



## **Recuperação da emissividade da superfície (LSE) a partir de dados Landsat 8 com uso do método do NDVI Threshold**

**Pâmela Suélen Käfer<sup>1</sup>, Luíza Vargas de Oliveira Heinz<sup>1</sup> Nájila Souza da Rocha<sup>1</sup>  
Silvia Beatriz Alves Rolim<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratório de Sensoriamento Remoto Geológico / Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Centro Estadual de pesquisas em sensoriamento remoto e meteorologia (pamelaskafer@gmail.com; luiza.v.heinz@gmail.com; najila.rocha2011@gmail.com; silvia.rolim@ufrgs.br);

### **Resumo**

O objetivo deste estudo foi determinar a emissividade da superfície (LSE) pela aplicação do método do NDVI Threshold (NDVI<sup>TM</sup>) em uma duna localizada no litoral norte do Rio Grande do Sul, composta por quartzo e vegetação, visto que a temperatura de superfície é influenciada diretamente por esta variável. Considerando que o mineral quartzo exibe comportamento emissivo bem caracterizado por sensores remotos, uma imagem Landsat 8 OLI/TIRS foi adquirida e utilizada como base para realizar as análises. Como o método exige as emissividades prévias dos alvos, uma biblioteca espectral do mineral também foi usada para assumir a emissividade efetiva do alvo quartzo. Foi possível mapear a LSE da área de estudo. Além da efetividade do método em áreas com mistura de quartzo e vegetação, a eficiência e importância de se construir bibliotecas espectrais de diferentes alvos foi comprovada. Com a obtenção desta variável, é possível a futura aplicação destes resultados em algoritmos de recuperação de temperatura de superfície (LST) single-channel (SC), isto é, que fazem uso de apenas uma banda na região do infravermelho termal.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Quartzo. Vegetação.

Área Temática: Tecnologias ambientais

## **Land surface emissivity from Landsat-8 data by using the NDVI Threshold method**

### **Abstract**

*The goal of this study was the determination of land surface emissivity (LSE) by applying the NDVI Threshold method (NDVI<sup>TM</sup>) in a dune located on the northern coast of Rio Grande do Sul, composed by quartz and vegetation, since the surface temperature is directly influenced by this variable. Considering the quartz mineral has a well characterized emissive behavior by remote sensors, a Landsat 8 OLI / TIRS image was acquired and used as the basis for the analysis. As the method requires the previous emissivities of the objects, a spectral library of the mineral was also used to assume the effective emissivity of the quartz. It was possible to map the LSE of the study area. Besides the effectiveness of the method in areas with a mixture of quartz and vegetation, the efficiency and importance of build spectral libraries of different natural objects has been proven. After obtaining this variable, it is possible to apply these results in single-channel (SC) LST retrieval algorithms, the ones which use only one band in the thermal infrared region.*

*Key words: Remote sensing. Quartz. Vegetation.*

*Theme Area: Environmental Technologies*



## 1 Introdução

A temperatura da superfície terrestre (*Land Surface Temperature* - LST) desempenha um papel importante no ciclo de evolução do ecossistema natural e pode ser utilizada como um indicador para quantificar alterações nas características físicas da cobertura da terra (SOBRINO & RAISSOUNI, 2000), ademais, é necessária para uma grande variedade de estudos científicos, incluindo diversas áreas como climatologia, hidrologia, ecologia e biogeologia (ZHANG & HE, 2013). A determinação da LST a partir de dados de sensoriamento remoto é influenciada principalmente pela atmosfera e pela emissividade da superfície (LSE). Nesse contexto, a emissividade é o fator que descreve a eficiência em radiar energia de um objeto, comparada com um corpo negro à mesma temperatura.

Diversos métodos foram desenvolvidos para a obtenção da LSE, nesse sentido, o *NDVI Thresholds Method* (NDVI<sup>TM</sup>) (VALOR & CASSELES., 1996; SOBRINO et al., 2004) é um método caracterizado como semi-empírico (SOBRINO & RAISSOUNI 2000), que pode ser descrito como uma possibilidade de simples aplicação, e que já foi amplamente testado pela comunidade científica (SOBRINO et al., 2004). O método apresentou bons resultados quando comparado, por exemplo, ao método TISI (BECKER & LI, 1990; SOBRINO et al., 2001; SOBRINO et al., 2004). Além disso, em função de se utilizar as bandas do vermelho e do infravermelho próximo no seu cálculo, tem-se a emissividade em melhor resolução espacial do que quando utilizadas as bandas do infravermelho termal.

