

CÁLCULO DE UN ÍNDICE DE HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE, CONSIDERANDO LA RESILIENCIA TÉRMICA HORARIA DE LA TEMPERATURA LST, OBTENIDA POR IMÁGENES DE SATÉLITE

J. R. Marques da Silva^(1,ab*), L. Bugalho⁽²⁾, A. M. O. Sousa^(1,ab), L. Pessanha⁽²⁾, P. Quaresma^(1,b)

⁽¹⁾Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Rural.

^(a)ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, ^(b) CITI – Centro de Inovação em Tecnologias de Informação, P. O. BOX. 94, 7002 – 554 Évora.

Tel: (351) 266760823, Fax: (351) 266711189. *E-mail: jmsilva@uevora.pt

⁽²⁾ Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), Rua C do Aeroporto, 1749-077 Lisboa, Portugal,

Tel: (351) 218 447 000, Fax: (351) 218 402 370.

RESUMEN

Un índice de humedad relativa (IHR-LST), que se calcula utilizando la diferencia entre la LST (temperatura de la superficie del terreno), una hora después del amanecer y una hora después del medio día solar, dividida por el número de horas entre estos dos periodos, se compara con la humedad relativa del aire de un conjunto seleccionado de estaciones meteorológicas. Los resultados muestran una clara asociación entre ambos valores, el índice de humedad relativa y la humedad relativa del aire, lo que permite, con una única variable (LST distribuida por EUMETSAT / LSASAF), obtener un comportamiento térmico de la superficie del suelo, así como, una estimación de la humedad relativa de su dinámica temporal.

Palabras clave: IHR-LST, temperatura del suelo, teledetección

ABSTRACT

A relative humidity index (IHR-LST), estimated using the difference between the temperature LST (Land Surface Temperature), one hour after sunrise and one hour after solar noon, divided by the number of hours mediate these two periods, is compared with the air relative humidity of a selected set of meteorological stations. The results show a clear association between both values, relative humidity index and air relative humidity, enabling, with a single variable (LST distributed by EUMETSAT/LSASAF), to obtain a thermal behavior of the soil surface, as well as, an estimation of relative humidity from its temporal dynamics.

Keywords: IHR-LST, Land Surface Temperature, remote sensing

1. INTRODUCCIÓN

Las características espectrales, resoluciones temporales y cobertura de los satélites meteorológicos, además de permitir la monitorización, la vigilancia y previsión del tiempo, permiten su uso en otras áreas de actividad, tales como, las aplicaciones de monitoreo climático o en apoyo a la agricultura y a la sugerencia: gestión de zonas forestales (Bugalho y Pessanha, 2009). Es el caso de los satélites geoestacionarios MSG (METEOSAT Second Generation) cuya operación está a cargo de EUMETSAT (European Organisation for the exploitation of Meteorological Satellites). Las actividades del proyecto LSA SAF (Land Surface Analysis Satellite Application Facility), financiado por la EUMETSAT, están garantizados por IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera), que es responsable de la coordinación científica del desarrollo de algoritmos para la obtención de diversos parámetros

biofísicos de la tierra, tales como el albedo, los flujos radiativos descendientes para longitudes de onda cortas y largas (DSSF y DSLF), la temperatura de la superficie de la tierra (LST), el área cubierta de nieve (SC), Fire Radiative Power (FRPPIXEL) y también varios parámetros de vegetación (LAI, FVC, fAPAR). Todos estos productos se calculan opcionalmente, se almacenan y distribuyen de forma gratuita por el sistema en NRT (Tiempo Cuasi Real) y/o en tiempo diferido (Bugalho y Pessanha, 2009; Freitas *et al.*, 2009).

En el estudio aquí presentado se tiene como objetivo comprender si con los datos de la LST es posible ampliar el conocimiento de los parámetros espaciales y temporales con respecto a la temperatura y la humedad relativa del aire, de Portugal, ampliando así sus posibles aplicaciones.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.1 Área de estudio y datos

El área de estudio es el territorio de Portugal Continental (Figura 1) y se analizarán 4 años, de 2009 a 2012.

La temperatura de la superficie de la tierra es uno de los varios parámetros biofísicos, sobre el suelo, calculados por el proyecto LSA-SAF con datos de teledetección (<http://landsaf.meteo.pt>). Estos datos están disponibles con una resolución espacial de 4 km (Figura 2) y una resolución temporal de 15 minutos (96 imágenes por día) para Portugal Continental. Como desventaja, tenemos una baja cobertura del área de estudio debido a la dinámica de las nubes (Figura 1).

