

## A INDICAÇÃO DE TELHADOS VERDES NAS NOVAS EDIFICAÇÕES PARA O MUNICÍPIO DE CARUARU – PE

Marcelo Kozmhinsky

*Universidade Federal Rural de Pernambuco, e-mail: marcelok1963@gmail.com*

Raimundo Mainar de Medeiros

*Universidade Federal Rural de Pernambuco, e-mail: mainarmedeiros@gmail.com*

Edja Lillian Pacheco da Luz

*Universidade Federal Rural de Pernambuco, e-mail: lillian2800@hotmail.com*

Marília Costa de Medeiros

*Universidade Federal Rural de Pernambuco, e-mail: mariliamedeiros@hotmail.com.br*

### RESUMO

O município de Caruaru foi caracterizado através do estudo da umidade relativa e da temperatura do ar e precipitação entre os anos de 2013 a 2015. A cidade está localizada na mesorregião do Agreste pernambucano com 928,1 km<sup>2</sup>, numa altitude de 554 metros e coordenada geográfica de 08°17'S latitude e 35°58'W de longitude. Na análise utilizaram-se dos dados mensais dos anos de 2013, 2014 e 2015. A precipitação reduzida, a baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas nos meses mais quentes e secos do ano sugerem a indicação do uso de telhados verdes nas coberturas das novas edificações para viabilizar o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis. O surgimento de novos condomínios aconselha a necessidade de planejamento eficaz no perímetro urbano. O rápido crescimento da atividade imobiliária na cidade ocorre em consequência da expansão do setor da construção civil responsável pelo aumento de impactos ambientais em decorrência do surgimento das novas edificações em várias áreas da cidade. A recomendação do uso do telhado verde sucede em função da redução das áreas permeáveis em detrimento do aumento das áreas impermeáveis, que contribuem para o aumento do fenômeno conhecido como ilha de calor. Os benefícios dos telhados verdes no espaço urbano estão relacionados ao aumento da umidade do ar, aumento de áreas permeáveis que captam e retarda a água da chuva, redução da temperatura ambiental, retenção de poluentes do ar aumenta de áreas verdes, redução das ilhas de calor e melhoria da qualidade de vida nas grandes e médias cidades.

**Palavras chaves:** Precipitação, ilha de calor, espaço urbano.

### ABSTRACT

The municipality of Caruaru was characterized by studying the relative humidity and air temperature and precipitation between the years 2013 to 2015. The city is located in the middle region of Pernambuco (Agreste) with 928.1 km<sup>2</sup> altitude of 554 meters and geographic coordinates 08°17'S latitude and 35°58'W longitude. The analysis we used the monthly data for the years 2013, 2014 and 2015. The low rainfall, low relative humidity and high temperatures in the hottest and driest months of the year, suggest indicating the use of green roofs on new roofs building to enable the development of more sustainable cities. The emergence of new condominiums advises need for effective planning in the urban area. The rapid growth of real estate activity in the city is a result of the expansion of the construction sector responsible for the increase of environmental impacts due to the emergence of new buildings in various areas of the city. The recommendation of the use case green roof on account of the reduced permeability areas at the expense of increased impervious areas that contribute to the increase in the phenomenon known as heat island. The benefits of green roofs in urban areas are related to the increase in humidity, increased permeable areas that capture and slows rainwater, reducing environmental temperature, retention of air pollutants, increase green areas, reduction of Islands heat and improving the quality of life in large and medium cities.

**Keywords:** rainfall, heat island, urban space.

## INTRODUÇÃO

Na Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e o Meio Ambiente - Rio 92 a expressão desenvolvimento sustentável foi legitimada. De acordo com Lima (2013), o principal documento produzido nessa conferência foi a Agenda 21, na qual os países se comprometeram através dos governos, empresas e organizações não governamentais e todos os setores da sociedade a cooperar em busca de soluções para os problemas socioambientais. Nesse sentido, este documento favoreceu o debate sobre o desenvolvimento e construção sustentável, entre outros (Lima, 2013).