O mineral de quartzo exibe comportamento emissivo bem caracterizado por sensores remotos, visto que comportamento espectral deste mineral apresenta feições de absorção típicas na região do infravermelho termal (3µm-14µm) (HUNT & SALISBURY, 1971; SALISBURY ET AL., 1991), dessa forma, o NDVI<sup>TM</sup> pode ser um bom estimador da emissividade da superfície para campos de dunas com presença de vegetação.

Para a aplicação do NDVI<sup>TM</sup> é necessário o conhecimento das emissividades dos alvos em questão, pois ele exige que se sejam atribuídos valores de emissividade em função do valor de NDVI. Para este fim, um típico valor de emissividade para a vegetação é geralmente escolhido. Já quanto ao solo, a escolha de um valor típico é uma questão crítica, devido à maior variação dos valores de emissividade para os solos em comparação com os que apresentam presença de vegetação. Uma biblioteca espectral com as emissividades dos alvos em diferentes temperaturas é uma opção conveniente para tornar estes estudos mais precisos, já que a emissividade varia também conforme a temperatura.

Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho foi aplicar o método NDVI<sup>TM</sup> em uma duna localizada no litoral norte do Rio Grande do Sul, composta por quartzo e vegetação, utilizando como emissividade típica do solo, a emissividade do quartzo obtida por uma biblioteca espectral com emissividades classificadas em diferentes temperaturas. Nossa hipótese é que a emissividade do alvo em diferentes temperaturas deve ser considerada ao se assumir uma emissividade inicial para o NDVI<sup>TM</sup>. Pretende-se com esta metodologia, contribuir para um melhor emprego de imagens Landsat 8 OLI/TIRS na posterior recuperação da LST.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Área de Estudo

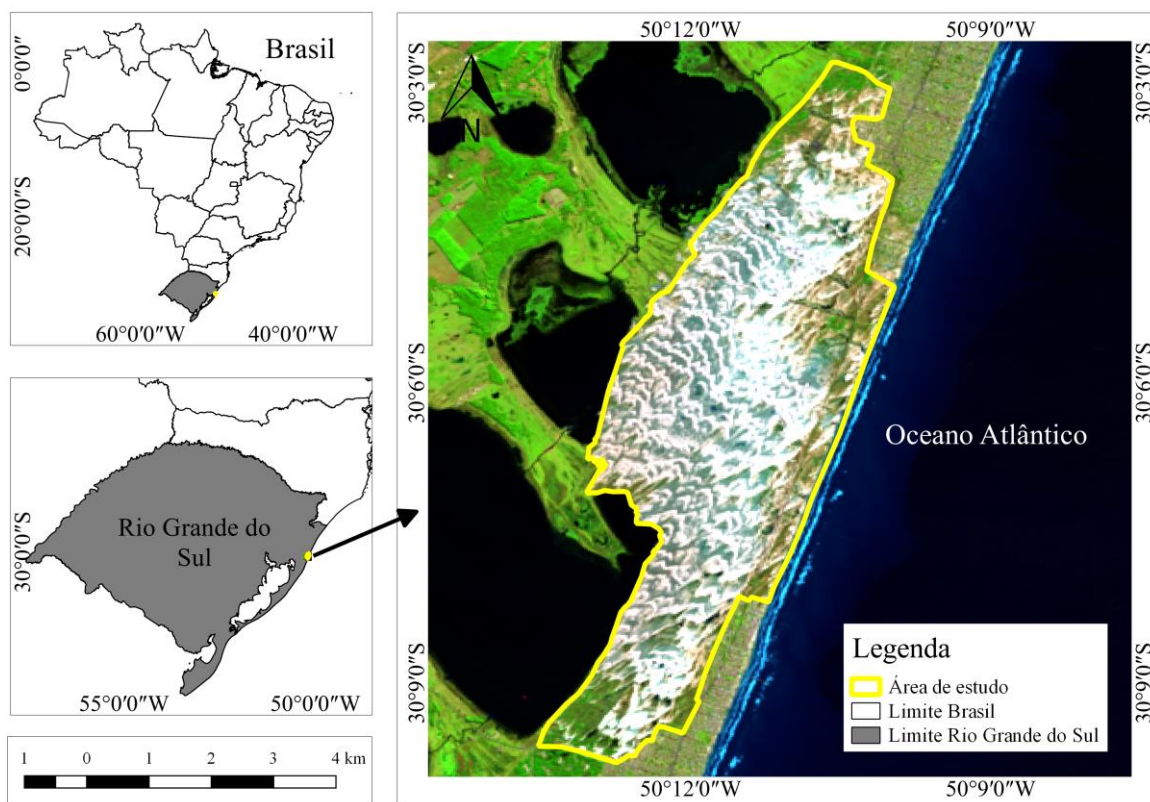
Uma duna no litoral norte do Rio Grande do Sul de 3.315,94 hectares localizada entre os municípios de Cidreira e Tramandaí (Figura 1) e distante 130 km da capital do estado, Porto Alegre, foi selecionada por apresentar grande estoque de areia quartzosa fina (95% quartzo). Em geral, o litoral norte do Rio Grande do Sul é caracterizado pelos elementos fundamentais de sua paisagem natural, que são as topografias de terras baixas (planície