2.2 Métodos

El rango de temperatura diaria de la temperatura del aire en una determinada localización está por lo general condicionado por su contenido de humedad. En igualdad de condiciones, una región que presente una humedad relativa más baja, tiene generalmente una variación térmica con el tiempo, de una mayor magnitud comparada con una región que presente una humedad relativa más alta. Es decir, en las zonas de humedad relativa baja la temperatura crece mucho más rápido durante el día que en aquellas en que la humedad relativa es mayor.

Suponiendo lo presentado anteriormente, se calculó un índice de humedad relativa (RHI-LST) que tiene en cuenta la amplitud térmica LST (*Land Surface Temperature*, distributed by EUMETSAT/LSASAF), desde una hora después del amanecer hasta una hora después de que el sol haya alcanzado su punto más alto, dividido por el número de horas que median entre estos dos períodos. El índice así calculado se relacionó con la humedad relativa de 4 estaciones meteorológicas.

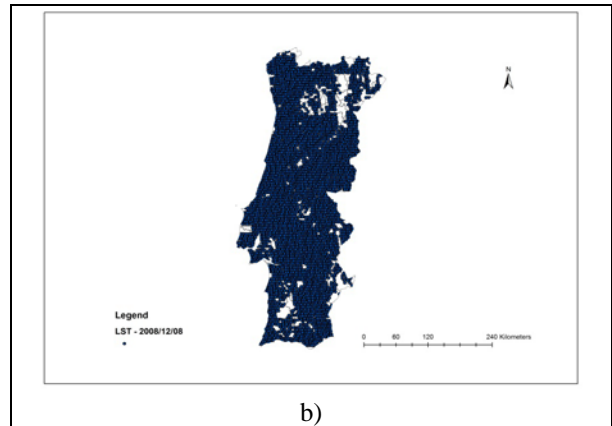
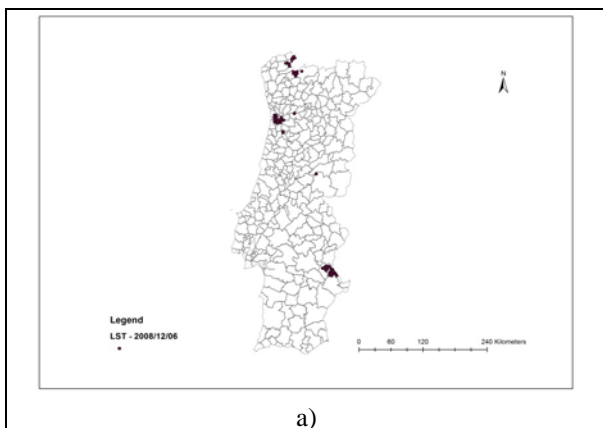


Figura 1. Dinámica de los puntos de datos LST considerando la cobertura de nubes: a) elevada y b) baja.

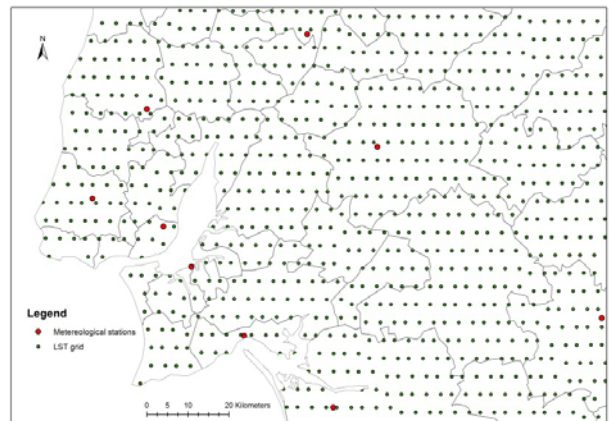


Figura 2. Ilustración de la densidad de los datos LST.

La Tabla 1 presenta las características de las estaciones meteorológicas consideradas en este estudio, dos en el interior de Portugal, estando una de ellas en altitud elevada y dos a lo largo de la costa, una de las cuales se encuentra en la costa sur.

Tabla 1. Descripción de las estaciones meteorológicas.

| Estación meteorológica | Latitud (°) | Longitud (°) | Altitud (m) | Distancia euclídea al mar (m) |
|------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------------------------|
| Évora | 38.50 | -7.90 | 309 | 81043 |
| P.Douradas | 40.40 | -7.55 | 1380 | 104139 |
| D. Portos | 39.00 | -9.18 | 110 | 20590 |
| Portimão | 37.10 | -8.57 | 14 | 1000 |

Para las estaciones que figuran en la Tabla 1, se estudiaron los meses de marzo y junio y las relaciones entre las variables LST máxima (LST_MX) y mínima (LST_MN) con la temperatura máxima del aire (T_MX) y mínima (T_MN) obtenidas en las estaciones meteorológicas. También se evaluó la relación entre los valores medios de humedad relativa (RH_AV) de las estaciones meteorológicas, con el índice RHI-LST, previamente propuesto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados aunque no presenten un R^2 elevado (Tablas 2, 3 y 4) muestran relaciones lineares significativas entre el índice propuesto y la humedad relativa del aire medida en las estaciones meteorológicas, así como entre LST_MN vs T_MN y LST_MX vs T_MX. Hay algunos puntos que afectan la R^2 de las relaciones presentadas para el mes de marzo (Figura 3), que también ocurren en el mes de junio. Estudios más detallados son necesarios para entender que ocurre con estos puntos.