Na Agenda 21, em países em desenvolvimento, a construção sustentável é definida como: “um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica. No contexto do desenvolvimento sustentável, o conceito transcende a sustentabilidade ambiental, visando à sustentabilidade econômica e social, que enfatiza a adição de valor à qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades” (Ministério do Meio Ambiente, 2016).

Desequilíbrios ambientais são provenientes da incompatibilidade entre o crescimento populacional e o esgotamento dos recursos naturais e como consequência disto surge os desafios que requerem soluções (Lima, 2013). Ilha de Calor é o fenômeno mais documentado sobre mudanças climáticas conforme Santamouris (2014).

Com o crescimento urbano, as edificações e obras de infraestrutura urbana (ruas, passeios públicos, estacionamentos, telhados, etc.) alteram significativamente a cobertura do solo e a topografia. Além dos impactos diretos aos ecossistemas terrestres e aquáticos, o clima urbano é modificado de acordo com Tassi (2014).

Com a ocupação dos espaços urbanos e as alterações advindas do uso inadequado do solo ocorrem expressivas mudanças no meio urbano pela ocupação desordenada, gerando desconforto ambiental, o que torna esse espaço mais difícil para seus habitantes, reduzindo a qualidade de vida para a população de acordo com Kozmhinsky, (2016).

Segundo Amorim (2015), o clima urbano sofre grande variação devido às rápidas mudanças no uso e ocupação da terra por conta do acelerado desenvolvimento nos centros urbanos e em suas periferias que mudam rapidamente as características resultando na ilha de calor urbana.

A Ilha de Calor urbana é consequência da supressão ou redução de áreas verdes, nos seus centros urbanos, que são substituídas por superfícies impermeáveis como asfalto ou superfícies de concreto, que acumulam e refletem mais calor por período muito mais longo do que em áreas verdes rurais urbanas de acordo com os autores Rocha e Castilho (2011).

O fenômeno das ilhas de calor urbanas e seu dimensionamento é um instrumento importante para a gestão das cidades, quando as diferenças das temperaturas nos centros urbanos e zonas rurais próximas podem oferecer informações essenciais para que medidas sejam tomadas com o objetivo de atenuar o efeito das ilhas de calor conforme Amorim (2015).

Segundo Tassi (2014), algumas estratégias podem mitigar impactos negativos da impermeabilização das superfícies nos centros urbanos. O Telhado Verde é uma dessas técnicas empregadas para melhoria desse fenômeno.

A fim de contrabalançar o fenômeno de ilha de calor, Santamouris (2014), relata que se fazem necessários o desenvolvimento e aplicação de tecnologias eficientes de mitigação. O telhado verde tem alcançado elevado grau de maturidade como opção para aumentar o albedo das cidades sendo uma alternativa para melhoria do clima urbano.

De acordo com Righi (2014), o debate sobre desenvolvimento sustentável remete aos anos 80 em várias áreas do conhecimento e da economia, principalmente na construção civil que é uma das principais fontes de economia mundial, sendo responsável por 63% da formação bruta de capital fixo no Brasil.

Os telhados verdes, de acordo com Baldessar (2012), vêm sendo utilizados já há longo período da história por questões estéticas, vernaculares, lazer, ecológicas e sustentáveis. Atualmente a quantidade de telhados verdes nas cidades são por questões da sustentabilidade. Muitos são os benefícios, como redução da ilha de calor urbano, melhoria da qualidade do ar, formação de novos habitats para a fauna, estética, melhoria da poluição sonora, entre outros.

Os telhados verdes contribuem nos espaços urbanos para a melhoria da qualidade ambiental através da melhoria da qualidade do ar, redução da poluição sonora, redução da temperatura ambiental, captação e retenção da água de chuva, umidificação do ar nos meses mais quentes e secos do ano, abrigo para a fauna, redução da poluição sonora, sendo fomentador de desenvolvimento sustentável para os espaços urbanos e embelezamento das cidades de acordo com Kozmhinky (2016).

Em conformidade com Righi (2014), o uso de telhados verdes demonstra como a sustentabilidade pode trazer benefícios ao meio ambiente e a seus habitantes, melhorando a qualidade de vida nos centros urbanos.

