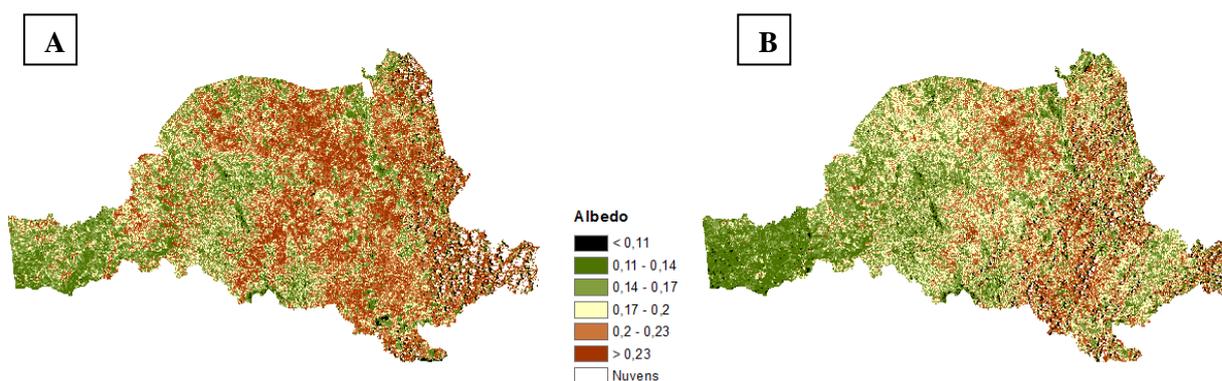
Onde  $T_s$  é a temperatura de superfície,  $\alpha_s$  é o albedo de superfície, NDVI é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada e  $R_n$  é o saldo de radiação à superfície.

## Álgebra de mapas

Cada um dos parâmetros calculados foi dividido em 7 classes com distribuição uniforme. Para sintetizar os resultados obtidos, os mapas foram reclassificados e foi realizada a álgebra de mapas. As classes de cada parâmetro que, de acordo com a literatura, indicam susceptibilidade à desertificação receberam o valor 1, as demais classes receberam o valor 0. Realizou-se, então, a multiplicação dos mapas, sendo que, as áreas com valor resultante 1 representaram alto risco de desertificação e as áreas com valor 0, baixo risco.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 5 apresenta os valores de albedo obtidos para o período seco (5A) e chuvoso (5B) da microrregião de Itapetinga.



**Figura 5.** Albedo para o período seco de 2015 (A) e chuvoso de 2016 (B) na microrregião de Itapetinga-BA.

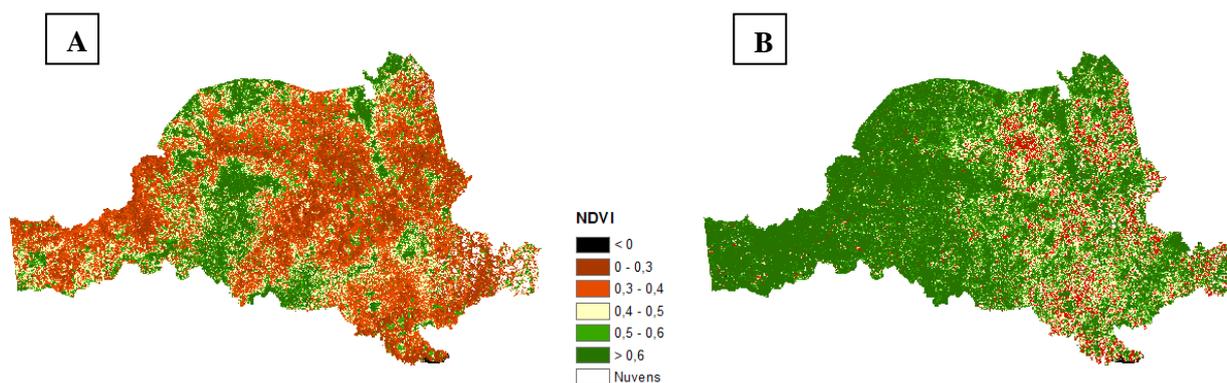
A classe de albedo  $< 0,11$  correspondeu às áreas de água, sombras ou de vegetação de altíssima densidade; os valores intermediários variaram de acordo com a densidade da vegetação. As áreas de solo exposto, se encontram nas classes 0,2-0,23 e 0,23-0,35, os valores superiores a 0,35 foram identificados como nuvens.

De acordo com Ribeiro et al. (2015), o albedo de superfície apresenta forte correlação com a cobertura do solo, sendo que os maiores valores correspondem às áreas com solo exposto e os menores às feições com cobertura vegetal.