costeira), e o regime de ventos apropriado em velocidade e direção (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1992), favorecendo a formação de dunas costeiras.

O clima é caracterizado por uma temperatura média anual de 20°C, taxa de precipitação anual de 1322.9mm, taxa de evaporação anual de 1134.5mm e média de umidade de 83% (TRAVESSAS ET AL., 2005)

**Figura 1.** Localização da área de estudo no Brasil e no Rio Grande do Sul. Uma composição colorida falsa-cor RGB654 é representada na imagem.



Fonte: Adaptado de Landsat 8 OLI (USGS, 2016).

## 2.2 Dados Landsat 8 OLI/TIRS

O sensor OLI coleta dados em uma resolução espacial de 30 m com oito bandas localizadas na região do visível, do infravermelho próximo, e na região do infravermelho de ondas curtas do espectro eletromagnético, além de possuir uma banda pancromática adicional com resolução espacial de 15 m.

Já o sensor TIRS é capaz de captar imagens com resolução espacial de 100 m e possui duas bandas localizadas na janela atmosférica entre 10 e 12  $\mu\text{m}$ , o que representa um avanço em comparação aos sensores anteriores (JIMÉNEZ-MUÑOZ et al., 2014). Para a realização deste estudo, os dados Landsat 8 OLI/TIRS foram adquiridos por meio da plataforma *Earth Explorer* <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. A imagem em questão foi tomada em 14 de setembro de 2015, com órbita 220 e ponto 080.

## 2.3 Processamentos e análises

O processamento da imagem foi automatizado através do desenvolvimento do algoritmo em ambiente *Matlab*. Os pré-processamentos e também as análises finais foram feitos por meio do software *Envi 5.1*. Para minimizar os efeitos destrutivos dos aerossóis nas bandas da região do visível utilizadas no cálculo do NDVI, o módulo *FLAASH* foi utilizado.



## 2.4 Estimativa da LSE - NDVI™

O NDVI é calculado por:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Onde o NIR refere-se à reflectância na banda do infravermelho próximo e o RED à reflectância na banda do vermelho.

A metodologia proposta, considera três diferentes situações para a obtenção da emissividade:

1.  $NDVI < 0.2$

Os pixels com NDVI menor que 0.2 são considerados de solo exposto. Como o solo da região de estudo é composto de 95% de quartzo, a emissividade atribuída é a do quartzo à mesma temperatura média de brilho da duna, obtida da banda 10 do sensor TIRS, presente no Landsat-8. A opção da escolha da banda 10 (10,6-11,19µm) em vez da banda 11 foi feita em função de essa banda estar localizada em uma região de absorção atmosférica mais baixa (altos valores de transmissividade atmosférica).

2.  $NDVI > 0.5$

Para tais valores, o pixel é considerado como totalmente vegetado, assumindo um valor fixo de emissividade, usualmente 0.99, considerando que a emissividade da vegetação não possui variação significativa.