A composição do telhado verde, de acordo com Baldessar (2012), são camadas que têm em geral a seguinte sequência: vegetação, substrato, filtro de tecido de drenagem e camadas de retenção de água, camada de proteção da raiz, isolamentos, impermeabilização e um terraço ou pavimento, sendo algumas delas opcionais.

Não são apenas as novas edificações que podem receber telhado verde. É viável usá-la com muita eficiência em edificações existentes. Nesse sentido, é indispensável investigar a estrutura que irá receber o telhado verde, assim como a impermeabilização, a execução de barreiras antiraízes, a drenagem e a inclinação da cobertura existente ou a ser reformada ou construída conforme Baldessar (2012).

No Brasil, a falta de iniciativas públicas gera muitas dificuldades para implementar a sustentabilidade no setor da construção civil, por elevar o custo de uma casa ou um prédio sustentável relata Righi (2016).

Os sistemas de certificação ambiental de edificações vêm ganhando grande aceitação no mercado brasileiro, apresentando-se como forma fundamental de incentivo das práticas sustentáveis e principalmente como instrumento para garantir que as edificações tenham um bom desempenho durante sua vida útil conforme Lima (2013).

De acordo com Green Building Council do Brasil, os benefícios da certificação de LEED na área ambiental são: uso racional e redução da extração dos recursos naturais, redução do consumo de água e energia, implantação consciente e ordenada, mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental, redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação.

Spitzcovsky (2012) afirma que no segmento de condomínios residenciais, podem ser emitidos selos e documentos que constata e asseguram as ações sustentáveis, com base em diretrizes estabelecidas como normas e certificados. Um exemplo é o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) emitido pela Organização Não Governamental (ONG) Norte-Americana para edificações verticais. Esta certificação é das mais reconhecidas e disputadas mundialmente.

Tem-se como objetivo a indicação de telhados verdes nas cobertas das novas edificações no município de Caruaru em função da expansão urbana com construções de novos condomínios

verticais e horizontais, em conformidade com os dados climatológicos de temperatura e da umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica visando possível melhoria da qualidade ambiental no perímetro urbano.

## MATERIAL e MÉTODOS:

O município de Caruaru está localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião do Vale do Ipojuca do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Toritama, Vertentes, Frei Miguel e Taquaritinga do Norte, a sul com Altinho e Agrestina, a leste com Bezerros e Riacho das Almas, e a oeste com Brejo da Madre de Deus e São Caitano. A área municipal ocupa 928,1 km<sup>2</sup> e representa 0,94% do Estado de Pernambuco. O município tem altitude de 554 metros e coordenadas geográficas de 08°17'S latitude e 35°58' W de longitude, distando 140,7 km da capital. Na figura 1 e 2 tem-se a visão do Estado do Pernambuco dividido em meso regiões e o contorno do município de Caruaru.

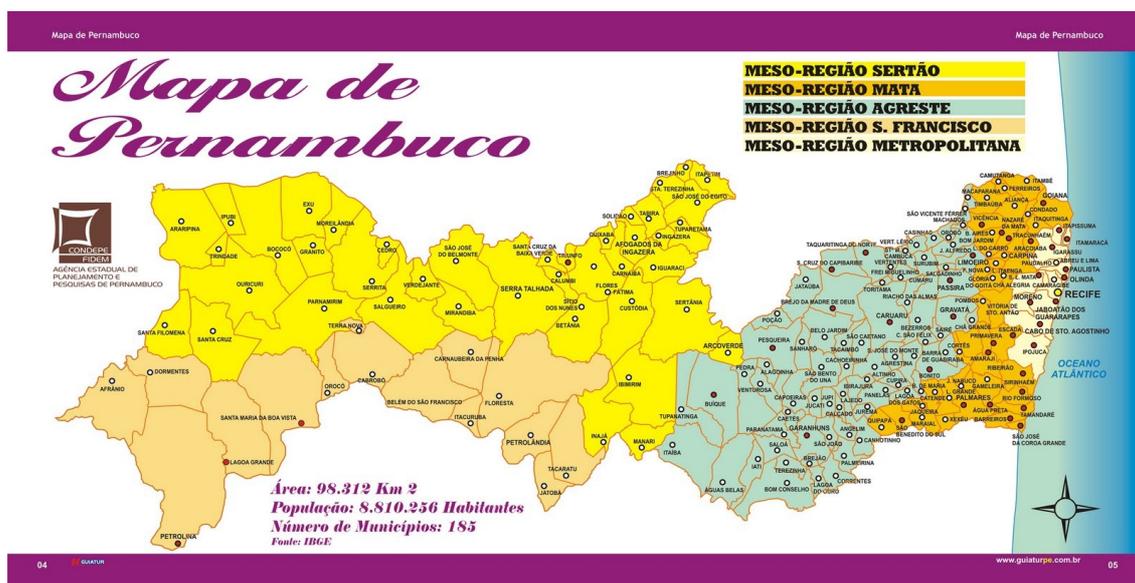


Figura 1 Mapa do estado de Pernambuco com as Mesoregiões.

<http://mapasblog.blogspot.com.br/2011/11/mapas-de-pernambuco.html>.

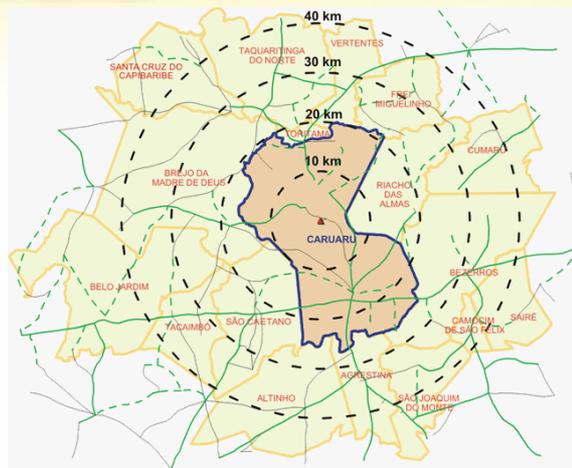


Figura 2. Contorno municipal da cidade de Caruaru - PE.

<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=710388&page=9>

De acordo com a CPRM (Serviço Geológico do Brasil), “o município de Caruaru está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta. A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo. A vegetação é formada por Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, próprias das áreas agrestes. Nas Superfícies suaves onduladas a onduladas, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os Podzólicos, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nas elevações ocorrem os solos Litólicos, rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Nos Vales dos rios e riachos, ocorrem os planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda afloramentos de rochas”.

Segundo o IBGE (2016), a cidade de Caruaru, no Agreste Pernambucano, teve início em 1681, quando o governador Aires de Souza de Castro, concedeu à família Rodrigues de Sá uma sesmaria com aproximadamente 12 hectares, denominada Fazenda Caruru. Em 18 de Maio de 1857 Caruaru tornou-se cidade, uma das primeiras do Agreste pernambucano. Localizada no Vale do Ipojuca, ao longo dos anos Caruaru recebeu várias denominações, sendo conhecida também como a ‘Princesa do Agreste’, ‘Capital do Agreste’ e a ‘Capital do Forró’. (Prefeitura Caruaru, 2016), sendo

o mais populoso do interior de Pernambuco, com uma população residente de 314.912 em 2010 e estimada para o ano de 2016 de 351.686, e que vivem numa área territorial de 921 Km<sup>2</sup>.

De acordo com Silva (2013), o crescimento da cidade de Caruaru tem atraído muitos investimentos em diversos setores. Nesse sentido, a cidade deve desenvolver-se através de ações que se respaldem no desenvolvimento sustentável.

Os dados trabalhos foram adquiridos da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016) referente aos anos de 2013 a 2015 onde se aplicou técnicas de estatísticas básicas para manipulação dos referidos dados. Os dados pluviométricos fornecidos pela Agencia Pernambucana de água e clima (APAC).

O clima de Caruaru é semiárido do tipo BSh de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, “com verões quentes e secos e invernos amenos e chuvosos. A estação chuvosa se inicia na segunda quinzena de fevereiro com chuvas de pré-estação, se caracteriza no mês de março e se prolonga até julho. A estação seca inicializa em setembro e se prolonga até janeiro, com índice pluviométrico anual de 573,4 mm.” A temperatura média anual do município é de 23° C. em acordo com Álvaro et al, em 2013. A umidade relativa do ar de 75,5%.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O município de Caruaru, localizado na região do semiárido, possui clima caracterizado por apresentar baixo índice de precipitação e por possuir longo período de estiagem entre os meses de setembro e março. Entre os anos de 2013 e 2014 os índices pluviométricos foram irregulares ao longo do período chuvoso que ocorrem entre abril e julho. Nesse período, as chuvas concentraram-se entre os meses de maio e julho com precipitações mensais variando entre 60 e 120 mm. No ano de 2014 foram constatadas chuvas irregulares ao longo do ano, porém com índices mensais máximos entre 60 e 70 mm. Esse baixo índice representa o aumento no déficit hídrico para essa região com indicadores pluviométricos baixos.

Comparando os anos de 2013 e 2014 com o ano de 2015, percebe-se que os períodos de estiagem e os chuvosos concentraram-se praticamente nos mesmos meses, ano a ano, mas com variações mensais tanto no índice máximo e mínimo.

A umidade relativa do ar nos anos de 2013 e 2014 registrou valores máximos em torno de 85% para o mês de julho e próximos a esse percentual entre maio e agosto, coincidindo com

período de maior precipitação anual. O período de menor umidade relativa do ar foram os meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro com percentuais de umidade que variam entre 60 e 70%.

Comparando esse biênio com o ano de 2015, fica evidente que os índices de umidade relativa do ar são semelhantes em junho, julho e agosto variando entre 80 e 90%, mas observou-se que nos meses de abril, maio, setembro e outubro ocorreram reduções em volta de 10% em função da baixa precipitação ocorrida nos meses de abril com 10 mm e maio de 2015. A umidade relativa do ar é baixa nos meses de menor precipitação nesse período, coincidindo com os meses mais quentes do ano.

A temperatura média mensal em Caruaru para os anos de 2013, 2014 e 2015 registram valores entre 21 e 25 ° C, sendo os meses de junho, julho e agosto os mais frios do ano coincidindo com o período de maior precipitação. Os meses mais quentes estão entre novembro e abril que se ajusta com os de menor precipitação pluviométrica.

Comparando os anos de 2013, 2014 com 2015 observa-se que em 2015 ocorreu elevação da temperatura nos meses de abril, maio, setembro, outubro e novembro provocado pela baixa circulação atmosférica.

Com base nessa avaliação percebe-se a necessidade de medidas mitigatórias com objetivo de reduzir os impactos do aumento de calor no perímetro urbano e favorecer a implantação de mais áreas verdes a fim de proporcionar melhor qualidade ambiental na *urbis* através da implantação de telhados verdes nas novas construções favorecendo mais evapotranspiração, redução da temperatura e das ilhas de calor, ente outros benefícios.

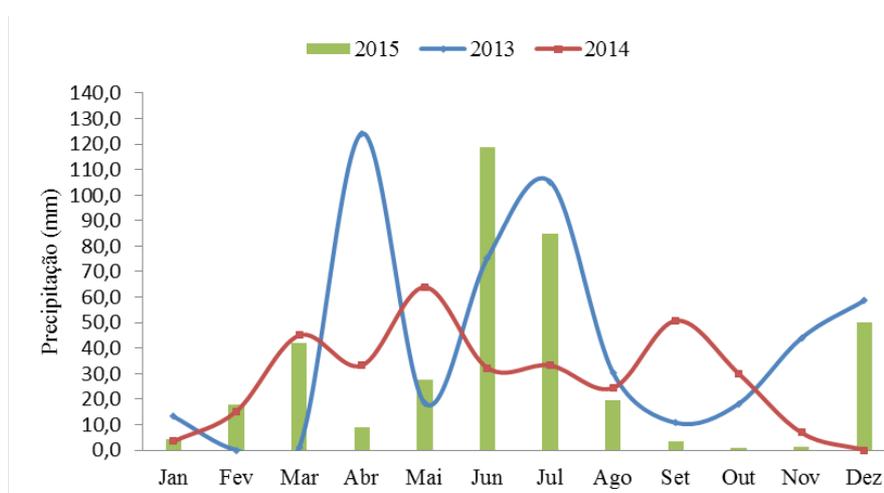


Figura 3. Distribuição mensal da precipitação dos anos 2013, 2014 e 2015 no município de Caruaru – PE,

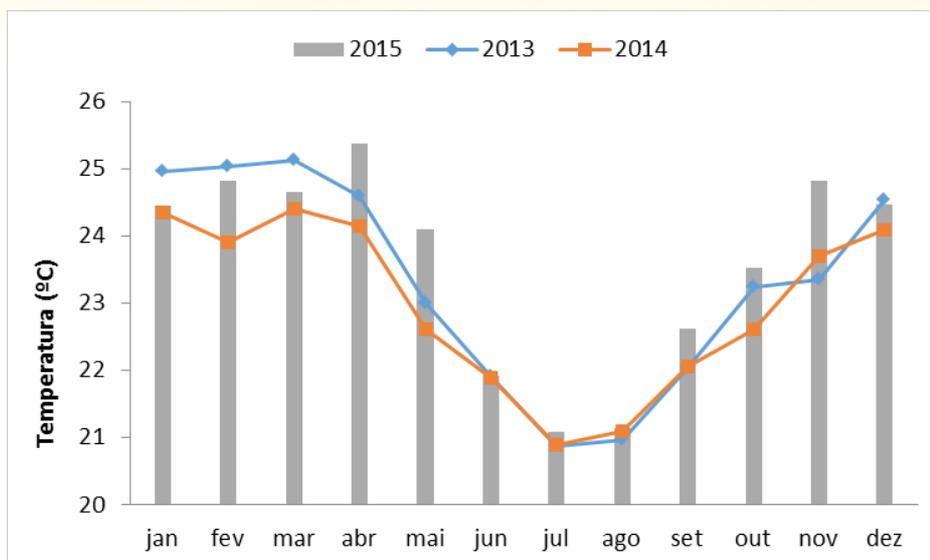


Figura 4. Distribuição mensal da Temperatura do ar dos anos de 2013, 2014 e 2015 no município de Caruaru – PE,

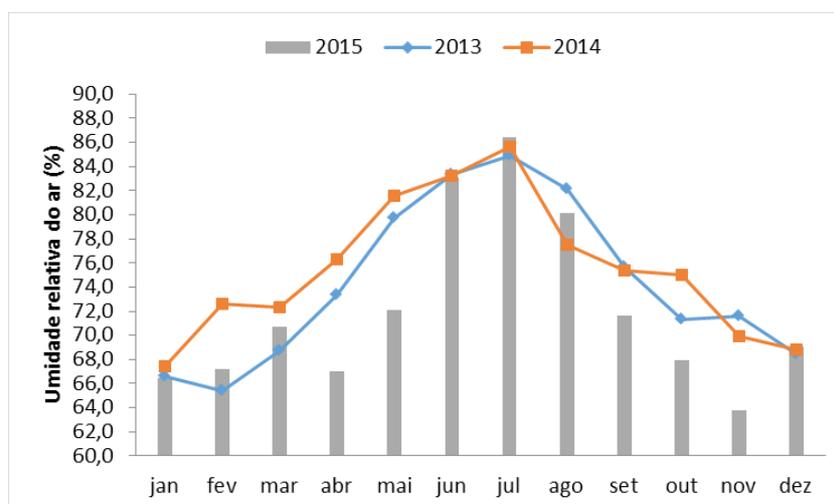


Figura 5. Distribuição mensal da Umidade relativa do ar dos anos de 2013, 2014 e 2015 no município de Caruaru – PE.

## CONCLUSÕES

Os registros apontaram que os meses de menor precipitação coincidem com os de menor umidade relativa do ar e de temperaturas mais elevadas ao longo dos três anos e que provocam desconforto térmico aos habitantes da cidade.

Para melhoria ambiental, são necessárias mudanças de visão e atitude empresarial e gestão pública, com objetivo de estimular as construtoras a adotarem a instalação de Telhados Verdes nas novas edificações no perímetro urbano de Caruaru. Essa medida é de suma importância em função do rápido crescimento e desenvolvimento da cidade nos últimos anos com a expansão imobiliária dos novos edifícios e condomínios verticais e horizontais.

O rápido desenvolvimento da cidade acarreta na deficiência de planejamento urbano levando ao aumento das áreas de concreto que refletem calor e reduzem a área permeável e essa expansão reflete na pavimentação de novas ruas e avenidas contribuindo para o aumento nas formações das ilhas de calor.

Os modelos construtivos conhecidos como telhados verdes trarão muitos benefícios à cidade, pois contribui com o aumento da umidade do ar, redução da temperatura, redução do efeito da ilha de calor, retêm a precipitação e favorecem à avifauna local.

Estudos são necessários para escolha da vegetação de melhor adaptação nesse clima urbano, sem impactar na demanda do fornecimento de água da cidade em conformidade com proposta para o desenvolvimento mais sustentável para o espaço urbano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, C.A, STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L. M. SPAROVEK, G. 2013. Köppen's climate classification map of Brazil. Meteorologische Zeitschrift. Disponível em: DOI:<http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 26 de setembro de 2016.

AMORIM, MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE; DUBREUIL, VINCENT; CARDOSO, RENATA DOS SANTOS. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP) – BRASIL. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 16, jun. 2015. ISSN 2237-8642. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/40585/25983>. Acesso em: 18 de setembro de 2016.

APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/>. Acesso em: 26 de setembro de 2016.

BALDESSAR, S. M. N., TAVARES, S. F. Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada. XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 29 a 31 outubro 2012 - Juiz de Fora. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/1203.pdf>. Acesso em: 19 de setembro de 2016.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/?tpl=home>. Acesso em: 26 de setembro de 2016.

GBC. Green Building Council Brasil. Construindo um futuro sustentável. Disponível em: <http://gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>. Acesso em 18 de setembro de 2016.

LIMA, Lucimara Ferreira de. Processo AQUA de certificação de edificações sustentáveis na fase operação e uso: estudo de caso do Escritório Verde da UTFPR 2013. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2013. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/990/1/CT\\_PPGE\\_C\\_M\\_Lima%2c%20Lucimara%20Ferreira%20de\\_2013.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/990/1/CT_PPGE_C_M_Lima%2c%20Lucimara%20Ferreira%20de_2013.pdf). Acesso em: 15 de setembro de 2016.

KOZMHISNKY, M; PINHEIRO, S.M.G.; EL-DEIR, S.G. Telhados Verdes: uma iniciativa sustentável. I.ed. – Recife: EDUFERPE, 2016.  
MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/item/8059>. Acesso em: 17 de setembro de 2016.

PREFEITURA DE CARUARU. Sobre Caruaru. Disponível em: <http://www.caruaru.pe.gov.br/sobre-caruaru>. Acesso em: 19 de setembro de 2014.

SANTAMOURIS, M. Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. [Solar Energy. Volume 103](#), May 2014, Pages 682–703. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X12002447>. Acesso em: 18 de setembro de 2016.

SILVA, T. M de L.; Oliveira, E. A. G. de. “Maquiagem Verde” na comunicação gráfica de condomínios residenciais em Caruaru-Pernambuco. AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 116-125, jul./dez. 2013. Disponível em: <http://www.atoz.ufpr.br>. Acesso em: 15 de setembro de 2016.

SPITZCOVSKY, D. Certificação LEED: tudo sobre o principal selo de construção sustentável do Brasil. Planeta Sustentável. 31 jan. 2012. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/certificacao-leed-o-que-e-como-funciona-o-que-representa-construcao-sustentavel-675353.shtml>>. Acesso em 15 de setembro de 2016.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. da S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ac/v14n1/v14n1a12.pdf>. Acesso em: 17 de setembro de 2016.

RIGHI, Débora Pedrosa, KÖHLER, L.G, LIMA, R. C. A. de, NETO, A. B. da S. S., MOHAMAD, G. Cobertura verde: um uso sustentável na construção civil. MIX Sustentável. Edição 04 | 2016. Disponível em: <http://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/1514/887>. Acesso em: 19 de setembro de 2016.