Para os estudos de detecção de áreas susceptíveis ao processo de desertificação, é importante observar as áreas classificadas como solo exposto. Mota e Lobão (2015) em estudo no Nordeste da Bahia encontraram valores de albedo entre 0,21 e 0,30 para áreas com solo exposto em meio à Caatinga ou próximo a drenagens. Veloso et al. (2015a) ao quantificar o albedo em região de Floresta Estacional Decidual e Semidecidual, no estado de Minas Gerais, encontraram valores de 0,23 a 0,32 para áreas de solo exposto, vegetação rala, pastagem e área urbana. Esses valores corroboram com os valores encontrados neste estudo.

A área das classes correspondentes a solo exposto no período seco foi de 482.238ha, 42,8% da área total da microrregião, no período chuvoso, a área reduziu para 274.059ha, 24,3%. Observa-se que o albedo responde às variações de pluviosidade, uma vez que as áreas classificadas como solo exposto reduziram visivelmente no período chuvoso.

A figura 6 apresenta os valores do NDVI obtidos para os períodos seco (6A) e chuvoso (6B).



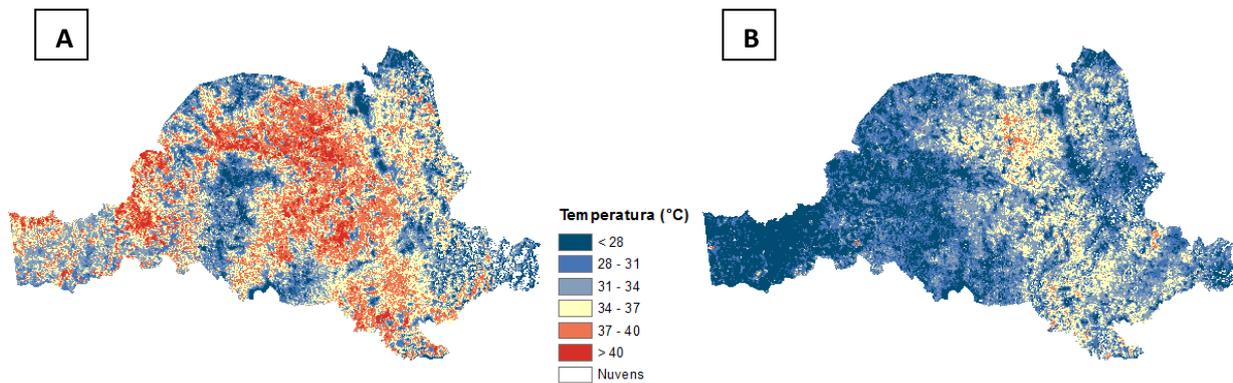
**Figura 6.** NDVI para o período seco de 2015 (A) e chuvoso de 2016 (B) na microrregião de Itapetinga-BA.

Inversamente ao comportamento do albedo, os valores de NDVI aumentam conforme aumenta a densidade da vegetação, as áreas de solo exposto foram identificadas nas classes 0-0,3 e 0,3-0,4. Oliveira Junior e Lobão (2014), em Guanambi, Bahia, encontraram valores de 0 a 0,299 para as áreas de solo exposto. Demarchi, et al. (2011), em Floresta Estacional Semidecidual, no estado de São Paulo, encontraram solo exposto e cobertura rala nas classes -0,1 a 0,4, no período úmido.

De acordo com o parâmetro NDVI, no período seco, 622.102,68ha (55,2% da área total) está inserido nas classes de solo exposto, já no período chuvoso, essa área reduziu para 105.177,42ha (9,33% do total). É possível que a maior variação de NDVI na região de Floresta Estacional Decidual e Semidecidual seja devido à adaptação biológica das espécies nativas ou à presença de pastagens. Na região de Floresta Ombrófila Densa, a variação se restringiu às áreas que possivelmente não apresentam a vegetação nativa.

A cobertura vegetal possui elevada importância para a diminuição do desenvolvimento da desertificação, uma vez que protege o solo da ação inicial dos processos erosivos. Desse modo, a ausência da cobertura vegetal pode anunciar a susceptibilidade dos solos ao ataque dos agentes desencadeadores da desertificação (Góis et al., 2015). A partir desse ponto de vista, nota-se que durante a estação seca a região está muito mais vulnerável que na estação chuvosa, necessitando de maior atenção às técnicas agrícolas empregadas para não impulsionar a degradação do solo e processos erosivos, resultando na desertificação.

A figura 7 apresenta os valores de temperatura de superfície obtidos para o período seco (7A) e chuvoso (7B) da microrregião de Itapetinga.