3.  $0.2 \leq NDVI \leq 0.5$

Pixels com NDVI dentro desse intervalo são considerados como pixels-mistura, e sua emissividade é calculada pelas equações (SOBRINO et al., 2004).

$$\varepsilon = mP_v + n$$

$$n = \varepsilon_q + (1 - \varepsilon_q)F\varepsilon_v$$

$$m = \varepsilon_v - \varepsilon_q - (1 - \varepsilon_q)F\varepsilon_v$$

Onde o F é o fator de forma (SOBRINO et al., 1990), assumindo um valor médio de 0.55 para diferentes distribuições geométricas.  $\varepsilon_q$  é a emissividade do quartzo e  $\varepsilon_v$  é a emissividade da vegetação  $P_v$  é a proporção da cobertura vegetal (CARLSON & RIPLEY, 1997) do pixel, que pode ser calculada por:

$$P_v = \left[ \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right]^2$$

O  $NDVI_{min}$  é igual a 0.2 e o  $NDVI_{max}$  é 0.5. Assim, a equação final é dada por:

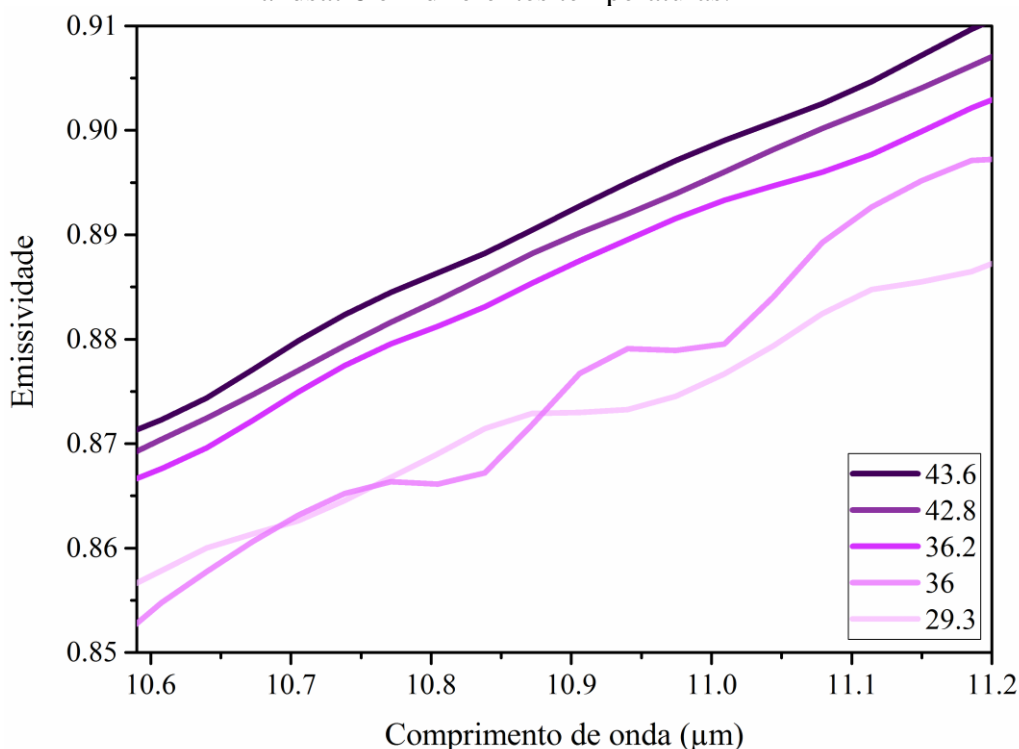
$$\varepsilon_{TM6} = 0.0387 P_v + 0.951$$



### 3 Resultados e Discussão

Como mencionado anteriormente, a escolha de um valor típico para o solo é mais crítica pela alta variação da sua emissividade em comparação à vegetação, entretanto, como o quartzo apresenta emissividade bem caracterizada por sensores remotos, e neste trabalho uma biblioteca espectral do mineral de quartzo estava disponível, há possibilidade de eliminação deste erro (Figura 2).

**Figura 2.** Emissividade do mineral de quartzo para o comprimento de onda da banda 10 do Landsat-8 em diferentes temperaturas.



