

## O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO VIA SATÉLITE NA OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS.

### THE USE OF REMOTE SENSITIVE VIA SATELLITE IN OBTAINING ENVIRONMENTAL INFORMATION.

**<sup>1</sup>FERREIRA, J.J.**

<sup>1</sup>Laboratórios didáticos –Faculdades Integradas de Ourinhos-FIO/FEMM

A busca de informações remotas sempre foi uma corrida do homem moderno, as primeiras pesquisas se iniciaram com balões com câmaras fotográficas ou pombos, porém com o avanço tecnológico no período da guerra fria foi possível a obtenção das primeiras informações remotas vindas de uma plataforma em órbita. Esta pesquisa teve como objetivo se na utilização de informações remotas cedidas pela *Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço* (NASA) baixadas do site da United States Geological Survey (USGS), para produção dos dados do balanço hidrológico climático (BHC), utilizou se dos banco de dados da plataforma Giovanni da NASA, foram baixadas as informações de precipitação e temperatura em uma escala temporal das séries TRMM e MERRA, respectivamente com enfoque no município de Penápolis -SP. Os resultados demonstraram o avanço tecnológico que temos em mãos, disponível não somente a pesquisadores ou a universidade, mas a todos que possuam um treinamento básico, sendo assim, podemos afirmar que o uso de informações remotas e o geoprocessamento destas informações, possibilita uma análise temporal e espacial de forma a não estar presente no local.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto, Meio Ambiente, Satélites Artificiais.

#### ABSTRACT

The search for remote information was always a race of modern man, the first research began with balloons with cameras or pigeons, but his technological advance in the period of the cold war was possible to obtain the first remote information coming from an orbiting platform. This research aimed at the use of remote information provided by the National Aeronautics and Space Administration (NASA) obtained from the United States Geological Survey (USGS), and to produce the data of the climatic hydrological balance (BHC). data from NASA's Giovanni platform, rainfall and temperature information were downloaded on a time scale of the TRMM and MERRA series, respectively, focusing on the city of Penápolis -SP. The results demonstrated the technological advance we have available not only to the academy, but to all those who have a basic training, so we can affirm that the use of remote information and the geoprocessing of this information, allows a temporal and spatial analysis of form not to be present at the place.

**Keywords:** Remote Sensing, Environment, Artificial Satellites

#### INTRODUÇÃO

O estudo da relação entre a sociedade e a natureza, é extremamente importante uma vez que o clima tem o papel fundamental na formação na gênese do solo e concomitantemente afeta diretamente a economia do homem atual, dentro do contexto o clima é um fator que contribui para o desenvolvimento do tipo de ocupação do solo, pesquisas sobre a alteração do clima e as alterações que o homem tem imposto na natureza são cada vez mais constantes, e isso torna imprescindível sua investigação. O início das

pesquisas surgiram com a revolução industrial, sendo aperfeiçoadas a cada

dia mais Vianna e Amorin (2008).

O Sensoriamento Remoto é uma ciência que visa a investigação de um alvo sem a interação direta com o mesmo (JENSEN, 2009), esta ciência se iniciou-se de modo rudimentar com balões e pombos com câmeras analógicas aderidas aos mesmos para obtenção de imagens diversas, atualmente são utilizadas plataformas que podem ser orbitais e sub orbitais na investigação de diversos fatores que os sensores imagiadores podem detectar por meio da irradiação terrestre, qualificando e quantificando os alvos. As Geotecnologias e a utilização de Sistemas de Informação Geográficas (SIGs) aplicadas a investigação do clima, favorecem o homem atual em seus planejamentos, de modo organizar-se no tempo e no espaço de diversas formas, otimizando a implantação de novas atividades socioeconômicas, reduzindo os impactos ambientais, promovendo a proteção de áreas de proteção permanente, reservas legais, dentre outras, favorecendo uma produtividade mais sustentável (SOUTO; AMARO, 2005).

A aplicação das tecnologias de sensoriamento remoto oferece ao homem atual meios do qual, por meio de boletins os gestores, agricultores, empresários de órgãos podem fazer uma programação da sua rotina e predizer possibilidades de variação no clima, produtividade, e colheitas, o usuário habilitado no sistema poderá fazer o acompanhamento de suas áreas de interesse com maior facilidade e menor custo financeiro.