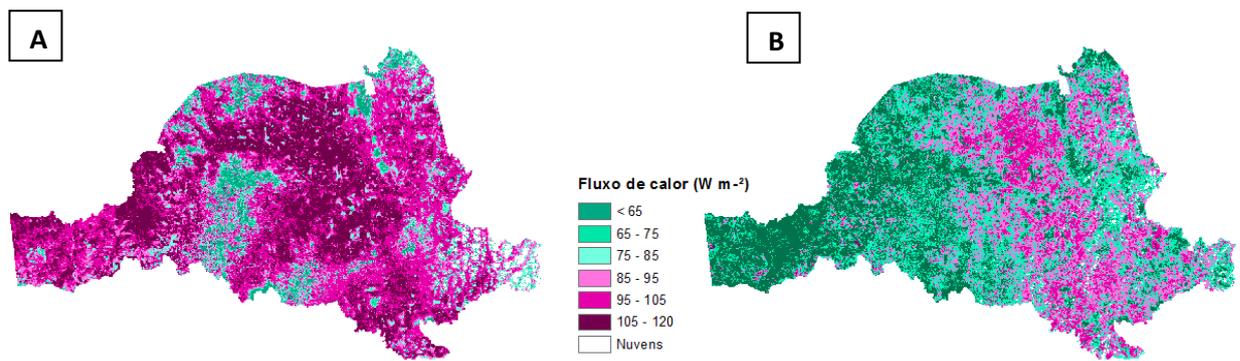
**Figura 7.** Temperatura de superfície para o período seco de 2015 (A) e chuvoso de 2016 (B) na microrregião de Itapetinga-BA.

De acordo com a temperatura de superfície, as áreas de vegetação rala e solo exposto concentraram-se nas classes  $>34^{\circ}\text{C}$ , correspondendo a 654.306ha (58% da área total) para o período seco e 209.700ha (18,61% da área total) para o período chuvoso.

Santos (2014) em área de Floresta Estacional Semidecidual, no estado de São Paulo, observou temperaturas de superfície entre  $34$  a  $43^{\circ}\text{C}$  para as áreas onde há predomínio de solo exposto. Veloso et al. (2015b), encontraram, em região de Floresta Estacional Decidual e Semidecidual no norte de Minas Gerais, valores na ordem de  $29$  a  $40^{\circ}\text{C}$  para áreas de vegetação rala, pastagem e solo exposto.

De acordo com Santos (2014), a vegetação é um elemento amortecedor da temperatura do ar e do solo, dessa forma, apresenta uma influência significativa na determinação dos elementos microclimáticos. Ribeiro et al. (2015), afirma que a maior presença de vegetação contribui para minimizar a temperatura e conservar a umidade do solo, no entanto, as áreas afetadas por processos de degradação e desertificação atuam no aumento da liberação de calor sensível para a atmosfera.

A figura 8 apresenta os valores de fluxo de calor no solo obtidos para o período seco (8A) e chuvoso (8B) da microrregião de Itapetinga.



**Figura 8.** Fluxo de calor no solo para o período seco de 2015 (A) e chuvoso de 2016 (B) na microrregião de Itapetinga - BA.

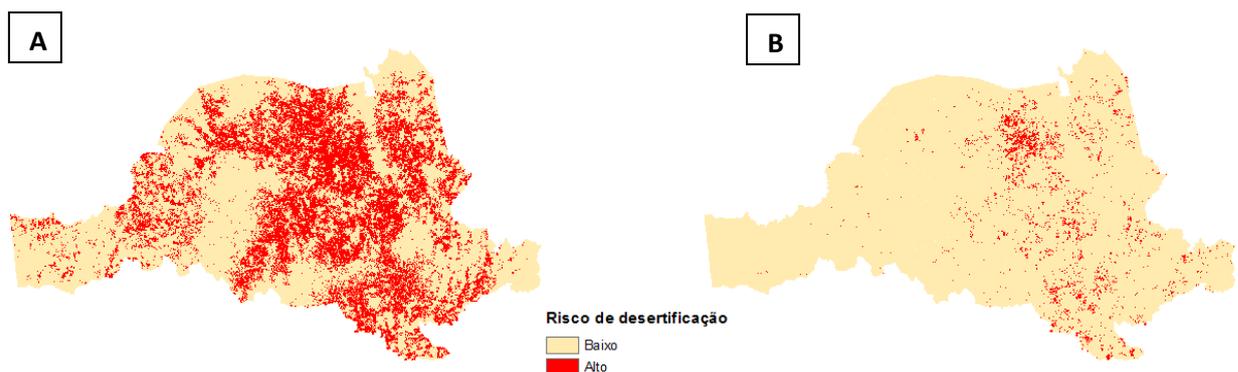
O fluxo de calor no solo, assim como os parâmetros anteriores, exibiu maior área vulnerável no período seco do que no período chuvoso. As classes de solo exposto corresponderam aos fluxos  $> 85 \text{ W m}^{-2}$ , representando 912.267ha (81% da área total), no período seco e 406.595ha (36,1% do total) no período chuvoso, assim como os demais parâmetros, a região leste apresenta maior susceptibilidade mesmo como o aumento das chuvas.