É possível observar na Figura 2 o comportamento da emissividade em função da temperatura e do comprimento de onda para o mineral de quartzo. Nota-se que a temperatura aumenta em função da emissividade. Segundo Li et al., (2013) a emissividade ( $\epsilon$ ), com um determinado comprimento de onda  $\lambda$  ( $\mu\text{m}$ ) e a temperatura  $T$  (K), é definida como a razão da radiação  $R\lambda$  (T) emitida por um corpo à temperatura  $T$  e o brilho  $B\lambda$  (T) emitido por um corpo negro à mesma temperatura. Desse modo, após o cálculo da temperatura média de brilho da duna, a temperatura mais próxima encontrada na biblioteca espectral foi a de 29,3. A média da emissividade para todo intervalo de comprimento de onda da banda 10 pode ser observada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Emissividade média do quartzo e da vegetação para a banda 10 do Landsat-8 baseada na biblioteca espectral LabSRGeo.

Temperatura C°	Quartzo	Vegetação
29,3	0,89	0,99

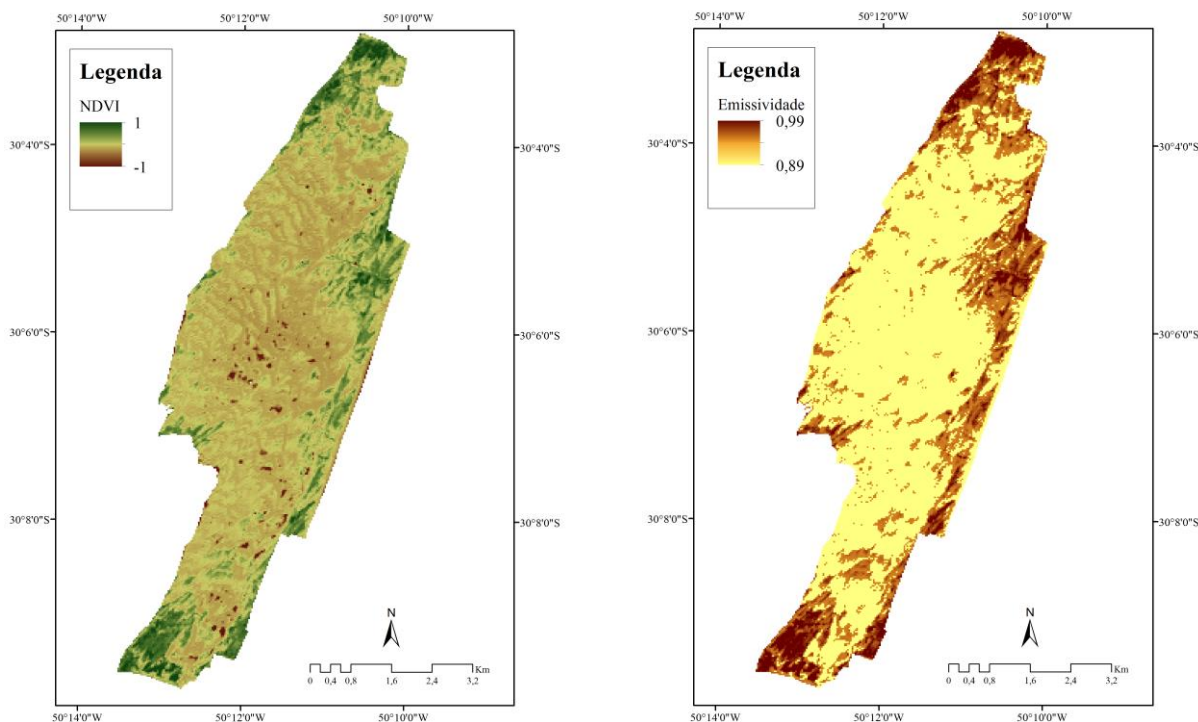
A Figura 3 apresenta os resultados de NDVI e NDVI Threshold, respectivamente. É possível notar que o mapeamento das emissividades da área de estudo condiz com os alvos analisados. As áreas com presença de vegetação mais densa apresentam emissividade de 0,99 enquanto que as áreas de pixel-mistura apresentam emissividades intermediárias. As menores





emissividades encontradas foram as com regiões de quartzo puro, localizadas mais ao centro da duna.