O avanço das Geotecnologias utilizando-se de softwares capazes de analisar imagens de satélites permite o monitoramento eficaz desse sistema a distância.

A análise da vegetação e detecção de mudanças é realizada com o intuito de avaliar os recursos naturais e monitorar a cobertura vegetal. Tal tarefa pode ser feita por meio da interpretação de imagens de sensores remotos e, em particular, pelo Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) que, obtido em diferentes datas, permitem avaliar a variação da área verde num certo período. Desta forma, a partir do NDVI é possível determinar a densidade de fitomassa foliar fotossinteticamente ativa por unidade de área.

Outro motivo de utilização deste índice corresponde às correções potenciais da reflectância em áreas afetadas por acidentes topográficos.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada é uma aplicação dos processos de realce por operações matemáticas entre bandas. Segundo Rouse et al. (1973), NDVI é a diferença da reflectância no infra-vermelho próximo (banda 4 do

sensor temático do Landsat 5 e 7) e reflectância no vermelho (banda 3 do sensor temático do Landsat 5 e 7); esta diferença é então normalizada pela soma das duas reflectâncias:

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

Onde: NDVI: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; NIR: reflectância no infra-vermelho próximo; RED: reflectância no vermelho.

A vegetação tem um papel fundamental no balanço de energia e no fluxo de volumes de água. A parcela inicial da precipitação é retida pela vegetação; quanto maior for a superfície de folhagem, maior a área de retenção da água durante a precipitação. Esse volume retido é evaporado assim que houver capacidade potencial de evaporação. Quando esse volume, retido pelas plantas, é totalmente evaporado, as plantas passam a perder umidade para o ambiente por meio da transpiração. A planta retira essa umidade do solo através das suas raízes.

Para obtenção da temperatura da superfície do terreno a plataforma orbital utiliza-se de radiômetro microondas, mede a energia térmica emitida pela superfície da terra na faixa de microondas onde a interferência de nuvens ou outros componentes da atmosfera é nula (JENSEN,2009).

O balanço hídrico nada mais é do que o cálculo das entradas e saídas de água de um sistema. Várias escalas espaciais podem ser consideradas para se contabilizar o balanço hídrico. Na escala macro, o “balanço hídrico” é o próprio “ciclo hidrológico”, cuja resultado nos fornecerá a água disponível no sistema (no solo, rios, lagos, vegetação úmida e oceanos), ou seja, na biosfera. Em uma escala intermediária, representada por uma micro bacia hidrográfica, o balanço hídrico resulta na vazão de água desse sistema. Para períodos em que a chuva é menor do que a demanda atmosférica por vapor d’água, a vazão diminui, ao passo em que nos períodos em que a chuva supera a demanda, aumenta a vazão nos corpos hídricos.

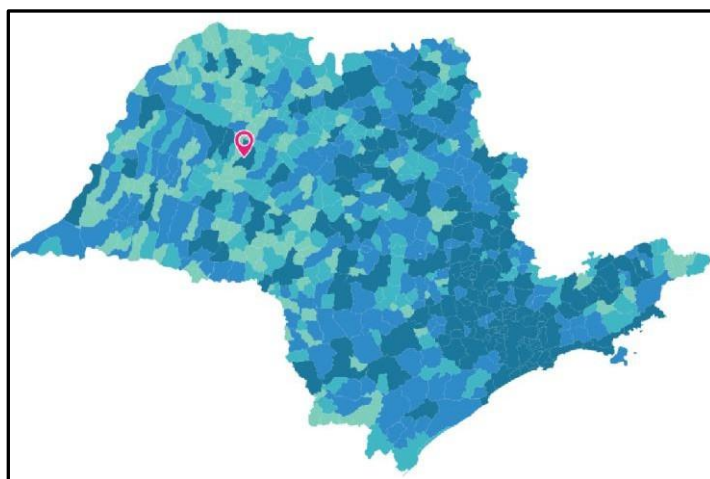
A agricultura está na base da economia de muitos países, assim sendo o planejamento das culturas agrícolas deve levar em conta o planejamento hídrico, desta forma, o balanço hídrico permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo. O balanço hídrico é um termo que foi empregado por (THORNTHWAITE,1948), considerando o solo como um imenso

reservatório, onde o solo acumula água até sua capacidade de campo, sendo somente retirada pela interação da vegetação com o solo (FERREIRA et al 2001).

## METODOLOGIA

Penápolis é um município do estado de São Paulo localizado a noroeste do estado sua área territorial é de 711,314 Km<sup>2</sup>, (PENÁPOLIS, 2014). O município possui atualmente uma população estimada em 62.738 habitantes com um índice de desenvolvimento humano municipal de 0,759, a principal atividade econômica é o setor de serviços com uma participação de R\$ 739.176,23 no PIB interno ficando em segundo o setor da indústria com R\$ 239.239,30 e por último a agropecuária com a coloração de R\$ 41.664,71 (IBGE, 2018), na figura 01 segue o mapa do estado de São Paulo com destaque para o município.

**Figura1:** Mapa dos municípios no estado de São Paulo



**Fonte:** IBGE (2018)

A característica fisiográfica predominante é o bioma de cerrado, porém o município está em um ponto geográfico onde permite a existência de espécies de mata atlântica de interior, a fauna local sofreu as grandes pressões do desmatamento para o desenvolvimento econômico do município, que posteriormente com a vinda da cana de açúcar com as antigas queimadas favoreceram a queda de espécies no município (CATI, 2009).

De acordo com CEPAGRI (2018) Penápolis classifica dentro da metodologia de Köppen como AW.

Esta definição classifica-se como um Clima tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no

inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm. Este tipo de clima predomina principalmente no norte e noroeste do Estado de São Paulo (EMBRAPA, SD).

A pesquisa se deu no município de Penápolis -SP de modo remoto, o município está localizado no noroeste do estado de São Paulo. Para produção dos dados do balanço hidrológico climático (BHC), utilizou se dos bancos de dados da plataforma Giovanni da NASA, foram baixadas as informações de precipitação e temperatura em uma escala temporal da, séries TRMM (TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION) e MERRA (MODERN-ERA RETROSPECTIVE ANALYSIS FOR RESEARCH AND APPLICATIONS), respectivamente. Para encontrar o valor da latitude -22.4 de Penápolis -SP, utilizou da formula:

$$T_d = \frac{2}{15} \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta)$$

Onde:

**T<sub>d</sub>** é o tempo de duração do dia

**f** é a latitude da cidade (para cidades do hemisfério sul, o sinal é negativo)

**d** é a declinação da Terra, que é calculada pela fórmula:

$$\delta = 23,45 \sin\left(\frac{360}{365}(284 + n)\right)$$

n é o dia sequencial do ano (1º de janeiro é 1, 1º de fevereiro é 32, ... 31 de dezembro é 365 ou 366 se bissexto)

O BHC foi obtido pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), assumindo uma CAD (CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO) de 100 mm. As séries de dados percorrem a escala temporal de 1998 até 2016. Foram levadas em conta as médias mensais de precipitação (extraídas, primeiramente, da somatória da precipitação diária, depois dos totais mensais de cada ano), a temperatura média mensal, o número de dias de cada mês e a duração do dia para o cálculo de evapotranspiração potencial (ETP). Sequencialmente foram obtidas as estimativas da evapotranspiração real (ETR), armazenamento de água no solo, deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), entre outros, da média mensal obtida a partir dos valores dos anos citados

A imagem obtida pelo site da UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY

(USGS), na data de 25 de maio de 2016, sendo tratada com a informações disponibilizadas em sala de aula citadas.

A temperatura superficial de Penápolis foi obtida por meio remoto através das imagens do canal infravermelho termal do satélite Landsat 8, banda 10 do sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor), com resolução espectral de 10,6 – 11,19µm e resolução espacial de 100 metros.

**1ª fórmula:**

$$L_{\lambda} = ML * Q_{cal} + AL$$

**Fórmula 1:  $L_{\lambda} = 0.0003342 * \text{imagem} + 0.1000$**

$L_{\lambda}$  = Radiância do topo da atmosfera (Watts/( m<sup>2</sup> \* srad \* µm));

ML = Fator multiplicativo de redimensionamento de cada banda presente nos metadados (Radiance\_Mult\_Band\_x, onde x é o número da banda);

AL = Fator aditivo de redimensionamento de cada banda presente nos metadados (Radiance\_Add\_Band\_x, onde x é o número da banda);

Qcal = Valores de *pixel* quantificados e calibrados do produto padrão (DN).

Qcal – é para inserir a imagem insert image (busca a imagem).

Depois disso aplica-se a segunda fórmula que (os valores de K2 e K1 estão no

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

arquivo baixado junto com a imagem).

significa “logaritmo” representado na tela pelo LN

é a imagem criada anteriormente (que deve ser buscada clicando no insert image).

**Fórmula 2:  $1321.08/\ln((774.89/[pp1])+1)$**

Onde:

T - Temperatura efetiva no satélite em Kelvin; K2 - Constante de calibração 2 - valor - 1321.08;

K1 - Constante de calibração de 1 - valor - 774.89;

Para passar a temperatura de Kelvin para Celsius, clica em Image Calculator –

**Formula 3: Insert image – (menos) 273.15**

A localização da área que corresponde a cidade na imagem, foi tratado pelo software Qgis, com a informações baixadas do site do IBGE, podendo desta forma utilizar o Layer para correlação com a temperatura da superfície de Penápolis- SP.

O cálculo do NDVI, está baseado na seguinte formula trabalhada no SIG “IDRISI” versão Selva:

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

Onde: NDVI: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; NIR: reflectância no infra-vermelho próximo; RED: reflectância no vermelho.

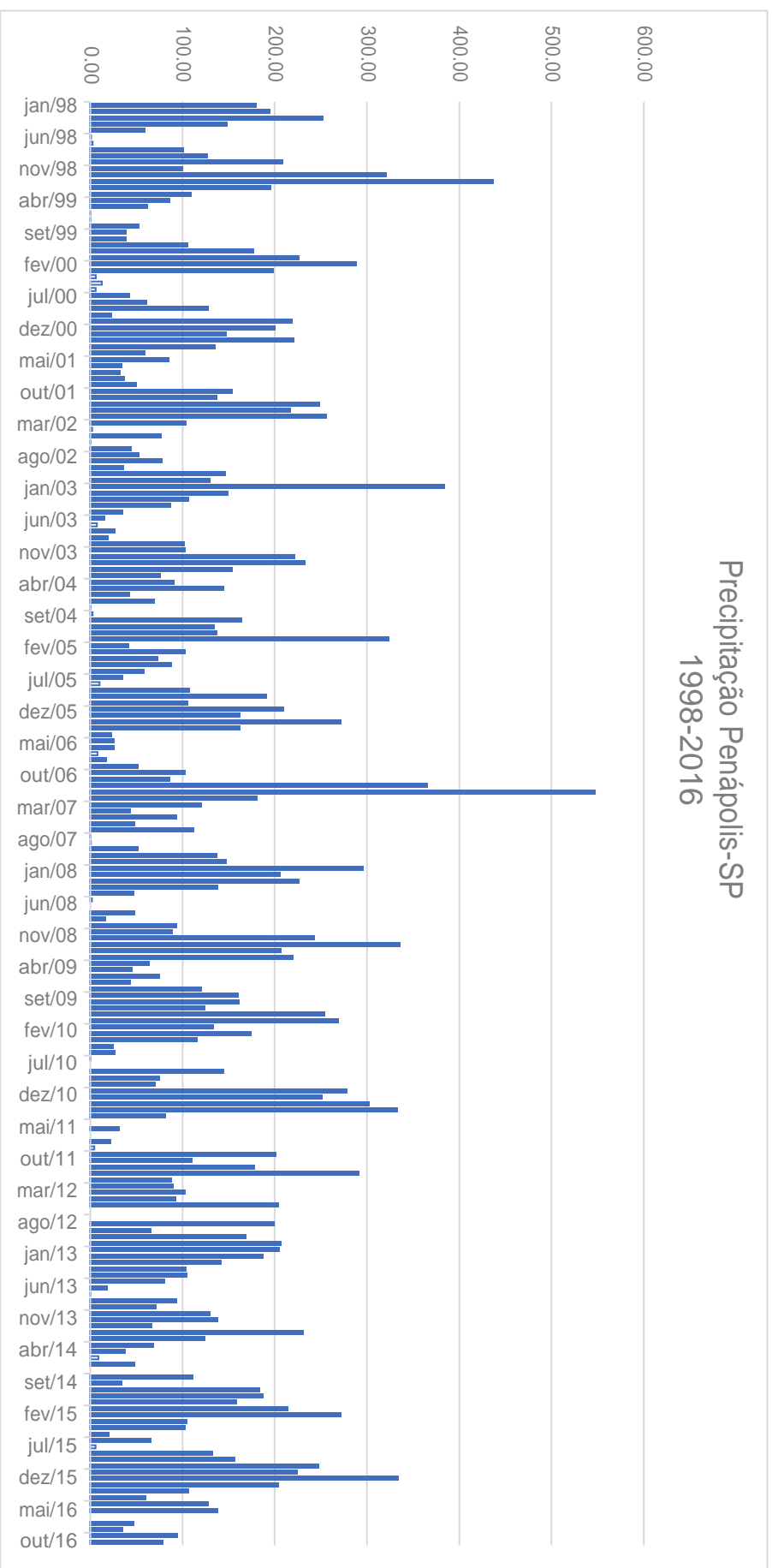
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação média do período analisado é de 1.385 mm, estando um pouco acima da média anual citada pelo CEPAGRI que é de 1.220 mm média anual, sendo os meses de dezembro, janeiro e Fevereiro com o maior índices de precipitação.

Marcusso (2007) afirma que nos meses de maio a agosto, apresentam períodos maiores de estiagem, com pluviosidade média abaixo de 60mm por mês, sendo que nos meses de setembro a abril a intensidade da pluviosidade aumenta. Dentro da série coletada para pesquisa (1977 a 2006) a precipitação média anual foi de 1299 mm ano no município de Penápolis – SP.

Comparando os dados coletados em pluviômetros instalados dentro do município com as informações coletadas pela constelação de satélite da série TRMM, é possível verificar que o mesmo se apresenta com a mesma semelhança, estando dentro do valor médio do Município que é de 1200 mm ano, a série coleta de 18 anos (1998-2016) pelo satélite apresentou o valor de 1453 mm ano acima da média anual estipulado para o CEPAGRI, porem isto é justificado devido aos fortes eventos de *El Niño* que foram coletados nesta série, dos quais é possível verificar na figura 2 pelos picos no gráfico.

Figura 2- Precipitação Média Mensal entre 1998 a 2016 no município de Penápolis- SP

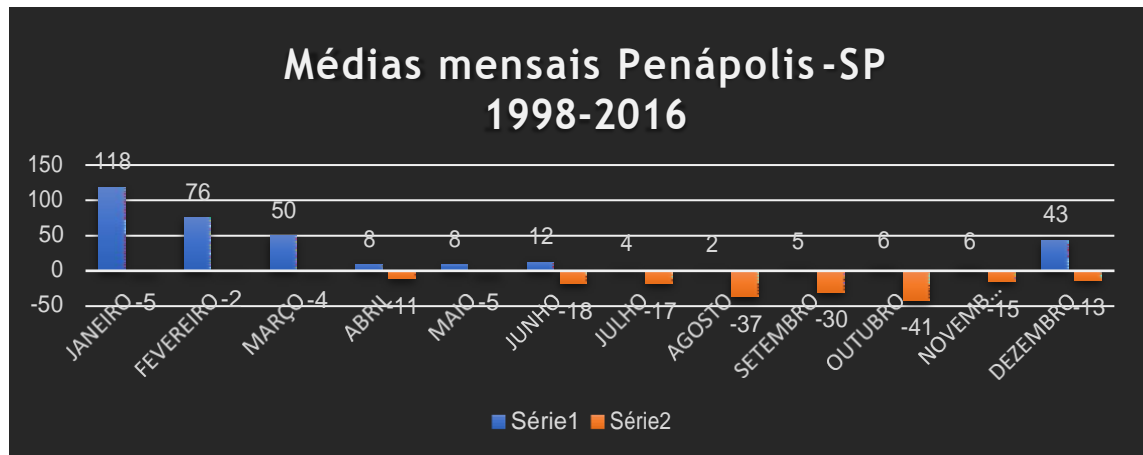


Fonte: Ferreira (2018).

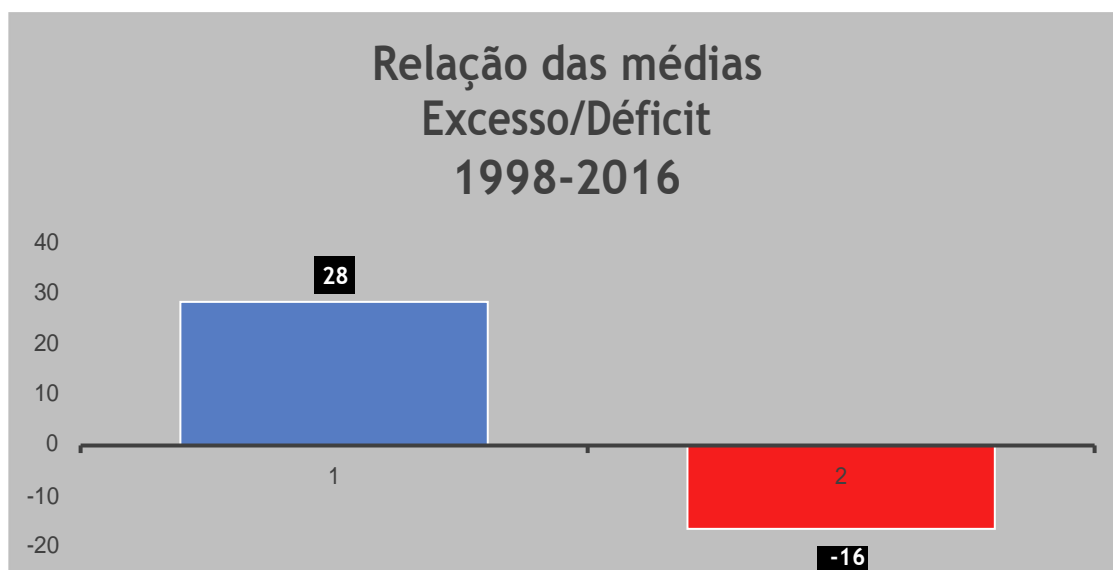


Observando balanço hídrico climatológico, onde estão as médias por mês de toda a série é possível verificar que nos meses de abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro perde-se mais água do solo do que foi repostado pela precipitação, já nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março ocorre excedentes, pela predominância de chuva no local (figura 3).

**Figura 3-** Balanço hídrico entre 1998 a 2016 em Penápolis- SP.



Na figura 4 está a comparação entre o excesso e o déficit dentro da série histórica, onde é possível observar que Penápolis é superavitário em água, pois possui uma precipitação média anual na série de 1453 mm e uma evapotranspiração de 1243 mm.

**Figura 4.** Relação do Excesso e déficit da série em Penápolis-SP

Quando se compara os índices de vegetação, obtidos pelo método de NDVI (Figura6), com a temperatura da superfície (Figura7) processados a partir de imagens de 25 de maio de 2016, pode-se afirmar que ambos estão em consonância e corroboram com outros estudos da literatura, onde evidenciou que áreas com maior cobertura vegetal possuem temperaturas mais amenas, já a parte mais pavimentada da cidade apresenta temperaturas mais elevadas. De forma geral, a cidade apresenta níveis de vegetação bem distribuídos, principalmente nas áreas periféricas. Há alguns pontos com temperatura baixa, pois a coleta da imagem pelo satélite foi em 25 de maio de 2016, onde a temperatura média do mês não passou de 20,5° C, estes pontos locais de baixa vertente como corpos hídricos, contendo resquícios de área de preservação permanente, como mata ciliar.

Figura 5- NDVI Penápolis - SP

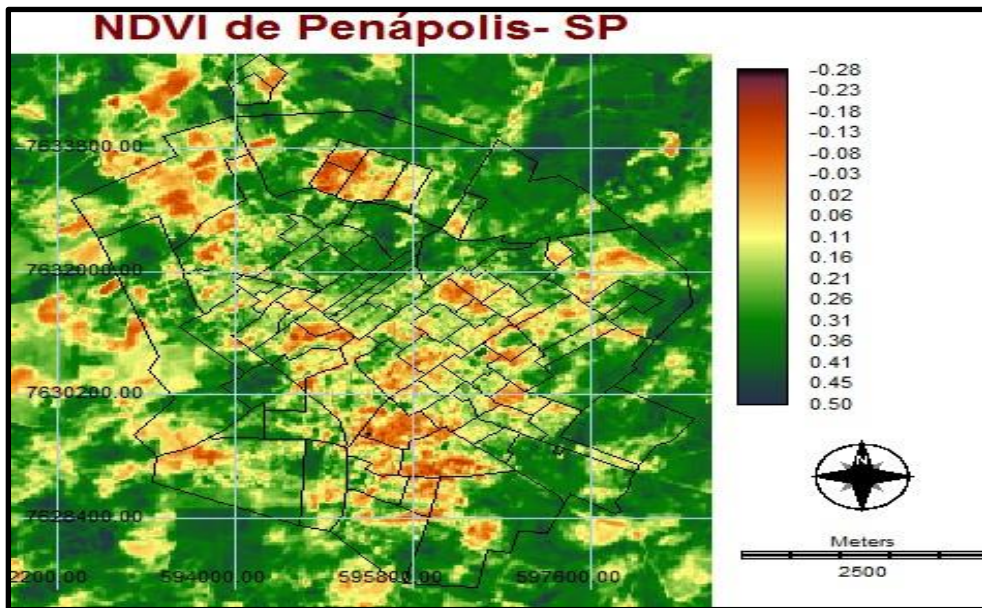
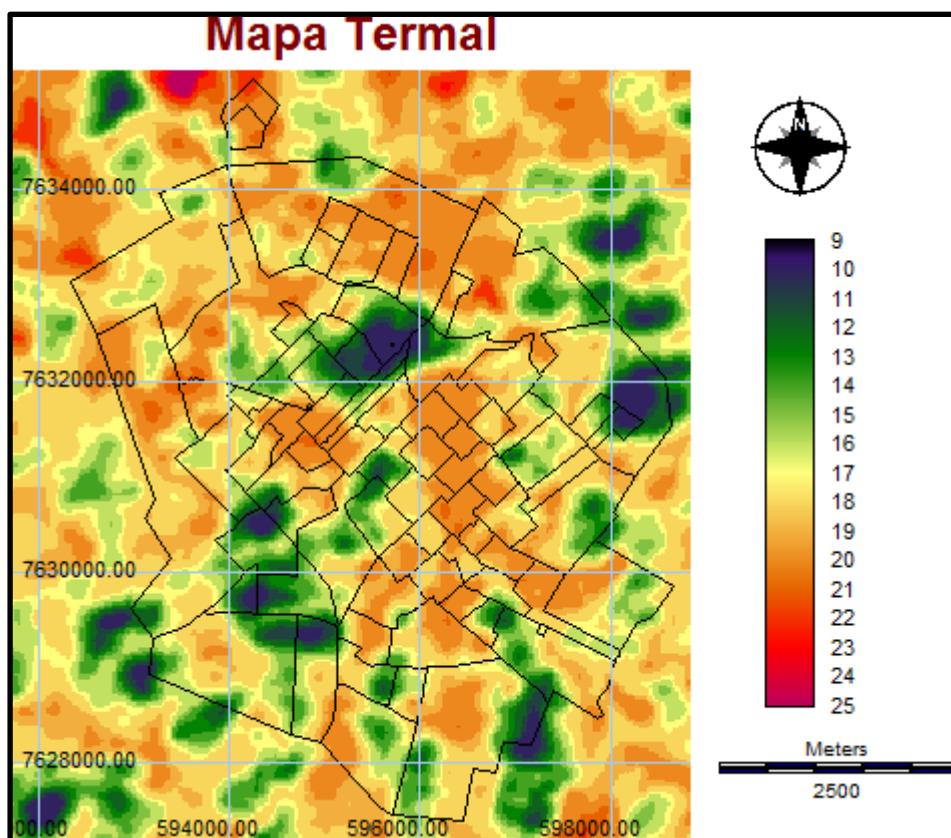


Figura 6- Mapa Termal de Penápolis- SP



Considerando que área de estudo apresentou excesso hídrico no período de 1998 a 2016, uma das causas envolvidas, além de outras, é a quantidade e

distribuição de áreas verdes, que melhora consideravelmente a capacidade de armazenamento de água do solo e influência o conforto térmico em determinados pontos, mesmo em períodos com precipitação baixa. Ainda assim, há pontos com níveis de vegetação baixos, o que pode gerar ilhas de calor, pois apresentam altas taxas de temperatura superficial, indicando assim a necessidade de planejamento urbano obedecendo à legislação ambiental vigente, cumprimento do plano diretor no que tange a distribuição territorial e estudos aprofundados para elaboração de estratégias que permitam o desenvolvimento da cidade de forma sustentável.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Embasado na revisão bibliográfica e na experiência adquirida, ficou evidente a importância do uso de informações remotas e o geoprocessamento destas informações, pois os bancos de dados de armazenamento destas imagens oferecem a possibilidade de uma análise temporal e espacial, possibilitando a produção de modelos matemáticos ou mapas para assim prever possibilidades futuras ou mesmo a análise para uma cultura agrícola adequada às características climatológicas do local de estudo.

### **REFERÊNCIAS**

C. E. M.; MARQUES, D.M. (orgs). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Editora da UFRGS:. 512p. 2000.

CATI- **Coordenadoria de Assistência Técnica Integral**. Disponível em: [http://www.cati.sp.gov.br/conselhos/arquivos\\_mun/415\\_07\\_02\\_2011\\_PMDRS%20PENAPOLIS.pdf](http://www.cati.sp.gov.br/conselhos/arquivos_mun/415_07_02_2011_PMDRS%20PENAPOLIS.pdf). Acesso em 10/04/2018.

CEPAGRI- **Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura**. Disponível em: [https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_423.html](https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_423.html). Acessado em 10/04/2018.

EARTHDATA; NASA **The Bridge Between Data and Science v 4.28**. Disponível em <[https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service=ArAvTs&starttime=1998-01-01T00:00:00Z&endtime=2001-12-31T23:59:59Z&bbox=-51.1,-22.1,-50.9,-21.9&data=M2TMNXFLX\\_5\\_12\\_4\\_TLML\(units%3DC\)%2CTRMM\\_3B43\\_7\\_precipitation\(units%3Dmm%2Fmonth\)&variableFacets=dataFieldMeasurement%3AAir%20Temperature%3BdataProductPlatformInstrument%3AMERRA-2%20Model%3B](https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service=ArAvTs&starttime=1998-01-01T00:00:00Z&endtime=2001-12-31T23:59:59Z&bbox=-51.1,-22.1,-50.9,-21.9&data=M2TMNXFLX_5_12_4_TLML(units%3DC)%2CTRMM_3B43_7_precipitation(units%3Dmm%2Fmonth)&variableFacets=dataFieldMeasurement%3AAir%20Temperature%3BdataProductPlatformInstrument%3AMERRA-2%20Model%3B)>. Acessado em 10/04/2018.

**EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa em agropecuária.**

Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>.  
Acessado em 10/04/2018.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2ª ed. São José dos Campos: Parenteses, 2009.

**Penápolis virtual**. Disponível em:  
<http://www.penapolisvirtual.com.br/cidade/origem.htm>. Acessado  
em 10/04/2018.

SHERMAN GE, SUTTON T, BLAZEK R, HOLL S, DASSAU O, MORELY B, MITCHELL T AND LUTHMAN L. 2016. **Quantum GIS User Guide - Version 2.18** "Wroclaw". Acesso em: <"DATA". Disponível em: <a href="http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-2.18\_user\_guide\_en.pdf">http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.7.0\_user\_guide\_en.pdf</a>. Acessado em 10/04/2018.

SOUTO, M. V. da S. e AMARO, V. E. **Aplicação das técnicas de geoprocessamento para o mapeamento da Vulnerabilidade Natural para a região da Ponta do Tubarão, litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, município de Macau**. Anais XII SBSR, 2773-2778, Joãoia, 2005.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

Viana, S.S.; Amorim, M.C.C. **Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP: Uma introdução**. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, V. 20 p. 19-42. 2008.

MARCUZZO, F. F. N. **Precipitação pluviométrica mensal e anual espacializada no território do município de Penápolis, SP**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. Anais. Florianópolis: ABRH, 2017.