Rodrigues et al. (2009), em estudo no Ceará, encontrou valores de fluxo de calor do solo entre 100 e  $135 \text{ W m}^{-2}$  para áreas de solo exposto. Santos et al. (2014), também no Ceará, identificou que os maiores valores de fluxo de calor no solo estão nas áreas em processo de desertificação e regiões desprovidas de vegetação, sendo estes em torno de 80 a  $90 \text{ W m}^{-2}$ . Machado et al. (2014), no sul de Pernambuco encontrou valores de fluxo de calor no solo superior a  $80 \text{ W m}^{-2}$  para solo exposto.

O fluxo de calor no solo é a fração de energia que é transferida por processos de condução ou difusão térmica para o solo, é importante para as atividades metabólicas das células das raízes, assim como para a germinação das sementes (Furlan et al., 2011). Conforme elucidado por Silva (2014), áreas com menores índices de vegetação influenciam diretamente nos valores de fluxo de calor no solo, uma vez que, devido à redução das áreas vegetadas há menor retenção de umidade e, conseqüentemente, maior quantidade de energia armazenada em seu interior.

De forma geral, o comportamento de todos os parâmetros calculados demonstrou grande variabilidade para o período seco e chuvoso. Durante o período seco há maior área de solo exposto, no entanto, foi possível observar que a região centro-oeste apresentou, mesmo no período seco, baixa susceptibilidade à desertificação em virtude da elevada cobertura vegetal de acordo com todos os parâmetros, essa região corresponde a área de Floresta Ombrófila Densa, caracterizada por apresentar baixa correlação entre a densidade da vegetação e pluviosidade. No período chuvoso, as áreas vulneráveis reduziram devido à regeneração da vegetação, entretanto, a região leste apresentou solo exposto em todos os parâmetros.

A figura 9 apresenta os mapas de risco à desertificação resultante da álgebra de mapas para o período seco (9A) e chuvoso (9B) da microrregião de Itapetinga.



**Figura 9.** Risco de desertificação para o período seco de 2015 (A) e chuvoso de 2016 (B) na microrregião de Itapetinga - BA.

A área vulnerável durante o período seco correspondeu a 358.482,06ha (31,8% da área total), já no período chuvoso, esta área reduziu para 40.198,5ha (3,57% da área total). A presença de áreas susceptíveis no período úmido evidencia a degradação intensa nessas regiões uma vez que, mesmo com o aumento da pluviosidade, não houve a regeneração da vegetação. O quadro 1 apresenta a quantificação das áreas com alto risco de desertificação em cada um dos municípios que compõe a microrregião de Itapetinga durante o período seco e chuvoso.

**Quadro 1.** Áreas com susceptibilidade à desertificação no período seco e chuvoso em cada município da microrregião de Itapetinga.

Município	Seco		Chuvoso		Área total do município (ha)
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
Encruzilhada	30255,30	16,00	441,54	0,23	189079,42
Itambé	48548,88	33,04	3604,05	2,45	146935,06
<b>Itapetinga</b>	<b>81206,46</b>	<b>49,21</b>	<b>14137,38</b>	<b>8,57</b>	<b>165036,56</b>
<b>Itarantim</b>	<b>76595,40</b>	<b>45,77</b>	<b>13004,64</b>	<b>7,77</b>	<b>167332,36</b>
Itororó	3716,10	11,84	718,38	2,29	31390,45
Maracani	52290,72	43,22	2479,95	2,05	120982,23
Maiquinique	20054,07	34,10	1784,16	3,03	58809,74
Potiraguá	21856,05	19,67	3713,31	3,34	111086,13
Ribeirão do Largo	23959,44	17,57	315,09	0,23	136367,36

O quadro 1 mostra que os municípios que apresentaram maior área de susceptibilidade tanto no período seco quanto no período chuvoso foram os municípios de Itapetinga e Itarantim. Os dois municípios apresentam como característica comum a pecuária como principal atividade econômica rural.

De acordo com Lima e Pinto (2009), devido à pequena capacidade protetora das pastagens e do adensamento dos rebanhos, os solos da região de Itapetinga têm sofrido processo de compactação preocupante. Os autores afirmam, ainda, que muitos produtores utilizam a prática de queimadas no manejo das pastagens, principalmente nos meses de setembro a novembro, período de maior velocidade dos ventos, resultando em perdas de cinza pela ação eólica.

