



## O MEIO URBANO COMO CONDICIONANTE AO TIPO DE PRECIPITAÇÃO EM RECIFE, PE.

TAYNÃ MARIA PINTO LINS<sup>1</sup>  
RANYÉRE DA SILVA NÓBREGA<sup>2</sup>  
RAFAEL SILVA DOS ANJOS<sup>3</sup>  
LUCIANA MAYLA DE AQUINO FRANÇA<sup>4</sup>

**Resumo:** Este estudo analisou os tipos de chuvas predominantes no período de 1998 a 2011 para o município de Recife, estado de Pernambuco. Os resultados foram obtidos a partir dos dados do satélite TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) que foram adquiridos do algoritmo 3A25 versão 6, no qual oferece taxas de chuvas estratiformes e convectivas com uma resolução espacial de 0,5°x 0,5°. Ao analisar os resultados obtidos, é notável que a chuva do tipo estratiforme apresenta ao longo do ano uma elevada predominância, exceto nos meses de agosto a dezembro que são os meses secos do município. Com isso, o objetivo desse estudo foi à análise da gênese da precipitação em Recife e as possíveis modificações em seu padrão devido ao processo de urbanização.

**Palavras Chaves:** Clima urbano; tipologia de precipitação; sensoriamento remoto.

**Abstract:** This study analyzed the kinds of rains prevailing during the period from 1998 to 2011 for the city of Recife, State of Pernambuco. The results were obtained from TRMM satellite data (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) that were acquired from the algorithm 3A25 version 6, which provides stratiform and convective rainfall rates with a spatial resolution of 0.5° x 0.5°. When analysing the results obtained, it is noteworthy that the type stratiform rain presents throughout the year a high predominance, except in the months of August to December, which are the dry months in the municipality. With this, the aim of this study was to analyse the genesis of precipitation in Recife and the possible modifications in its standard due to the urbanization process.

**Key words:** Urban climate; type of precipitation; Remote sensing.

### 1 – Introdução

A gênese da formação territorial do município de Recife teve como elemento delimitante espacial a presença do Rio Capibaribe, que trouxe um adensamento ao seu entorno. Contudo, a demanda populacional em decorrência do crescimento econômico da

<sup>1</sup> Graduanda do curso de Bacharelado em Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: taynalins7@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Dr. Orientador Adjunto II da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: ranyere.nobrega@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Graduando do Curso de Bacharelado em Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: rafaeldosanjos1992@hotmail.com

<sup>4</sup> Graduanda do Curso de Bacharelado em Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: lucianamayla@hotmail.com



região trouxe como consequência as modificações no sítio geográfico. O crescimento acelerado do município ocasionou transformações no arranjo urbano, principalmente com a introdução da verticalização, assim como a expansão da urbanização para além do rio. Em decorrência do processo acelerado de urbanização no qual o município se encontra houve alterações no balanço de energia, ocasionando anomalias térmicas, higrométricas e pluviométricas, prejudicando a qualidade ambiental da região.

Segundo Silva *et al.* (2011), “a urbanização acelerada tem comprometido a qualidade ambiental das grandes cidades, sobretudo pela perda da cobertura arbórea e a má ocupação dos solos que interferem diretamente na rugosidade do terreno, diminuindo a ventilação natural.”

A soma desses fatores trouxe em consequência o desconforto hidrotérmico e a formação de ilhas de calor na malha urbana. A cidade é o exemplo mais evidente da modificação do clima local, devido à introdução de formas artificiais, como as edificações, a concentração de equipamentos e pessoas, a impermeabilização do solo, a canalização de córregos, dentre outras (MENDONÇA, 1994).

Com isso o ambiente urbano vem apresentando anomalias térmicas, higrométricas e pluviométricas, criando um verdadeiro clima urbano, conforme define Monteiro (1976).

O satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) é resultante de uma parceria entre a Agência Espacial Norte Americana (NASA) e a Agência de Exploração Aeroespacial do Japão (JAXA) e tem como objetivo acompanhar e estudar a precipitação em regiões tropicais e subtropicais (Kummerow *et al.*, 1998). O TRMM foi lançado em 27 de novembro de 1997 com tempo de vida estimado de três anos, no entanto, continua em atividade até o presente momento (NASA, 2001).

Com os produtos oriundos do satélite TRMM é possível decompor o total pluviométrico em chuva do tipo convectiva ou estratiforme. Regiões tropicais litorâneas tem uma característica interessante com relação à gênese da precipitação, estas são, em maior parte, originadas de processos dinâmicos. Este tipo de precipitação é chamada de precipitação estratiforme ou dinâmica, e se origina através de processos baroclínicos que forma convergência em baixos níveis e divergência em níveis superiores. Por sua vez, a precipitação convectiva é também conhecida como precipitação termodinâmica. Enquanto a precipitação estratiforme necessita apenas de ar saturado e uma forçante para elevar o ar, a convectiva requer um componente adicionado, chamado de instabilidade. (NÓBREGA, 2011).

O objetivo desse estudo é a análise da gênese da precipitação em Recife no período de 1998 a 2011 e as possíveis modificações em seu padrão devido ao processo de



urbanização. A classificação de um sistema em estratiforme ou convectivo pode servir de subsídio para atividades de planejamento e gerenciamento de risco de desastres naturais.

## 2- Material e Métodos

### 2.1- Área de estudo

A área estudada compreende o município do Recife, localizado no litoral leste do Nordeste brasileiro (Figura 01), cujo clima é influenciado pelas Massa Equatorial do Atlântico Sul (MEAS), Massa Tropical Atlântica (MTA) e Massa Polar Atlântica (MPA).