**Figura 3.** Mapas resultantes da aplicação do NDVI e do NDVI Threshold, respectivamente.



#### 4 Conclusões

A partir do método do NDVI Threshold foi possível mapear as emissividades da área de estudo, caracterizando os diferentes alvos presentes na região do litoral norte do estado. Com a obtenção da emissividade, é possível a futura aplicação destes resultados em algoritmos de recuperação de LST single-channel (SC), isto é, que fazem uso de apenas uma banda na região do infravermelho termal.

Além da efetividade do método para recuperar a emissividade da superfície de áreas com mistura de quartzo e vegetação, a eficiência e importância de se construir bibliotecas espectrais de diferentes alvos foi comprovada.

Futuros estudos devem focar em comparações com dados obtidos em campo com uso de equipamentos específicos que medem emissividade e temperatura radiométrica da superfície. Além disso, recomenda-se testar outros intervalos no índice de vegetação, que sejam capazes de inferir sobre as áreas de quartzo úmido, pois neste estudo os valores negativos de NDVI foram assumidos como quartzo da biblioteca espectral sem presença de umidade.

#### 5 Referências

BECKER, F., LI, Z. L. Temperature independent spectral indices in thermal infrared bands, **Remote Sens Environ**, 32, 17–33, 1990.

CARLSON, T.N., RIPLEY, D.A. On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index, **Remote Sens Environ**, 62, 241–252, 1997.



HUNT, G. R.; and SALISBURY, J. W.; 1971. Visible and near infrared spectra of minerals and rocks. II. Carbonates. **Modern Geology**, 2, 23-30.

JIMÉNEZ-MUÑOZ, J.C., SOBRINO, J.A., SKOKOVIC, D., MATTAR, C., CRISTÓBAL, J. Land surface temperature retrieval methods from Landsat-8 thermal infrared sensor data. **IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.**, 11, 1840–1843, 2014.

LI, Z.L., TANG, B.H., WU, H., REN, H., YAN, G., WAN, Z., TRIGO, I.F., SOBRINO, J.A. Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives. **Remote Sens. Environ**, 131, 14–37, 2013.

TOMAZELLI, L.J. & VILLWOCK, J.A. Considerações sobre o ambiente praial e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, 19 (1):3-12, 1992.

SALISBURY, J.W., VERGO, N. Infrared (2.1-25  $\mu\text{m}$ ) spectra of minerals. **Johns Hopkins University Press**, 267 p. 1991.

SOBRINO, J.A., CASELLES, V., BECKER, F. Significance of the remotely sensed thermal infrared measurements obtained over a citrus orchard, **ISPRS-J Photogramm Remote Sens**, 44, 343–354, doi: 10.1016/0924–2716(90)90 077–O, 1990.

SOBRINO, J.A., RAISSOUNI, N. Toward remote sensing methods for land cover dynamic monitoring. **Int J Remote Sens**, 21, n. 2, 353-366, 2000.

SOBRINO, J.A., JIMÉNEZ-MUÑOZ, J.C., PAOLINI L. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM5. **Remote Sens. Environ**, 90, 434–440, 2004.

SOBRINO, J.A., RAISSOUNI, N., Li, Z.L. A Comparative Study of Land Surface Emissivity Retrieval from NOAA Data. **Remote Sens. Environ.**, 75, 256-266, 2001.

TRAVESSAS, F.A., DILLENBURG, S.R., CLEROT, L.C.P. Estratigrafia e evolução da barreira holocênica do Rio Grande do Sul no trecho Tramandaí-Cidreira. **Boletim Paranaense de Geociências**, 53:57-73, 2005.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Landsat 8 (L8) Data Users Handbook**; Department of the Interior U.S. Geological Survey: Washinton, DC, USA, March 2016; Version 2.0; pp. 73–76.

VALOR, E. CASELLES, V. 1996. Mapping land surface emissivity from NDVI: Application to European, African and South American areas. **Remote Sens. Environ**, 57, 167–184.

ZHANG, Z.; HE, G. Generation of Landsat surface temperature product for China, 2000–2010. **Int. J. Remote Sens**, 34, 7369–7375, 2013.