## CONCLUSÕES

Os quatro indicadores biofísicos de desertificação estudados (albedo, NDVI, temperatura de superfície e fluxo de calor no solo) apresentaram variabilidade sazonal acentuada na microrregião de Itapetinga. O período seco apresentou maior área vulnerável devido ao comportamento fenológico e ao tipo de vegetação. No período chuvoso, foi possível observar a capacidade de

resiliência da vegetação e identificar as áreas mais degradadas, onde não houve recuperação vegetal.

Foi observado que os municípios de Itapetinga e Itarantim são os que necessitam de maior atenção, uma vez que apresentaram a maior parte das áreas susceptíveis à desertificação tanto no período seco quanto no período chuvoso.

Diante do exposto, sugere-se a continuidade do monitoramento de indicadores biofísicos na região por meio do sensoriamento remoto. Recomenda-se ainda a realização de trabalhos de campo nas áreas mais susceptíveis para verificar a real condição de uso da terra e desenvolver outras modelagens que possam fornecer estimativas confiáveis a respeito do processo de desertificação.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSSEN, W.G.M. **Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) — Advanced Training and User's Manual**. Kimberly: University of Idaho, 2002. 98p.

BASTIAANSSEN, W. G. M. 1995. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain: A remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climates**. Ph.D. dissertation, CIP Data Koninklijke Bibliotheek, Den Haag, The Netherlands. 273 p.

BASTIAANSSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A.; HOLTSLAG, A. A. M. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, v. 212-213, p. 198-212, 1998.

BASTIAANSSEN, W.; BAKKER, M. **Use of satellite data in agricultural water management**. Embrapa Semiárido. Petrolina, 2000. 81p.

BEZERRA, J. M.; MOURA G. B. de A.; SILVA, B. B. da; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. de F. e. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio

Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 73-84, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca: PAN Brasil**. Brasília: MMA, 2004. 213 p.

DEMARCHI, J.C.; PIROLI, E.L.; ZIMBACK, C.R.L. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo - SP usando imagens Landsat-5. **Ra'ega**, Curitiba, v. 21, p. 234-271, 2011.

FURLAN, D. N.; BALLESER, M. V. R.; ANDRADE, R. G. Estimativa dos valores de saldo de radiação e fluxo de calor no solo em diferentes condições antrópicas na bacia do rio Ji-Paraná, Rondônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 6301-6308.

GOIS, D. V.; MELO, F. P.; ARAÚJO, W. S.; SOUZA, R. M. Índices de Vegetação e Suscetibilidade à Desertificação no Município de Poço Redondo – Sergipe. In: SIMPÓSIO SOBRE AS GEOTECNOLOGIAS E GEOINFORMAÇÃO NO ESTADO DE ALAGOAS, 3., 2015, Maceió. **Anais...** Maceió: SEPLAG, 2015. p. 175-180.

HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sens. Environ.**, v. 25, p. 53-70, 1988.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 1, 1990. 135p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Solos da Folha SD.24 – Salvador**, 2000. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/pedologia/vetores/escala\\_250\\_mil/recorte\\_milionesimo/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/recorte_milionesimo/)> Acesso em: 10 mar. 2017.

LIMA, E. M.; PINTO, J. E. S. de S. Economia e meio ambiente cenário atual e tendências no município de Itapetinga. In: ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12.,

2009, Montevideo - Uruguai. Caminando en una América Latina en Transformación. **Anais...** Uruguai: Editora da Universidade de La República, 2009.

LOPES, H. L.; CANDEIAS, A. L. B.; ACCIOLY, L. J. de O.; SOBRAL, M. do C. M. Modelagem de parâmetros biofísicos para desenvolvimento de algoritmo para avaliação e espacialização de risco a desertificação. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.15, n.4, p.652-668, 2009.

MACHADO, C.C.; SILVA, B.B.DA; ALBUQUERQUE, M.B.DE; GALVÍNCIO, J.D. Estimativa do balanço de energia utilizando imagens TM-Landsat 5 e o Algoritmo SEBAL no litoral sul de Pernambuco. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.29, n.1, p.55-67, 2014.

MOTA, I. L.; LOBÃO, J. S. B. Análise espacial do albedo de superfície na Estação Ecológica Raso da Catarina - BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 6720-6727.

NIMER, E. Um modelo metodológico da classificação de climas. **Revista Brasileira de Geografia - IBGE**, Rio de Janeiro, n. 4, p. 59-89, 1979.

OLIVEIRA JUNIOR, I.; LOBÃO, J. S. B. Degradação no polo regional de Guanambi-Bahia: a análise multitemporal do NDVI aplicado em imagens MODIS. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO – GEONORDESTE, 7., 2014, Aracajú. **Anais...** Aracajú: UFS, 2014. p. 261-265.