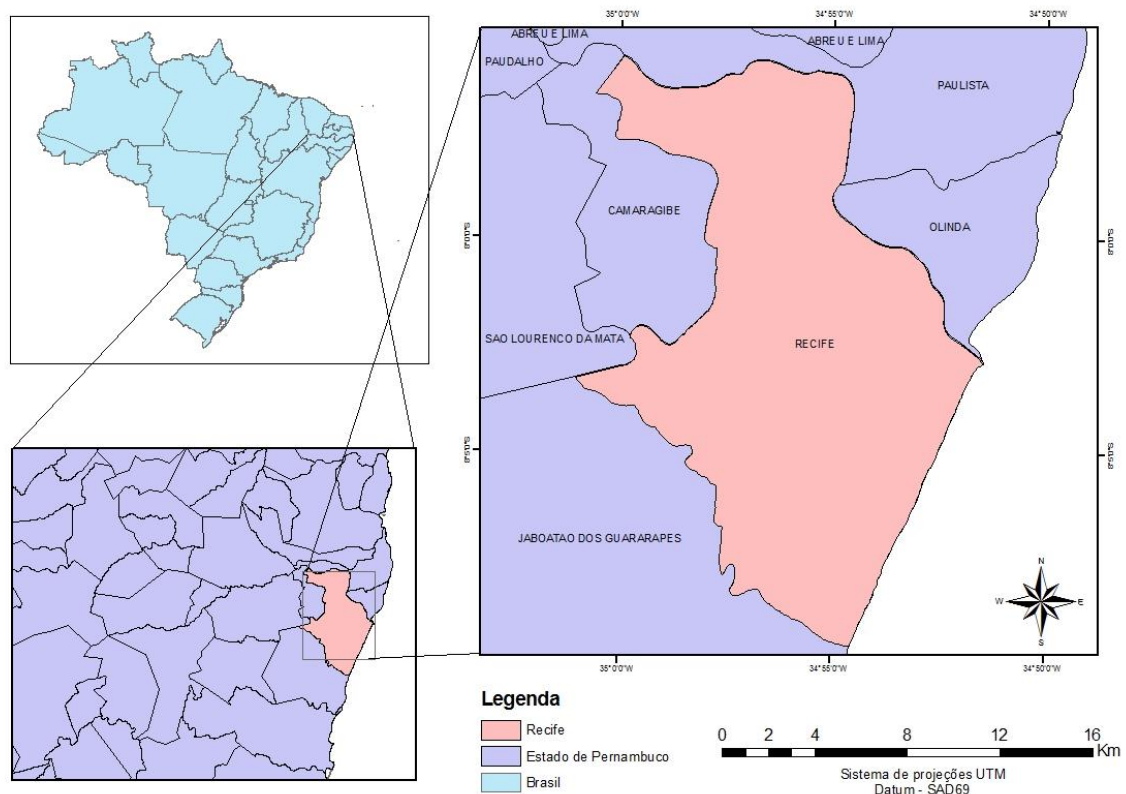


Figura 01 – Localização do município de Recife -PE.  
Base de dados: IBGE (2010)  
Organização: LINS (2014)

### 2.2- Dados do Estudo

Os dados de precipitação estimada por satélite são oriundos do algoritmo 3A25. O produto 3A25 versão 6 apresenta uma resolução  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  graus, incluindo taxa de chuva média mensal, mas também valores estatístico, tais como histogramas mensais das taxas de chuva (total, convectiva, estratiforme), altura de tempestade etc.

Os dados do algoritmo 3A25 é um produto padrão derivado do sensor de precipitação (PR) do TRMM. O sensor PR fornece a intensidade da



chuva com resolução horizontal de 4,3 km no nadir e resolução vertical de 250m da superfície da Terra até 20 km de altitude. Além disso, os dados contêm informações dos tipos de chuva baseados nos padrões verticais (AWAKA et al., 1998).

O perfil de chuva é classificado como estratiforme ou convectiva. Se o PR detectar uma banda brilhante próximo do nível de congelamento na atmosfera, o perfil é classificado como estratiforme. Caso não existe e se qualquer valor no feixe de refletividade do radar exceder o valor pré-determinado de 39 dBZ, o perfil é classificado como convectivo (FU et al., 2003).

O produto 3A25 apresenta 121 variáveis. Foram utilizados na pesquisa o convRainPix1, convRainPix2, StratRainPix1, StratRainPix2, SurfRainPix1 e SurfRainPix2, no qual foi estabelecido um ponto de grade no Município de Recife.

### 3 - Resultados e Discussões

A precipitação constitui a variável mais importante de meteorologia e climatologia nos trópicos. A distribuição da precipitação e sua variabilidade na América do Sul são relevantes em compreender as circulações locais, regionais e em grande escala que são movidas por fontes de calor latente no continente. O papel da zona de convergência Atlântico Sul (SACZ), oscilação do El Niño/Sul (Enos), as fontes tropicais de calor latente no continente, a topografia dos Andes, do Altiplano, o planalto brasileiro, etc., modulam a distribuição da variabilidade de precipitação sobre a América do Sul. (MOTA e ZIPSER, 2002)

Segundo Oliveira (1988) As massas de ar sobre a cidade deslocam-se mais lentamente do que sobre a área rural devido ao incremento da rugosidade do solo que altera a velocidade dos ventos e modificam o seu fluxo dando-lhes características peculiares. A forma de deslocamento deixa de ser laminar e torna-se turbulenta, o que se caracteriza por uma série de fluxos ascendentes e descendentes, rotacionais ou não rotacionais que, dependendo da geometria da cidade, se introduz no interior da massa edificada, aumentando as perdas de calor por convecção das superfícies da cidade com a atmosfera. O aumento de temperatura nas cidades provoca uma redução da umidade relativa do ar. Isso se explica pelo aumento da pressão de vapor saturado, visto que, para maiores temperaturas o ponto de saturação é mais alto, havendo a diminuição da umidade relativa (LANDSBERG, 1962; 1970).

A classificação de um sistema em estratiforme ou convectivo é de grande importância para uma melhor estimativa de uma relação de dispersão (Iguchi *et al.*, 2000) e para uma melhor estimativa dos perfis de aquecimento e resfriamento devido à mudança de fase (Brown, 1979; Leary e Houze, 1979a; Lang *et al.*, 2003; etc.), responsáveis importantes



padrões atmosféricos de grande escala (Silva Dias, 1983; De Maria, 1985; Gandu e Geisler, 1991; Gandu e Silva Dias, 1998; Yanai e Tomita, 1998).

Ao analisarmos a figura 02, referente a precipitação do período de 1998 a 2011, atinente ao Pix 1 do município de Recife, é notável que para o período mensal há predominância de precipitação do tipo estratiforme, principalmente no período de janeiro a julho, no qual a precipitação apresenta características de se espalhar por uma extensa área, com uma duração de tempo maior, e apresentando índices de intensidade de precipitação de valor médio a baixo espacial. No período de agosto a dezembro houve uma modificação no “padrão” da tipologia de precipitação, mostrando chuvas do tipo convectiva, que apresenta como característica chuva de intensidade mais elevada, com períodos mais curtos e uma cobertura espacial menor. A precipitação no período chuvoso do município, não apresenta intensidade mais elevada, porém apresenta valores isolados dentro da precipitação estratiforme.

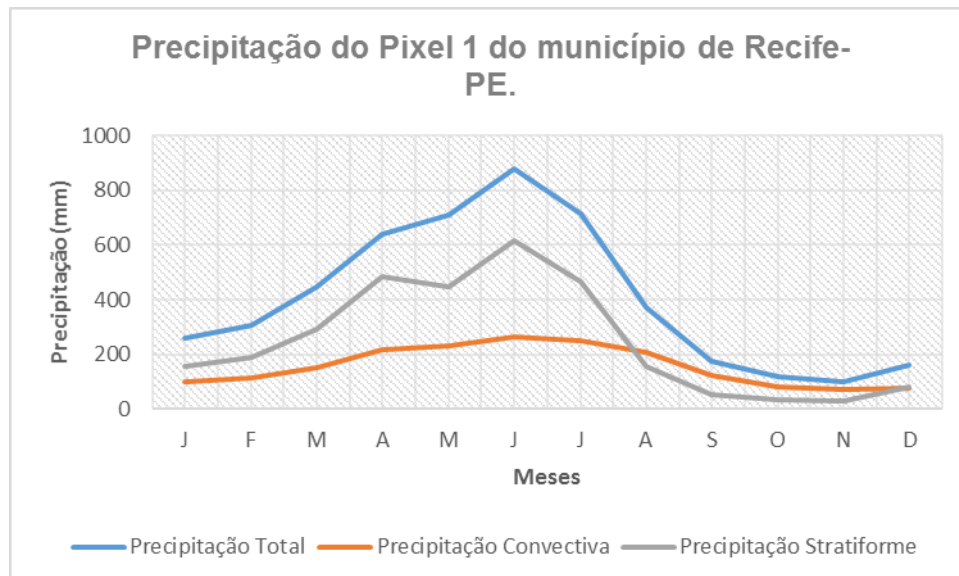


Figura 02: Recife- PE: Taxas Média Mensal dos tipos de precipitação e Precipitação Total do Pixel 1.

Fonte dos dados: NASA (2012)

Elaboração: LINS (2014)

Ao analisar a tabela 01, referente à média anual do tipo de chuva do pixel 1 é notável uma predominância anual a precipitação do tipo estratiforme, porém no ano de 1998 há uma predominância da chuva do tipo convectiva, apresentando 51,8% da precipitação total do ano.



Ano	Tipo de Chuva	Pixel 1 (%)	Tipo de Chuva	Pixel 1 (%)
1998	Convectiva	51,8	Estratiforme	48,2
1999	Convectiva	42,3	Estratiforme	57,7
2000	Convectiva	36,5	Estratiforme	63,5
2001	Convectiva	46,3	Estratiforme	53,7
2002	Convectiva	39,7	Estratiforme	60,3
2003	Convectiva	39,7	Estratiforme	60,3
2004	Convectiva	36	Estratiforme	64
2005	Convectiva	39,4	Estratiforme	60,6
2006	Convectiva	41,9	Estratiforme	58,1
2007	Convectiva	49,2	Estratiforme	50,8
2008	Convectiva	34,9	Estratiforme	65,1
2009	Convectiva	31,1	Estratiforme	68,9
2010	Convectiva	41,8	Estratiforme	58,2
2011	Convectiva	26,1	Estratiforme	73,9

Tabela 01: Taxas Média Anual dos Tipos de Chuva do Pixel 1 do Município de Recife.  
Fonte dos Dados: NASA (2012)  
Elaboração: LINS (2014)

Ao analisarmos a figura 03, referente à precipitação do período de 1998 a 2011, atinente do pix 2 do município de Recife, é notável uma predominância na distribuição mensal da precipitação do tipo estratiforme no período de janeiro a julho, a classificação da tipologia da precipitação do dos TRMM, é através da faixa brilhante identificada pelo sensor (PR), que devido ao seu aspecto visível é observado pelo radar. Contudo, as características físicas que formam precipitação do tipo estratiforme é a faixa de transposição composta de neve a ponto de fusão, mas acima desta camada há a presença de partículas líquidas. No período de agosto a dezembro, assim como no pix 1 houve uma variabilidade no “padrão” da tipologia de precipitação, onde o período seco apresentou a classificação do tipo convectiva, que apresenta sua formação física interligada através de nuvens formadas abaixo da isoterma de 0°C impelidas por fortes movimentos do ar provocados pela variação na pressão na troposfera. Ao se fazer uma analogia com o pix 1 (figura 02), é notável que houve um alinhamento entre os índices nos meses de agosto a setembro e uma elevação dos índices convectivos no mês de outubro, no entanto os meses de novembro a dezembro trouxe aproximação dos índices.



A variabilidade da precipitação do tipo convectiva afeta a distribuição vertical do calor latente, nos meses secos do município, sendo um elemento primordial para o balanço de calor e a propagação de ondas atmosféricas no qual são ativadas pela convecção.

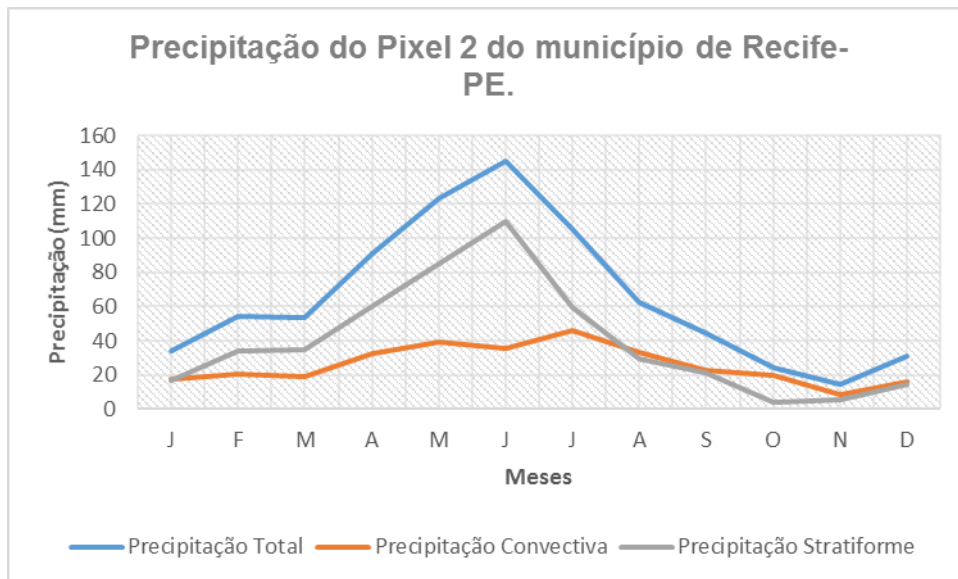


Figura 03: Recife- PE: Taxas Média Mensal do Tipo de precipitação do Pixel 2.  
Fonte dos dados: NASA (2012)  
Organizado: Lins (2014)

Ao analisarmos a tabela 02, referente à média anual do pixel 2 do tipo de precipitação, é notável uma predominância anual do tipo de chuva estratiforme, porém nos anos de 1998 assim como foi demonstrado na tabela do pixel 1 (tabela 1), ocorreu uma predominância do tipo de precipitação convectiva, apresentando 54,7% da precipitação total do ano, contudo o ano de 2002 (50,2%) e 2010 (53,4%), também apresentou uma predominância da precipitação convectiva, se ao fazer uma analogia com o pixel 1, o TRMM fez uma variável na estimativa de precipitação nesses anos.

Os erros médios das estimativas do satélite TRMM tinham uma relação com a sua localização geográfica. Quanto mais próximo o ponto estivesse do litoral, maior o erro seria da estimativa. Isso infere que o satélite tende a estimar melhor os lugares onde predomina chuvas do tipo convectivas (que predominam em locais mais distantes do litoral, por exemplo), uma vez que as gotículas desse tipo de precipitação são maiores e mais fáceis do TRMM identificar. (ANJOS e NÓBREGA, 2013)



Ano	Tipo de Chuva	Pix 2 (%)	Tipo de Chuva	Pix 2 (%)
1998	Convectiva	54,7	Estratiforme	45,3
1999	Convectiva	46,3	Estratiforme	53,7
2000	Convectiva	34,1	Estratiforme	65,9
2001	Convectiva	38,2	Estratiforme	61,8
2002	Convectiva	50,2	Estratiforme	49,8
2003	Convectiva	45,8	Estratiforme	54,2
2004	Convectiva	31,7	Estratiforme	68,3
2005	Convectiva	30,4	Estratiforme	69,6
2006	Convectiva	34,2	Estratiforme	65,8
2007	Convectiva	42,9	Estratiforme	57,1
2008	Convectiva	36,7	Estratiforme	63,3
2009	Convectiva	39,3	Estratiforme	60,7
2010	Convectiva	53,4	Estratiforme	46,6
2011	Convectiva	27,3	Estratiforme	72,7

Tabela 02: Taxas Média Anual dos Tipos de Chuva do Pixel 2 do Município de Recife.

Fonte dos Dados: NASA (2012)

Elaboração: LINS (2014)

#### 4- Conclusão

Através da estimativa do TRMM a classificação do tipo de precipitação no município do Recife, tem uma predominância à chuva do tipo estratiforme, porém está incidindo casos de precipitação do tipo convectiva no período seco, no qual a alteração do balanço de energia do município, com os altos índices de impermeabilização. Contudo, superfícies impermeabilizadas possui maior capacidade de armazenamento de calor sensível, as temperaturas são mais elevadas. Essas diferenças de temperatura formam correntes de ar ascendentes e quentes que somadas à quantidade expressiva de poluentes, podem provocar variações nos índices de precipitação.





## 5- Referências Bibliográficas

### • Capítulo de livro

NÓBREGA, R. S. **Uso e aplicação do satélite TRMM na climatologia e recursos hídricos. IN: Mudanças climáticas e modelagem ambiental.** Editora UFPE. 414 p. 2011.

OLIVEIRA, P. M. P. 1988. **Cidade apropriada ao clima. A forma urbana como instrumento de controle do clima urbano.** Brasília, Ed. UnB (textos universitários).

### • Revistas Científicas

AWAKA, J.; IGUCHI, T.; PRASAD, N.; TAO, W. K.; SIMPSON, J; Microwave simulations of a tropical rainfall system with a three-dimension cloud model. **J. Appl. Meteor.** Vol. 30, p. 924-953.

BRONW, J. M. Mesoscale Unsaturated downdrafts Driven by Rainfall Evaporation: A Numerical Study. **Journal of Atmospheric Science**, 36, 313-338, 1979.

GANDU, A. W., SILVA DIAS, P. L. Impact of Tropical Heat Sources on the South American Tropospheric upper Circulation and Subsidence. **Journal of Geophysical Research**, 103, 6001-6015, 1998.

IGUCHI, T., KOZU, T., MENEGHINI, R., AWAKA, J., OKAMOTO, K. Rain-Profiling Algorithm for the TRMM Precipitation Radar. **Journal of Applied Meteorology**, 39, 2038-2028, 2000.

KUMMEROW, C. ET al. The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) sensor package. **Journal Atmospheric Oceanic Technology**, v. 15, p. 809-817, 1998.

LANDSBERG, H. E. 1962. Biennial Pulses in the Atmosphere. **Contribution Physics Atmosphere**, v. 35, p. 184–194.

LANDSBERG, H. E. 1970. Micrometeorological Temperature Differentiation through Urbanization in Urban climates. **World Meteorological Organization**, n. 108, p. 129-136.

LANG, S., TAO, W-K., SIMPSON, J., FERRIER, B. Modeling of Convective– Stratiform Precipitation Processes: Sensitivity to Partitioning Methods. **Journal of Applied Meteorology**, 42, 505–527, 2003.

LEARY, C. A., HOUZE JR., R. A. Melting and Evaporation of Hydrometeors in Precipitation from the Anvil Clouds of Deep Tropical Convection. **Journal of Atmospheric Science**, 36, 669-679, 1979 a.

OKE, T. R. 1976. The distinction between canopy and boundary layer urban heat islands. **Atmosphere**, v. 14, p. 268-277.

YANAI, M, ESBENSEN, S., TOMITA, T. Seasonal and Interannual Variability of Atmospheric Heat Sources and Moisture Sinks as Determined from NCEP–NCAR Reanalysis. **Journal of Climate**, 11, No. 3, 463–482, 1998.

SILVA, I. M; GONZALEZ, L.R; SILVA FILHO, D.F. (2011). Recursos naturais de conforto térmico: Um enfoque urbano. **REVSAU**, Piracicaba – SP, v.6, n.4, p. 35-50, 2011.

### • Fontes Eletrônicas

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). TRMM data users handbook. 2001. Disponível em: <[www.eorc.jaxa.jp/TRMM/document/text/handbook\\_e.pdf](http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/document/text/handbook_e.pdf)>. Acesso em: 15 de jan. de 2014.



- **Anais de eventos**

ANJOS, R. S.; NÓBREGA, R. S. **Validando os dados de estimativa de precipitação por sensoriamento remoto do satélite TRMM para Pernambuco – Brasil.** In: I Workshop em Ciências da Terra e do Espaço, Évora, Portugal, 2013, p. 129-136.

MOTA, G. V. AND ZIPSER, E. J. 2002. *Rainfall Estimates over South America.* 12th **Brazilian Congress on Meteorology.** Foz do Iguaçu, PR, August/2002.

- **Teses e Dissertações**

MENDONÇA, F. de A. *O Clima e o Planejamento Urbano das Cidades de Porte Médio e Pequeno: Proposições Metodológicas para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR.* 1994. São Paulo: **Tese** (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. Orientador: CONTI, José Bueno.

MONTEIRO, C. A. de F. (1976). **Teoria e Clima Urbano.** São Paulo: USP - Instituto de Geografia. Série teses e monografias nº 25. 181p.