Estos resultados permiten con una sola variable (LST), conocer el comportamiento térmico de la superficie del suelo, así como, estimar la humedad relativa del local, recurriendo a la dinámica temporal de la LST, en situaciones de cielo sin nubes.

Tabla 2. Parámetros de la regresión lineal LST_MX y T_MX.

| Estación meteorológica | Mes | a | b | R^2 |
|------------------------|-------|---------|--------|--------|
| Évora | Marzo | 2.9277 | 1.2234 | 0.6513 |
| P. Douradas | Marzo | 7.0545 | 1.1742 | 0.5909 |
| D. Portos | Marzo | 2.6516 | 1.1221 | 0.6047 |
| Portimão | Marzo | 6.6314 | 0.8478 | 0.3781 |
| Évora | Junio | 1.2060 | 1.3748 | 0.7714 |
| P. Douradas | Junio | 6.1190 | 1.1478 | 0.8169 |
| D. Portos | Junio | -0.7233 | 1.3397 | 0.6433 |
| Portimão | Junio | 11.89 | 0.7694 | 0.522 |

Tabla 3. Parámetros de la regresión lineal LST_MN y T_MN.

| Estación meteorológica | Mes | a | b | R^2 |
|------------------------|-------|---------|--------|--------|
| Évora | Marzo | -1.2079 | 1.108 | 0.4595 |
| P. Douradas | Marzo | 0.0819 | 0.7754 | 0.5431 |
| D. Portos | Marzo | 1.2097 | 0.6016 | 0.1616 |
| Portimão | Marzo | 5.6943 | 0.4187 | 0.0995 |
| Évora | Junio | 3.6177 | 0.9891 | 0.2328 |
| P. Douradas | Junio | 5.9289 | 0.7217 | 0.4930 |
| D. Portos | Junio | 6.1158 | 0.5958 | 0.1514 |
| Portimão | Junio | 10.167 | 0.5457 | 0.1749 |

Tabla 4. Parámetros de la regresión lineal HR_AV y RHI-LST.

| Estación meteorológica | Mes | a | b | R^2 |
|------------------------|-------|--------|---------|--------|
| Évora | Marzo | 92.433 | -6.5136 | 0.3075 |
| P. Douradas | Marzo | 99.187 | -12.915 | 0.4051 |
| D. Portos | Marzo | 91.198 | -4.3171 | 0.1219 |
| Portimão | Marzo | 76.939 | -1.3093 | 0.0073 |
| Évora | Junio | 78.475 | -5.1354 | 0.1993 |
| P. Douradas | Junio | 79.523 | -10.104 | 0.2184 |
| D. Portos | Junio | 88.030 | -2.9134 | 0.0714 |
| Portimão | Junio | 65.593 | -1.7390 | 0.0171 |

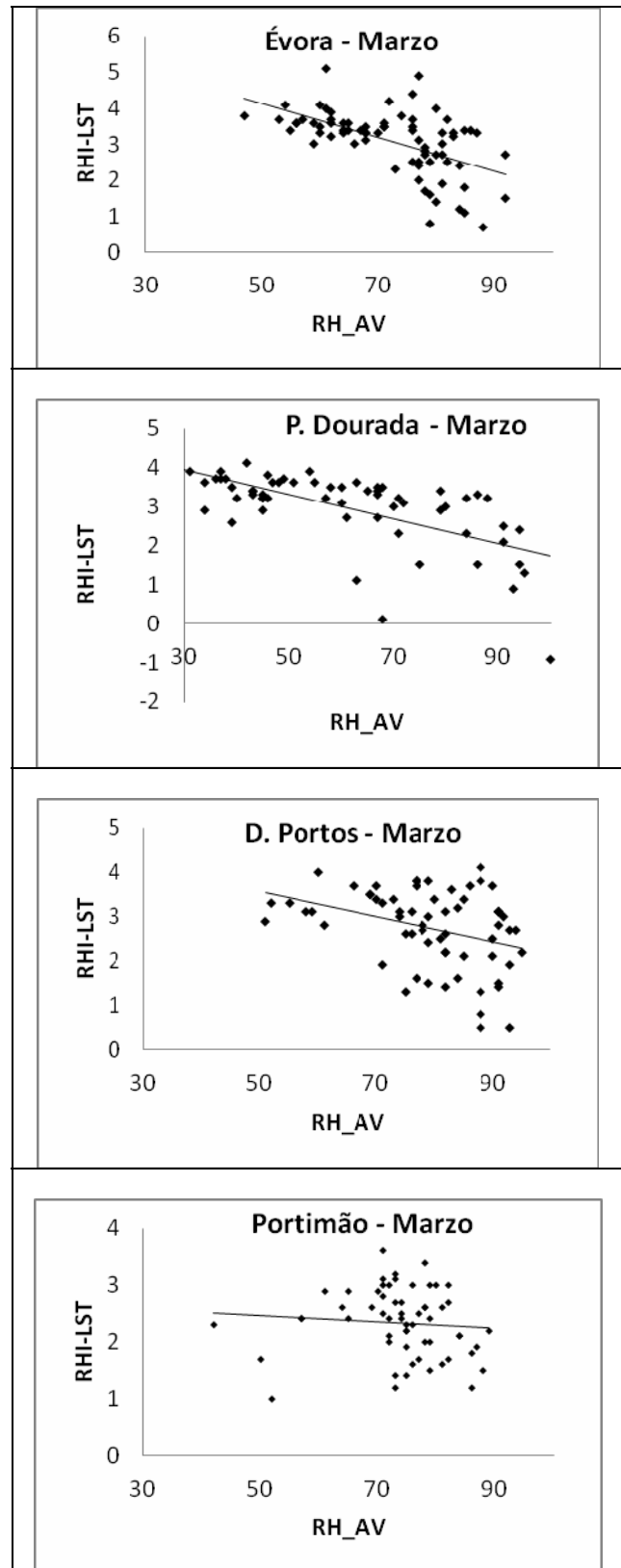


Figura 3. RHI vs RH_AV

Los resultados permiten también obtener un relativamente alto nivel de detalle geográfico, a escala nacional, de la humedad relativa del aire, lo que tiene un impacto relativamente importante en muchas actividades económicas, en particular en el manejo de plagas y enfermedades (Figura 4).

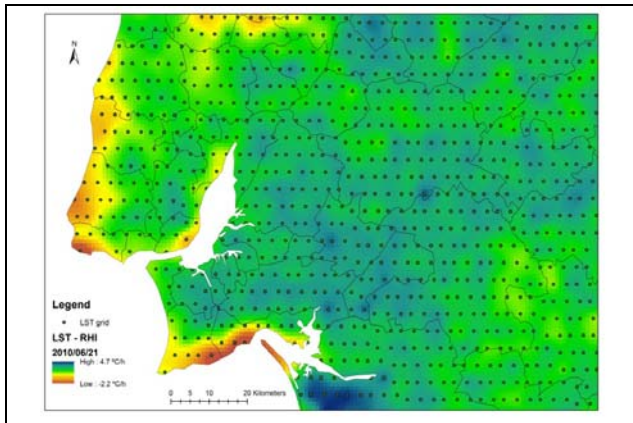


Figura 4. RHI-LST.

4. CONCLUSIONES

El estudio aquí presentado muestra relaciones significativas entre la humedad relativa del aire y el índice de humedad relativa (RHI-LST) basado en la temperatura LST. Esta relación puede ser prometedora, no sólo por el detalle geográfico que esta información presenta en aplicaciones relacionadas con la agricultura, sino también, por la misma cobertura nacional. Las principales deficiencias detectadas se relacionan con el hecho de que el producto LST solo se puede calcular en situaciones de cielo despejado, sin embargo, con el histórico existente y con más conocimiento de cómo modelar este producto, este problema puede ser sobrepasado.

5. BIBLOGRAFÍA

Algorithm Theoretical Basis Document for Land Surface Temperature (LST) - SAF/LAND/IM/ ATBD _LST/1.0, 2009.

FREITAS, S. C., TRIGO, I. F., BIOUCAS-DIAS, J. M. & GÖTTSCHE, F. 2009. *Quantifying the Uncertainty of Land Surface Temperature Retrievals from SEVIRI/Meteosat*. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, 48, DOI: 10.1109/TGRS.2009.2027697

BUGALHO, L. & PESSANHA L. 2009. *Monitorização de Parâmetros Biofísicos com Base nos Produtos Distribuídos pelo Sistema LSASAF – APMG 2009 – Proceedings do 6º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da APMG.*