PACHÊCO, A. da P.; FREIRE, N. C. F.; BORGES, U. da N. A transdisciplinaridade da desertificação. **Geografia**, v. 15, n. 1, jan./jun. 2006 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências.

RIBEIRO, E. P.; NÓBREGA, R. S.; MOTA FILHO, F. de O.; MOREIRA, E. B. M. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças ambientais na bacia hidrográfica do rio Pajeú. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 32, n. 1, p. 221-246, 2015.

RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. M. de; TEIXEIRA, A. dos S.; SILVA, B. B. da. Biophysics variables seasonality on surface in semiarid regions by using remote sensing. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.452-465, jul./set. 2009

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W; HARLAN, J. C. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation**. Greenbelt: NASA/GSFC, Type III, Final Report, 1974. 371 p.

RUHOFF, A. L.; NOVO, B. B. da S.; ROCHA, H. R. Determinação da irradiância solar no topo da atmosfera para cálculo do albedo e balanço de energia a partir de imagens Landsat 8 OLI. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., (SBSR), 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 4495- 4502.

SANTOS, T. V. dos. **Fluxos de calor na superfície e evapotranspiração diária em áreas agrícolas e de vegetação nativa na bacia do Jacuí por meio de imagens orbitais**. 96f. 2009. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SANTOS, E. G. dos; SANTOS, C. A. C. dos; BEZERRA, B. G.; NASCIMENTO, F. das C. A. do. Análise de parâmetros ambientais no núcleo de desertificação de Irauçuba - CE usando imagens de satélite. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 5, p. 915-926, 2014.

SANTOS, R. C. Análise da influência da temperatura de superfície e dados climáticos na análise da paisagem a partir de imagens Landsat 8. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE ESTUDIOS TERRITORIALES Y AMBIENTALES, 6., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2014. p. 3431-3444.

SILVA, G. J. F. da. **Estimativa de indicadores biofísicos para avaliação do processo de desertificação no município de São João do Cariri - PB**. 126 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

STARKS, P. J.; NORMAN, J. M.; BLAD, B. L.; WALTER-SHEA, E. A.; WALTHALL, C.L. Estimation of shortwave hemispherical reflectance albedo from bi-directionally reflected radiance data. **Remote Sensing of Environment**, v. 38, p. 123–134, 1991.

UN – UNITED NATIONS. **United Nations Convention to Combat Desertification: In those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa**. 1994.

Disponível em:

<[http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/UNCCD\\_Convention\\_ENG.pdf](http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/UNCCD_Convention_ENG.pdf)>.

Acesso em: 12 mar. 2017.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat 8 (L8) Data Users Handbook.**

2015. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>>.

Acesso em: 15 mar. 2017.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **User Guide: Landsat Quality**

**Assessment (QA) Tools.** 2017. Disponível em:

<[https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/landsat\\_QA\\_tools\\_userguide.pdf](https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/landsat_QA_tools_userguide.pdf)>. Acesso

em: 26 abr. 2017.

VELOSO, G. A.; FERREIRA, M. E.; ROSA, R.; SILVA, B. B. da. Determinação do albedo de superfície em áreas irrigadas do projeto Jaíba (Minas Gerais) mediante imagens Landsat 5 - TM.

**Ra'ega**, Curitiba, v. 35, p. 126-146, 2015a.

VELOSO, G. A.; ROSA, R.; FERREIRA, M. E.; SILVA, B. B. da; LEITE, M. R. Análise da Variação Temporal da Temperatura de Superfície em áreas irrigadas do Projeto Jaíba por Sensoriamento Remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 17. (SBSB), 2015a, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015b. p. 2669-2676.

WELIGEPOLAGE, K. **Estimation of spatial and temporal distribution of evaporatranspiration by satellite remote sensing – A case study in Hupselse Beek, The**

**Netherland.** Tese de Mestrado, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, 114f, 2005.

## ANEXO

### NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DE TRABALHOS

GEOCIÊNCIAS é uma revista trimestral *on-line*, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Rio Claro, que divulga trabalhos sobre temas de Geologia e Geografia Física, básicos e de aplicação, de autores da Unesp e de outras instituições, do país e do exterior, de interesse para a comunidade geocientífica, e a coletividade em geral.

A partir do ano de 2009, a revista passou a ser editada apenas no formato eletrônico, com o ISSN 1980-900X, seguindo a tendência das revistas internacionais.

#### 1. TIPO DE TRABALHO PUBLICADO

A revista publica Artigos com dados e resultados originais e inéditos de pesquisas científicas e técnicas, redigidos em português, inglês ou espanhol.

#### 2. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

a) O trabalho deve ter:

- 1) Título, coerente com o conteúdo.
- 2) Nomes do(s) autor(es), completos e por extenso, **encaminhados em separado do texto do artigo**.
- 3) Instituição(ões)/empresa(s) a que se vincula(m), com endereço(s): logradouro, CEP, cidade, estado, endereço eletrônico, completos e sem abreviaturas ou siglas.
- 4) Sumário dos itens e subitens, mostrando a hierarquia deles.
- 5) Resumo de até 200 palavras, em parágrafo único, sem incluir citações bibliográficas, seguido de até cinco palavras-chave que reflitam a natureza e conteúdo do trabalho e escritos na língua utilizada no artigo.
- 6) Título, resumo e palavras-chave vertidos para outra língua dentre as indicadas acima.

b) A estrutura do artigo deve ter, ressalvada a natureza do trabalho que exija explanação diferente e mais adequada à boa exposição das informações:

- 1) Introdução, contextualizando o trabalho e definindo o objetivo do artigo.
- 2) Materiais, métodos e técnicas.
- 3) Apresentação de dados.
- 4) Discussões, interpretações e resultados.
- 5) Conclusões ou considerações finais.
- 6) Agradecimentos.
- 7) Lista das referências bibliográficas citadas.

c) A hierarquia de itens e subitens deve ser feita em até 5 níveis:

- 1) Nível 1: negrito, em maiúsculas, centrado. Ex.: **INTRODUÇÃO**.
- 2) Nível 2: negrito, caixa alta, alinhado à esquerda. Ex.: **LITOLOGIA**.
- 3) Nível 3: negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: **Aspectos do Relevô**.
- 4) Nível 4: itálico, negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: ***Xistos do Grupo São Roque***.
- 5) Nível 5: itálico, não-negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: *Características Texturais dos Sedimentos*.

#### 3. SUBMISSÃO DO ARTIGO

a) O texto deve ser elaborado em tamanho A4, margens de 2 cm, espaço duplo, recuos (parágrafos) de 0,5 cm, fonte Times New Roman de 12 pontos, sem formatação, sem hifenização, utilizando o

editor de textos Microsoft Word. Extensão: até 30 páginas, incluindo texto, ilustrações e referências bibliográficas. Não são aceitos textos escaneados.

- 1) Unidades e símbolos de medidas devem seguir o sistema de padronização internacional (exs.: M para milhão, G para bilhão, m, cm, km, kb, MPa etc.). Símbolos não-usuais e abreviaturas, quando utilizados, devem ter os significados explicitados quando da primeira citação no texto.
- 2) Equações e fórmulas devem ser inseridas no texto em formato **JPG**. Todos os símbolos e abreviaturas utilizados devem ter seus significados explicitados. Se forem citadas no texto podem ser numeradas com algarismos arábicos sucessivos, colocados à direita.
- 3) Palavras estrangeiras e citações, se usadas, devem aparecer em itálico.
- 4) Notas de rodapé não são aceitas (inclusive para indicação dos nomes de instituições ou empresas). Eventuais notas complementares podem ser inseridas no fim do texto, referidas como APÊNDICES, limitados à exposição de detalhes imprescindíveis à compreensão do texto (p. ex., minúcias de ensaios, deduções de equações).
- 5) A redação deve ser impessoal (terceira pessoa).

#### 4. ILUSTRAÇÕES

a) As ilustrações e suas legendas devem ser apresentadas em separado do texto, com as respectivas legendas.

b) São ilustrações:

- 1) TABELAS (sem molduras verticais das células) e QUADROS (com molduras horizontais e verticais das células) elaboradas no Winword ou Excel, dispostas em formato Retrato.
- 2) FIGURAS, que são mapas, perfis, diagramas e assemelhados, em preto & branco, tons de cinza ou coloridas, numeradas sequencialmente com algarismos arábicos, na ordem de inserção no texto. As figuras devem ser apresentadas em formato *tif*. No texto devem ser apontados os locais de inserção em uma linha logo após o parágrafo em que é feita a primeira citação.
- 3) FOTOS, FOTOMICROGRAFIAS, IMAGENS e assemelhados, e PRANCHAS, que são quadros de tais documentos. Devem se apresentadas em tons de cinza, em formato *jpg*, com resolução mínima de 300 dpi. Não são aceitas cópias xerográficas. Inserir escala gráfica, se necessário. Indicações devem ter tamanhos ou espessuras que comportem redução e visibilidade no tamanho de largura máxima entre 8 a 17 cm (largura útil da página impressa).

c) Ilustrações coloridas podem ser utilizadas.

#### 5. CITAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

a) Citações no texto:

- 1) de um autor – ex.: Adams (1989), (Adams, 1996);
- 2) de dois autores – exs.: Cox & Singer (1986), (Cox & Singer, 1986);
- 3) de trabalhos de mais de 2 autores – exs.: Lopes et al. (1992), (Lopes et al., 1992);
- 4) de mais de um trabalho do mesmo autor e do mesmo ano ou de anos distintos – exs.: Johnson (1995a, b, c); Roberts (1996, 1997); (Johnson, 1995a, b; Roberts, 1996a, b, 1997);
- 5) Para citações indiretas, usar **segundo** em vez de **apud** – ex.: Lucas (1975, segundo Silva, 1993).
- 6) Evitar o uso de **op. cit.** – ex.: Martins (1998) em vez de Martins (op. cit.).

b) Lista de REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1) Seguir a ordem alfabética dos nomes dos autores e numerar consecutivamente. Se houver mais de um trabalho do(s) mesmo(s) autor(es) num ano, indicar no final (a), (b), (c)...
- 2) Entrada de um autor – ex.: SILVA, A.L. DA.

- 3) Entrada de dois autores – ex.: SILVA, J.L. & RUIZ, A. DA S.
- 4) Entrada de três ou mais autores – citar todos. Ex.: LIMA, E.S.; MARQUES, J.S.; CAMPOS, A.
- 5) Exemplos de citação de publicações:

**Livros, monografias, relatórios**

COSTA, M.C. da & ANGÉLICA, R.S. (Coordenadores). **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém: Financiadora de Estudos e Projetos e Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Norte, 446 p., 1997.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Jacupiranga-Guará - geologia, levantamento geoquímico, processamento aerogeofísico e metalogenia das folhas SG22-X-8-VI-2 (Jacupiranga) e SG22-X-B-VI-4 (Rio Guará), Estado de São Paulo, Escala 1 :50.000**. São Paulo: Convênio Secretaria de Estado de Energia / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil, 245 p., 1999.

**Capítulos de livros**

ROOSEVELT, A.C. The influence of geology on soils, biota and the human occupation of Amazonia. In: COSTA, M.C. da & ANGÉLICA, R.S. (Coordenadores), **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém: Financiadora de Estudos e Projetos e Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Norte, p. 1-14, 1997.

**Dissertações e Teses**

SANTOS, M. DOS. **Serra da Mantiqueira e Planalto do Alto Rio Grande: a bacia terciária de Aiuruoca e evolução morfotectônica**. Rio Claro, 1999. 134 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

**Artigos de periódicos**

FERREIRA, M.C. Análise espacial da densidade de drenagem em Sistema de Informação Geográfica através de um modelo digital de distâncias interfluviais. **Geociências**, v. 18, n. 1, p. 7-22, 1999.

**Resumos (estendidos ou não) publicados em eventos técnico-científicos**

ROY, P. Estuaries and coastal valley-fills in Southeast Australia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 6, 1997, Curitiba. **Resumos Expandidos...** São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1997, p. 12-13.

c) Outros

- 1) Programas de computação (*softwares*) citados no texto devem ser referenciados como trabalhos, com dados de autoria, versão, local, data.
- 2) Documentos consultados na Internet: citar a URL e data de acesso. Ex.: C.M.L. da Cunha & I.A. Mendes. **Proposta de análise integrada dos elementos físicos da paisagem: uma abordagem geomorfológica**. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista/Sumario0301.htm>. Acessado em: 25jan2006.
- 3) Trabalhos aceitos para publicação ou no prelo: citar, com indicação da situação.
- 4) Comunicações pessoais e trabalhos em preparação ou submetidos para publicação não devem ser citados na listagem bibliográfica, mas apenas no texto.
- 5) Não devem ser citados documentos (relatórios e outros) confidenciais ou inacessíveis aos leitores.

**6. ANÁLISE DOS TRABALHOS E PROCEDIMENTOS DA EDITORIA**

- 1) O autor ou primeiro autor será comunicado da recepção do trabalho, dos resultados das avaliações pelos Consultores e aceitação para publicação.
- 2) Os trabalhos receberão avaliação crítica do mérito por um ou dois membros do Conselho

Editorial e/ou Corpo Consultivo tendo em vista a publicação na revista. O prazo para avaliação é de 30 dias.

- 3) Trabalhos não recomendados serão devolvidos. Aqueles cuja aceitação dependa de modificações ou ajustes serão devolvidos ao(s) autor( es) para adequação.
- 4) Revisões de aspectos formais dos trabalhos, antes da impressão final, serão efetuadas pelo Conselho Editorial.
- 5) Os dados, informações e conceitos emitidos nos trabalhos são de inteira responsabilidade dos autores. O autor ou primeiro autor do trabalho responde pela autorização de sua publicação e cessão de direitos autorais à revista.

## **7. ENCAMINHAMENTO**

Os trabalhos devem ser enviados exclusivamente por meio eletrônico pelo sistema SEER através do endereço: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias>