

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**ANÁLISE DAS VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS DE AMBIENTES
URBANOS E RURAIS DO MUNICÍPIO DE POMBAL - PB**

ESTEFÂNIA DE SOUSA SOARES

**POMBAL – PB
2014**

ESTEFÂNIA DE SOUSA SOARES

**ANÁLISE DAS VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS DE AMBIENTES
URBANOS E RURAIS DO MUNICÍPIO DE POMBAL - PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira

**POMBAL – PB
2014**

ESTEFÂNIA DE SOUSA SOARES

**ANÁLISE DAS VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS DE AMBIENTES
URBANOS E RURAIS DO MUNICÍPIO DE POMBAL - PB**

Monografia aprovada em 01 de abril de 2014.

Prof^a Msc. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira (Orientadora)
UFCG / CCTA

Prof^a Dr^a. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro (Examinador Interno)
UFCG / CCTA

Msc. Valner da Silva Nogueira (Examinador externo)
UFCG

Dedico este trabalho a minha família (pais e irmãos) e ao meu noivo Cícero Soares da Silva por todo estímulo e paciência nessa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom da vida, por estar sempre me ensinando o caminho certo, me concedendo bênçãos e ter feito com que eu chegasse até aqui e concluir mais esta etapa.

Agradeço aos meus pais Edimilson Soares de Sousa e Safira de Sousa Soares e aos meus irmãos pela dedicação e incentivo nessa fase da minha vida.

Ao meu noivo Cícero Soares da Silva pelo incentivo, amor, dedicação e paciência ao longo dessa caminhada.

A todos os professores da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental – UACTA/CCTA/UFCG - Campus de Pombal pelos conhecimentos que me foram transmitidos.

Agradeço em especial a Professora orientadora Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira pela competência e paciência durante todo o período.

A todos que fazem parte da Unidade de Ciências e Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - Campus de Pombal.

A minha amiga e companheira de estudo Maria de Fátima Araújo Alves por sua colaboração.

E a todos que contribuíram para a minha formação e a realização deste trabalho de maneira direta ou indireta.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

O crescimento urbano desordenado resulta em modificações no clima local, principalmente devido à substituição da vegetação nativa por construções e pavimentações gerando sérios problemas ambientais os quais prejudicam a qualidade de vida das pessoas. Um dos maiores problemas são referentes às altas temperaturas registradas nas cidades. A análise conjunta do clima de áreas muito urbanizadas com as que ainda apresentam-se pouco urbanizadas em seu entorno auxiliam no entendimento do quanto à modificação antrópica pode alterar o microclima local. Diante do exposto este estudo teve como objetivo compreender o comportamento dos parâmetros climáticos no âmbito de suas especificidades, tendo em vista elementos de comparação e relação entre os processos climatológicos direcionados à ambientes de pouca e intensa urbanização no município de Pombal-PB. As medidas foram obtidas através dos aparelhos Anemômetro digital com termômetro Impac IP-720 e Anemômetro Termohigro Luxímetro Digital LM-8000 Lutron. Pôde-se perceber a partir dessa pesquisa variações dos elementos meteorológicos nos pontos observados em diferentes estações do ano; comprovando que a urbanização influencia no microclima local acarretando sérios problemas; e que o conhecimento do comportamento desses elementos certamente contribuirá para um melhor planejamento urbano, visando à melhoria da qualidade ambiental.

Palavras-chave: Crescimento urbano; Planejamento urbano; Qualidade ambiental.

ABSTRACT

The disordered urban growth results in changes in the local climate, mainly due to the replacement of native vegetation by buildings and generating tessellations environmental problems which impair the quality of life of people. One of the biggest problems are related to high temperatures registered in the cities. The joint analysis of the climate of very urbanized areas with those that are still little urbanized areas in their surroundings help in understanding how the anthropogenic modification can change the local microclimate. Given the above exposed this study aimed to understand the behavior of climatic parameters in the context of their specific characteristics, considering elements of comparison and relationship between climatological processes directed to low environments and intense urbanization in the municipality of Pombal-PB. The measurements were obtained through the digital Anemometer thermometer devices Impac IP-720 and Termohigro Luxímetro Digital Anemometer LM-8000 Lutron. It might realize from this search variations of meteorological elements observed points in different seasons of the year; proving that the urbanization influences on the local microclimate causing serious problems; and that knowledge of the behavior of these elements certainly will contribute to a better urban planning, aimed at improving environmental quality.

Keywords: Urban growth; Urban planning; Environmental quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perfil Clássico das Ilhas de Calor Urbano	7
Figura 2 - Temperatura máxima no outono	13
Figura 3 - Temperaturas máxima no inverno.....	14
Figura 4 - Temperaturas máxima no primavera	15
Figura 5 - Temperatura máxima no verão	16
Figura 6 - Localização do Município de Pombal no Estado da Paraíba	17
Figura 7 - Anemômetro digital com termômetro Impac IP-720	20
Figura 8 - Anemômetro Termohigro Luxímetro Digital LM-8000 Lutron	22
Figura 9 - Local do monitoramento do cenário I	23
Figura 10 - Local do monitoramento do cenário II	23
Figura 11 - Imagem aérea do município de estudo destacando as áreas de intensa e pouca urbanização	24
Figura 12 - Monitoramento do cenário I	28
Figura 13 - Monitoramento do cenário II	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Temperaturas médias no período de 17/05/2013 à 25/05/2013 nas áreas rural e urbana de Pombal – PB	25
Gráfico 2 - Velocidade média dos ventos no período de 17/05/2013 à 25/05/2013 nas áreas rural e urbana de Pombal - PB	30
Gráfico 3 - Temperaturas médias diárias em períodos de inverno, primavera e verão na zona rural	36
Gráfico 4 - Temperaturas médias diárias em períodos de inverno, primavera e verão na zona urbana	36
Gráfico 5 - Umidades médias diárias em períodos de inverno, primavera e verão na zona rural	38
Gráfico 6 - Umidades relativa diárias em períodos de inverno, primavera e verão na zona urbana	38
Gráfico 7 – Velocidades médias diárias do vento em períodos de inverno, primavera e verão na zona rural	40
Gráfico 8 - Velocidades médias diárias do vento em períodos de inverno, primavera e verão na zona urbana	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dias com as menores temperaturas observadas na área rural no inverno	31
Tabela 2 - Dias com as menores temperaturas observadas na área urbana no inverno	32
Tabela 3 - Dias com as maiores temperaturas observadas na área rural no verão	33
Tabela 4 - Dias com as maiores temperaturas observadas na área urbana no verão	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivos gerais	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. REFERENCIAL TEÓRICO	5
3.1 A relação Homem - Meio Ambiente	5
3.2 Clima urbano	6
3.3 Ilha de calor	7
3.4 Mudanças Climáticas.....	8
3.5 Importância da vegetação.....	9
3.6 A crescente urbanização	10
3.7 Características das estações do ano	12
4. METODOLOGIA	17
4.1 Localização Geográfica da área de estudo.....	17
4.2 Metodologia e Procedimentos	19
4.3 Descrição dos Equipamentos Meteorológicos Utilizados.....	19
4.3.1 Anemômetro digital com termômetro Impac IP-720	19
4.3.2 Anemômetro TermohigroLuxímetro Digital LM-8000 Lutron	20
4.4 Descrição dos cenários observados	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5.1 Análise dos dados meteorológicos nos períodos de monitoramento	25
5.1.1 Período I (17/05/2013 à 24/05/2013).....	25
5.1.2 Período II (03/08/2013 à 22/12/2014).....	30
6. CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

O ser humano durante sua evolução se tornou sedentário. Neste processo de transformação, deu-se início as alterações no espaço natural optando em viver em grupo. Logo culminaram nas aglomerações humanas que deram origem a um espaço construído (JANUÁRIO, 2011).

Desde então o homem vem trocando o meio rural pelo meio urbano. As cidades foram crescendo, na maioria das vezes, de forma muito rápida e desordenada, sem um planejamento adequado de ocupação, provocando vários problemas que interferem na qualidade de vida do homem que vive na cidade (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002).

O Brasil, assim como os demais países da América Latina vem apresentando um acelerado desenvolvimento, associado ao processo de industrialização, como consequência, ocorre à crescente migração da população para as cidades, promovendo o rápido crescimento das áreas urbanas (SANTOS; LIMA, 2013).

As alterações se tornaram tão aceleradas e acentuadas nas cidades que originou um ambiente oposto ao da natureza, com um elevado grau de interferência antrópica precisando ser analisado mais atentamente por todas as ciências (JANUÁRIO, 2011).

Uma das ciências é a Climatologia, uma área interdisciplinar onde se relacionam contribuições de especialistas de diferentes domínios, como, a geografia, arquitetura e o urbanismo, a engenharia e principalmente a meteorologia (LAURENCE, 2003). A Climatologia busca avaliar as condições climáticas em diversas áreas, averiguando o comportamento dos elementos do clima; estuda de maneira aprofundada as alterações climáticas de médio e longo prazo, como também analisa o prognóstico das alterações da atmosfera.

Segundo Nobre (2010), uma das principais preocupações da sociedade contemporânea, em relação às projeções futuras do clima, diz respeito às possíveis mudanças na frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos de curta duração. Ondas de calor, precipitação intensa, enchentes, secas, entre outros extremos climáticos, têm sido motivo de grande interesse dos pesquisadores por causa de seu enorme impacto na população, ocasionando altos custos monetários e, em muitos casos, perdas humanas. A National Oceanic And Atmospheric

Administration – NOAA, publicou em janeiro de 2014 que os EUA gastaram 7 bilhões de dólares com desastres de tempo e clima em 2013.

A dinâmica dos fatores meteorológicos, se procede de maneira diferente do ritmo esperado, devido à interação que existe entre tais elementos e o ambiente urbanizado, gerando assim o denominado Clima Urbano (MONTEIRO, 1976). Segundo o mesmo autor, abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização, é um sistema complexo, aberto e adaptativo, que ao receber energia do sistema maior no qual está inserido, transforma essa energia, transportando-a ao ambiente.

O autor ainda acrescenta que a cidade gera um clima próprio, que é denominado de clima urbano, este é resultante da intervenção de todos os fatores que se processam sobre a camada urbana e que atuam no sentido de modificar o clima em escala local. Suas implicações de forma mais diretas são percebidas pela população através de manifestações que são ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida na cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes.

Na estrutura urbana destacam-se, dentre outros fatores, a grande aglomeração de edificações, as pavimentações asfálticas, o adensamento populacional, o intenso fluxo de veículos automotores e a poluição atmosférica causando a diminuição da qualidade ambiental. Quanto maior for o agrupamento nas regiões urbanas maior será a diferença entre o espaço natural e o espaço construído, devido às condições do ambiente urbanizado que favorecem temperaturas mais elevadas. O aumento da temperatura constatado nos centros urbanos na maioria das vezes é originado pela maneira com que estes são construídos, com a ausência de um planejamento adequado e sem um aproveitamento dos recursos naturais existentes na própria cidade para proporcionar o conforto térmico.

Uma medida mitigadora é a presença de vegetação, um elemento essencial, uma vez que proporciona à população um melhor conforto térmico, daí a grande importância de se ter parques naturais inseridos em áreas da cidade. Essa utilização da vegetação é uma das estratégias recomendadas por projetos ambientais que procuram reduzir os efeitos da ilha de calor, da poluição urbana e reduzir o consumo de energia nas cidades (MASCARÓ, 2002).

Duarte (2009) propôs um indicador para o planejamento urbano, que relaciona arborização, densidade e superfícies d'água. Já Abreu e Labaki (2010) avaliando a influência de indivíduos arbóreos na temperatura e umidade relativa do ar concluíram que todas as espécies foram capazes de alterar a sensação de conforto térmico no entorno imediato.

Consideradas por Mascaró (2002) como elementos da estrutura urbana, as árvores, em termos de aspectos paisagísticos, proporcionam embelezamento, direcionamento, identidade e delimitação de espaços. Em termos ambientais, as árvores urbanas contribuem para a redução da erosão; para o controle do clima e economia de energia com o sombreamento para os pedestres e veículos, a retenção da água no solo, o aumento da umidade relativa do ar e a canalização ou obstrução dos ventos; para o controle da poluição sonora com a amortização de ruídos e da poluição atmosférica. Para Milano e Dalcin (2000), as árvores urbanas beneficiam também a saúde do homem ao combater o stress e formar áreas de convívio.

Pivetta e Silva Filho (2002), ainda acrescentam que a vegetação urbana desempenha funções muito importantes nas cidades. As árvores, por suas características naturais, proporcionam muitas vantagens às pessoas que vivem na cidade, sob vários aspectos: proporcionam bem estar psicológico ao homem; melhoram o efeito estético; reduzem o impacto da água de chuva e seu escoamento superficial; auxiliam na diminuição da temperatura, pois, absorvem os raios solares e refrescam o ambiente pela grande quantidade de água transpirada pelas folhas; melhoram a qualidade do ar e preservam a fauna silvestre.

Pombal – PB é o município de estudo, localiza-se na zona fisiográfica do baixo Sertão do Piranhas, sua área territorial é de 888,807 Km², seu bioma predominante é a Caatinga, sua população equivale a 32.110 habitantes, sendo 25.723 da zona urbana e 6.357 na zona rural; tem uma taxa de crescimento anual de 1,86% (IBGE, 2010).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Este estudo tem com objetivo analisar o comportamento dos elementos climáticos a nível local, verificando como as variáveis meteorológicas: temperatura, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos e nebulosidade reagem à ambientes de pouca e intensa urbanização, as possíveis consequências no microclima e compará-las em diferentes estações do ano no município de Pombal – PB.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o comportamento dos elementos climáticos: temperatura, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos e nebulosidade a nível local;
- Verificar o quanto ambientes de pouca e intensa urbanização, em diferentes estações do ano, interferem nos elementos meteorológicos;
- Identificar as possíveis consequências do processo de urbanização no microclima local das áreas de estudo;
- Indicar possíveis medidas de mitigação para melhoria do clima urbano.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A relação Homem - Meio Ambiente

Durante muitos séculos o homem e a natureza viveram relativamente de forma harmônica, onde a ação do homem não chegava a atrapalhar a renovação dos recursos naturais. O agrupamento populacional não era um fato preocupante visto que os recursos naturais existentes eram suficientes para à sobrevivência da humanidade (VIANA, 2006).

No entanto, o clima das cidades começou a despertar interesse científico a partir de meados do século XIX quando as cidades industrializadas, especialmente na Inglaterra e França, apresentaram ambientes fortemente degradados. O crescimento das cidades, conjuntamente ao das populações urbanas, introduz novos elementos físicos e químicos na atmosfera, alterando as condições naturais precedentes e originando o clima urbano (LIMA, 2012).

De modo que a Revolução Industrial ocorrida nos séculos XVIII e XIX acarretou um aumento significativo na produção e conseqüentemente no crescimento da população urbana, o que ocasionou uma elevação na taxa de urbanização. Este processo passa a gerar importantes repercussões no ambiente, como a criação de um espaço geográfico artificial para cada local transformado, no qual se desenvolve de maneira imprópria a vida e as condições ambientais (ALVES, 2010).

A preocupação nos dias atuais com relação ao clima das cidades está se intensificando pela grande concentração da população nas áreas urbanas, decorrente do alto índice de migração da população do campo para área urbana, gerando um crescimento desordenado das cidades.

O processo de crescimento urbano impõe um caráter peculiar à baixa troposfera (camada limite), a ponto de produzir condições atmosféricas locais distintas das encontradas em suas áreas vizinhas (ALMEIDA JUNIOR, 2005).

No Brasil, este tipo de clima não é determinado apenas pela quantidade de radiação solar que recebe em virtude da sua posição no globo terrestre, visto que o país está localizado entre os trópicos de Capricórnio e Câncer sendo também cortado pela linha do equador, mas também pelo relevo, pela vegetação e pelas

massas de ar. Ou seja, a própria ação do homem interfere nas variações climáticas (ALMEIDA JUNIOR, 2005).

Santos e Lima (2013) reforçam que outro fator relevante diz respeito à latitude da cidade e a influência das estações do ano. Nas latitudes mais próximas do equador terrestre, tendem a ter maior incidência de radiação nas superfícies horizontais.

As variações locais dos elementos climáticos: temperatura do ar, umidade atmosférica, radiação solar, precipitação e ventos, ocasionadas pela modificação no meio ambiente natural, através da urbanização associada ao não ajustamento da cidade às condições naturais, criam um clima típico de ambientes artificiais, o denominado clima urbano (ALVES, 2008).

3.2 Clima urbano

O ser humano com a capacidade de transformar a natureza criou os centros urbanos. O acondicionamento dos prédios, casas, avenidas modificam e interferem na circulação do ar no ambiente. Segundo Andrade (2005), o ambiente urbano engloba componentes naturais, construídos, econômicos e sociais, podendo ser abordado segundo pontos de vista muito diversos.

Com a expansão territorial urbana o ambiente natural é modificado. Ao construir as cidades os agentes sociais introduzem novos equipamentos e materiais neste ambiente causando modificações no clima local. As transformações produzidas pelo homem na atmosfera urbana afetam o balanço de energia e o balanço hídrico. O espaço urbanizado modifica o albedo, pois os materiais utilizados possuem propriedades radiativas distintas das encontradas em um ambiente não antropizado (LIMA, 2011).

Conti (1998) afirma que o mecanismo do clima urbano pode ser entendido como um sistema aberto, onde circulam fluxos de energia, sofrendo processos de absorção, difusão e reflexão. No processo de urbanização, a retirada da camada de vegetação substituída por áreas construídas, faz com que o solo retenha menor quantidade de energia, aumentando a refletância. A radiação que incide sobre os edifícios se acumula na forma de energia durante o dia e é liberada durante a noite para a atmosfera, alimentando a ilha de calor urbano.

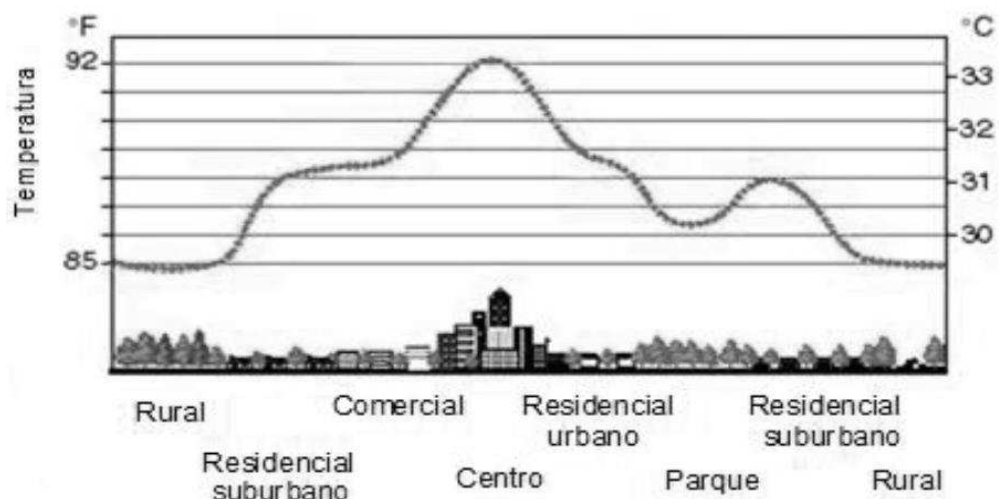
O Sistema Clima Urbano possui ainda uma resultante que pressupõe elementos que caracterizam a participação urbana no desenvolvimento do sistema. Observada a devida complexidade de se analisar estes elementos, faz-se imprescindível uma simplificação classificatória que foi expressa nos canais de percepção humana. A poluição atmosférica, as ilhas de calor e inundações tomam destaque perante os climas urbanos, refletindo suas peculiaridades (LIMA, 2012).

3.3 Ilha de calor

As mudanças climáticas podem ser atribuídas direta ou indiretamente às atividades humanas que impactam e alteram a composição da atmosfera. Também podem ser resultantes de forças naturais externas, como variáveis orbitais da Terra, emissão solar e outros processos naturais internos do sistema climático terrestre. As consequências são a formação de “ilhas de calor” nestes centros, que se constitui de temperaturas mais elevadas do que as áreas periféricas ou pouco construídas (CALIJURI; CUNHA, 2013).

Pode-se visualizar tais ilhas como uma bolha de calor que permanece estacionária sobre as cidades verticalizadas e em áreas mais densas. Esse fenômeno tem sido notório em praticamente todo o mundo. Como mostra na Figura 1 a temperatura vai diminuindo gradativamente conforme aumenta a distância do centro da área urbana. O limite entre a área urbana e a área rural é representado pela queda brusca de temperatura (LEAL, 2012).

Figura 1 - Perfil Clássico das Ilhas de Calor Urbano



Fonte: Luciana Leal (2012).

Lopes (2011) afirma o que acontece nos centros urbanos, esses materiais que compõem a superfície, apresentam uma capacidade muito grande de absorver energia durante o dia. Com o fim do período de insolação, essa superfície tende a liberar lentamente essa energia para a atmosfera, mantendo as temperaturas das primeiras horas da noite tão altas quanto durante o período de insolação. Esse fenômeno é um exemplo de Ilha de Calor.

O calor excedente é decorrente do adensamento das construções, dificultando a circulação atmosférica e principalmente da emissão constante de gases poluentes dos veículos e atividades industriais, o que causa danos irreversíveis ao meio ambiente, à saúde humana e à qualidade de vida (LANDSBERG, 2006).

3.4 Mudanças Climáticas

A avaliação das adversidades climáticas representa um dos grandes desafios no cotidiano da sociedade contemporânea. Os elementos climáticos têm provocado grandes impactos negativos na superfície, atingindo a vida do homem de maneira direta e indireta gerando inúmeras transformações.

Essas mudanças incididas nos elementos do clima fazem com que a cidade gere seu próprio clima, este resultante da influência das indústrias, da circulação de veículos, da retirada da vegetação, da pavimentação asfáltica e concreto, que agem de maneira direta alterando o clima em escala local (ALVES, 2010).

Mendonça e Oliveira (2007) definem os elementos climáticos pelos atributos físicos que representam as propriedades da atmosfera geográfica de um dado local. Os mais comumente utilizados para caracterizar a atmosfera geográfica são a temperatura, a umidade, a pressão, vento, nebulosidade, ondas de calor e frio entre outros.

O aquecimento do planeta Terra é o maior desafio ambiental do século 21, tendo em vista o aumento da temperatura média mundial que já subiu 0,7º C nos últimos cem anos. Os cientistas asseguram que as principais causas desse fenômeno, que pode aumentar e colocar em risco toda a vida na Terra nas próximas décadas é a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e a queima das florestas tropicais, como a Amazônia (GREENPEACE, 2006).

É correto afirmar que o planeta Terra tem passado, ao longo de sua história geológica por amplas transformações climáticas. No entanto, há evidências científicas cada vez mais fortes de que as mudanças mais recentes não são variações naturais, mas estão relacionadas com um aumento na temperatura da Terra (JURAS, 2008).

Nas áreas urbanas os sistemas naturais são os que mais sofrem alterações, causadas pela ação antrópica, principalmente por conta dos elementos que constituem a cidade, como: remoção da cobertura vegetal, impermeabilização do solo através de espessas camadas asfálticas e de cimento, que impossibilitam a infiltração da água das chuvas, modificando o regime de escoamento superficial e de evaporação d'água do solo, o que implica na redução da umidade relativa do ar (CORRÊA, 2012).

A atmosfera da cidade é menos úmida do que a da zona rural, mas ocorrem variações neste quadro geral, pois durante o dia existe maior probabilidade de o ar na zona rural adquirir vapor d'água devido à presença de vegetação e por ser o solo mais permeável. Por outro lado, durante a noite a zona rural tem queda na temperatura de maneira mais rápida, deixando o ar saturado e impedindo a evaporação, até que a água presente no ar próximo à superfície vai diminuindo à medida que atinge o ponto de orvalho (CORRÊA, 2012).

A umidade relativa do ar, que segundo Ayoade (2004) é a razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra de ar e a quantidade que o mesmo volume de ar pode conservar na mesma temperatura e pressão quando saturado. Portanto é um importante indicador sobre a qualidade do ar e o conforto térmico.

3.5 Importância da vegetação

A vegetação pode ser entendida como um agrupamento de plantas derivadas de certo lugar, que se localizam em uma determinada área terrestre sob condições favoráveis para o seu desenvolvimento. Segundo Gomes e Amorim (2003) é um importante componente regulador da temperatura urbana, pois absorve com muito mais facilidade a radiação solar que é utilizada nos seus processos biológicos: fotossíntese e transpiração.

As plantas auxiliam na umidificação do ar através do vapor d'água que as mesmas liberam no ambiente, estabilizando os efeitos do clima local. São um

importante indicador geoambiental, pois sofrem influencia dos fatores climáticos, edafológicos e bióticos. Exercem importante papel na estabilização dos geoambientes, visto que protegem o solo dos processos erosivos, facilita a distribuição, infiltração e acúmulo das águas pluviais e influencia nas condições climáticas do ambiente (ALMEIDA, 2012).

Os fatores relacionados ao clima urbano, bem como a presença da vegetação, são de grande valia, uma vez que contribuem de forma significativa ao estabelecimento dos microclimas. Segundo Almeida Junior (2005), microclima corresponde às condições de uma superfície realmente pequena, ou seja, ao clima de escala. Pode-se considerar dois tipos de microclimas: microclima natural que corresponde a superfície de ordem 10 m a 100 m; e, microclima de planta o qual é caracterizado por variáveis climáticas (temperatura, radiação) medida por aparelhos instalados na própria planta.

A temperatura do ar e a umidade, assim como as ações do vento, são sem dúvida, condicionantes importantes que agem na sensação ou não de conforto pelo corpo. As condições climáticas do lugar onde se habita também irão favorecer na determinação do conforto, uma vez que a temperatura e umidade do ar terão comportamentos diferenciados de acordo com o clima específico de cada lugar (ALMEIDA JUNIOR, 2005). O autor ainda acrescenta que a importância de se estudar o conforto térmico em zonas arborizadas reside no fato desses locais proporcionarem à população condições de bem estar. Estas condições se expressão sobretudo através da presença de vegetação, que é um condicionante fundamental no estudo da temperatura urbana.

O conforto térmico é uma necessidade real do ser humano que, intuitivamente, sempre procurou um abrigo para se proteger das condições climáticas a que está exposto. No entanto, o desenvolvimento da construção civil provocou mudanças nas exigências do homem, que passou a admitir o conforto ambiental como plano secundário (SANTO; PIMENTEL, 2012).

3.6 A crescente urbanização

A pavimentação ou revestimento do solo, ou ainda, a permeabilidade deste na malha urbana em geral é ordenado para melhorar os passeios públicos, que tem

modificado nos dias atuais as paisagens, e muitas vezes são esquecidos os indicadores do conforto ambiental inerente a tais revestimentos.

As áreas urbanas apresentam uma grande diversidade de tipos de superfície, devido à substituição de elementos naturais por elementos artificiais, e isso interfere na estrutura do meio ambiente podendo provocar alterações no balanço de energia urbana, vento, temperatura, umidade do ar, resultando em problemas ambientais (ALVES; VECCHIA, 2012).

De acordo com Jardim (2007) as propriedades de armazenamento e condução de calor dos materiais influenciam largamente a temperatura dos mesmos. Deste modo é de suma importância conhecer a natureza dos materiais da superfície para conhecer o albedo, que segundo Nunes et al. (2010), é entendido como a proporção entre a luz do sol recebida e a refletida por uma determinada superfície. Quando o solo possui um baixo albedo e uma alta condutibilidade, o microclima resultante é suave e estável, uma vez que o excesso de calor absorvido é armazenado rapidamente e, ao diminuir da temperatura, este é rapidamente devolvido ao meio. O autor ainda acrescenta que as superfícies vegetadas absorvem e irradiam menos calor em relação às superfícies pavimentadas e asfaltadas, estas características deixam o ambiente mais quente.

Os autores Alves e Vecchia (2012) afirmam que estrutura do ambiente urbano absorve e emite uma quantidade maior de energia em relação a áreas rurais, pelo fato de que os materiais típicos de uma superfície urbana apresentam, em média, menor albedo, menor capacidade térmica e maior condutividade de calor.

A crescente urbanização observada no Brasil desde o início da década de 1960, associada à necessidade de sistemas adequados de transporte coletivo e o aumento da motorização individual, tem levado aos grandes centros urbanos o congestionamento de tráfego e a poluição por veículos automotores e, conseqüentemente o aquecimento do ambiente urbano (DERISIO, 2007).

O crescimento arrebatador das cidades originou mudanças radicais não apenas à forma física da cidade como também ao ser humano, que passou a perceber as modificações do meio ambiente que foram geradas por ele.

Dentre as principais causas de degradação ambiental, podem-se apontar as frequentes alterações no meio em virtude do não planejamento no uso da terra, sendo este acima da capacidade de suporte do solo. Segundo Oliveira (2007) o crescimento desordenado dos municípios vem provocando profundas modificações

nos ambientes, enfraquecendo continuamente os sistemas naturais que asseguram a vida na Terra.

A expansão das cidades nos últimos anos dirigiu-se para além dos limites impostos pela legislação ambiental. De acordo com Barros et al (1995) a lei de uso e ocupação do solo, que regulamenta a utilização do solo em todo o território municipal, é de competência exclusiva do município por tratar de matéria de interesse local.

O município de Pombal – PB está inserido em um processo de ocupação e crescimento urbano nos últimos anos, processo este que trouxe alguns impactos. Dentre eles, impactos negativos no que diz respeito ao uso do solo, uma vez que os empreendimentos de construção civil estão cada dia mais acentuados na cidade.

O planejamento das florestas urbanas que contempla a criação de parques, bosques e arborização de ruas é uma das medidas mais eficientes que promovem mudanças principalmente no microclima urbano. Seu planejamento deve ser realizado levando-se em consideração as concentrações de serviços urbanos que geram microclimas que caracterizam as ilhas de calor, com maior necessidade de concentração da vegetação (LEAL, 2012).

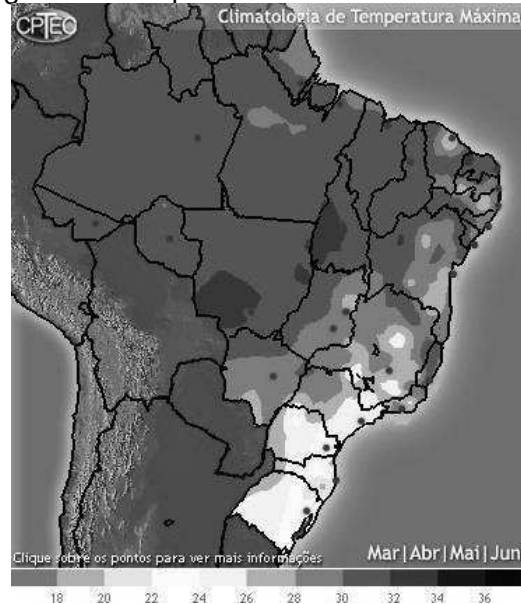
3.7 Características das estações do ano

O Outono inicia-se em Março, é uma estação de transição entre o verão e inverno, que verifica características de ambas, ou seja, mudanças rápidas nas condições de tempo, maior frequência de nevoeiros e registros de geadas em locais serranos das regiões Sudeste e Sul. Nota-se uma redução das chuvas em grande parte do País, com o registro dos maiores totais de chuva, superiores a 700 mm, no extremo norte das regiões Norte e Nordeste e no Leste do Nordeste, onde se inicia o período mais chuvoso. No restante do País, predominam totais de chuva entre 150 mm e 400 mm.

A FIG. 2 mostra a climatologia das temperaturas máximas da estação do outono. Nas Regiões Sul, Sudeste e parte da região Centro-Oeste do Brasil, as temperaturas tornam-se mais amenas devido à entrada de massas de ar frio, com temperaturas mínimas que variam entre 12 °C a 18 °C, chegando a valores inferiores a 10 °C nas regiões serranas. Nestas mesmas áreas, as temperaturas máximas oscilam entre 18 °C e 28 °C. Nas regiões Norte e Nordeste, as temperaturas são

mais homogêneas, a mínima variando em torno de 22 °C, e a máxima variando entre 30 °C e 32 °C (CPTEC, 2014).

Figura 2 - Temperatura máxima no outono



Fonte: CPTEC (2014).

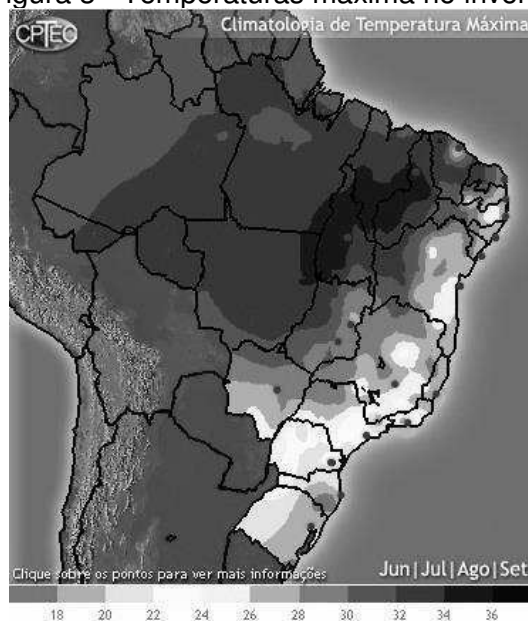
O Inverno inicia-se no mês de junho. Nesta estação, que compreende os meses de junho, julho e agosto, as temperaturas são climatologicamente amenas. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, este trimestre é considerado o menos chuvoso do ano no que se refere a distribuição de chuvas. Neste período, o principal sistema meteorológico é a frente fria. Este sistema é, geralmente, de fraca intensidade, embora possa ocorrer a passagem de algum sistema frontal mais intenso, causando chuvas generalizadas nas regiões Sul e Sudeste. Após a passagem de frentes frias, observa-se a entrada de massas de ar frio que, dependendo da sua trajetória e intensidade, provocam queda de temperatura e ocasionalmente geadas em locais serranos como mostra a FIG. 3.

Localidades como Campos do Jordão, Itapeva, São Antônio do Pinhal e muitas outras cidades, situadas em lugares altos no Estado de São Paulo, registram valores negativos de temperatura. Outro aspecto meteorológico que se observa durante o inverno, são as constantes inversões térmicas que causam nevoeiros e neblinas. Estas inversões, muitas vezes, permanecem durante o período da manhã. O nevoeiro consiste na existência de gotículas d'água que flutuam no ar e reduzem a visibilidade a menos de 1000 m. Além da redução da visibilidade, outro fator

importante é o alto índice da umidade relativa do ar, cujos valores alcançam até 98% no período da manhã.

O contrário ocorre no período da tarde, após a dissipação do nevoeiro, quando o índice da umidade relativa do ar diminui consideravelmente, chegando a registrar valores de até 40%. O ar seco e o vento calmo favorecem a formação da bruma - substâncias sólidas suspensas na atmosfera, tais como poeira e fumaça - poluindo o ar (CPTEC, 2014).

Figura 3 - Temperaturas máxima no inverno



Fonte: CPTEC (2014).

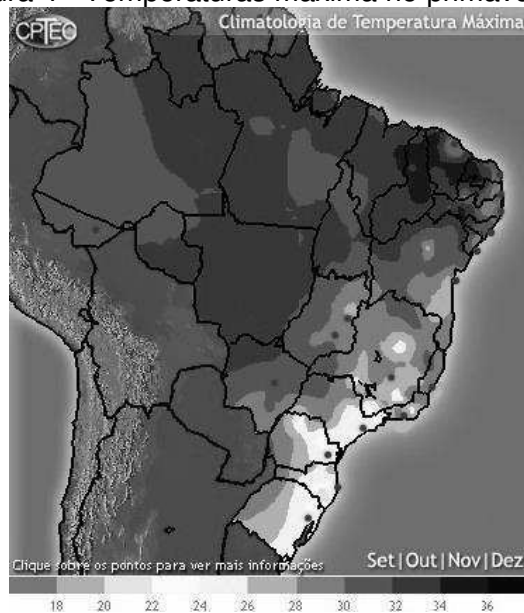
A primavera inicia-se em setembro. Com a chegada da nova estação, há uma mudança no regime de chuvas e temperaturas na maior parte do Brasil. Nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, as chuvas passam a ser mais intensas e frequentes, marcando o período de transição entre a estação seca e a estação chuvosa. Durante a primavera, iniciam-se as pancadas de chuva no final da tarde ou noite, devido ao aumento do calor e da umidade que se intensificam gradativamente no decorrer desta estação.

Em algumas ocasiões, podem ocorrer raios, ventos fortes e queda de granizo. Na região Sul ocorrem poucas alterações nos totais mensais de chuva, sendo o regime praticamente uniforme ao longo de todo o ano. Contudo, aumenta a ocorrência de raios e de “complexos convectivos”, sistemas que provocam grande

quantidade de chuva em períodos relativamente curtos. No trimestre setembro, outubro e novembro, a maior parte da região Nordeste encontra-se na sua estação seca, exceto no sul dos Estados do Piauí, Maranhão e no oeste da Bahia. No centro-sul da região Norte, o período chuvoso inicia-se nos meses de outubro e novembro, com o aumento gradativo das pancadas de chuvas e trovoadas.

Na primavera, as temperaturas aumentam gradativamente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. No Brasil Central, as temperaturas máximas podem atingir valores muito elevados em função da forte radiação solar e da maior frequência de dias com céu claro. Contudo, neste período, ainda podem ocorrer incursões de massas de ar frio intensas e que podem causar declínio acentuado da temperatura no centro-sul do País. Como mostra a FIG. 4 nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil, há pouca variação de temperatura ao longo do ano (CPTEC, 2014).

Figura 4 - Temperaturas máxima no primavera



Fonte: CPTEC (2014).

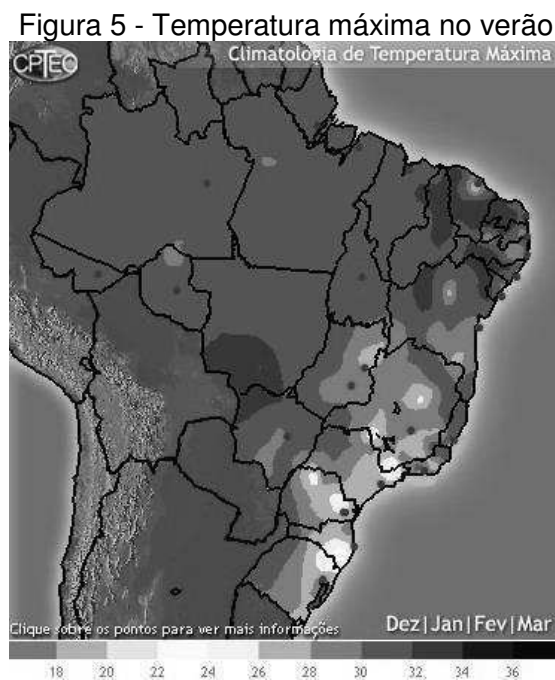
O Verão inicia-se em dezembro, no Hemisfério Sul. A expressão verão vem do latim vulgar (*veranum*, i.e., *veranuns tempus*).

Esta estação engloba também os meses de janeiro, fevereiro e março, com pico em janeiro, mês considerado de alta temporada de férias no Brasil. A estação de verão é caracterizada, basicamente, por dias mais longos que as noites. Ocorrem mudanças rápidas nas condições diárias do tempo, levando à ocorrência de chuvas

de curta duração e forte intensidade, principalmente no período da tarde. Considerando o aumento da temperatura do ar sobre o continente como mostra a FIG. 5, estas chuvas são acompanhadas por trovoadas e rajadas de vento, em particular nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do País.

Os maiores totais acumulados de chuva concentram-se principalmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e extremo sul do Amazonas com valores médios superiores a 600 mm. Estas chuvas podem estar associadas à passagem de sistemas frontais e à formação do sistema meteorológico conhecido por Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), cuja principal característica é a ocorrência de chuvas por vários dias, resultando em enchentes e deslizamentos de terra.

Na região Nordeste, iniciam-se as chuvas, com valores máximos no mês de fevereiro. Dependendo da qualidade do período chuvoso, esta estação pode ser caracterizada pela ocorrência de “veranicos” (períodos de estiagem com duração de 7 a 15 dias). Na região Sul, as chuvas variam entre 300 mm e 500 mm (CPTEC, 2014).



Fonte: CPTEC (2014).

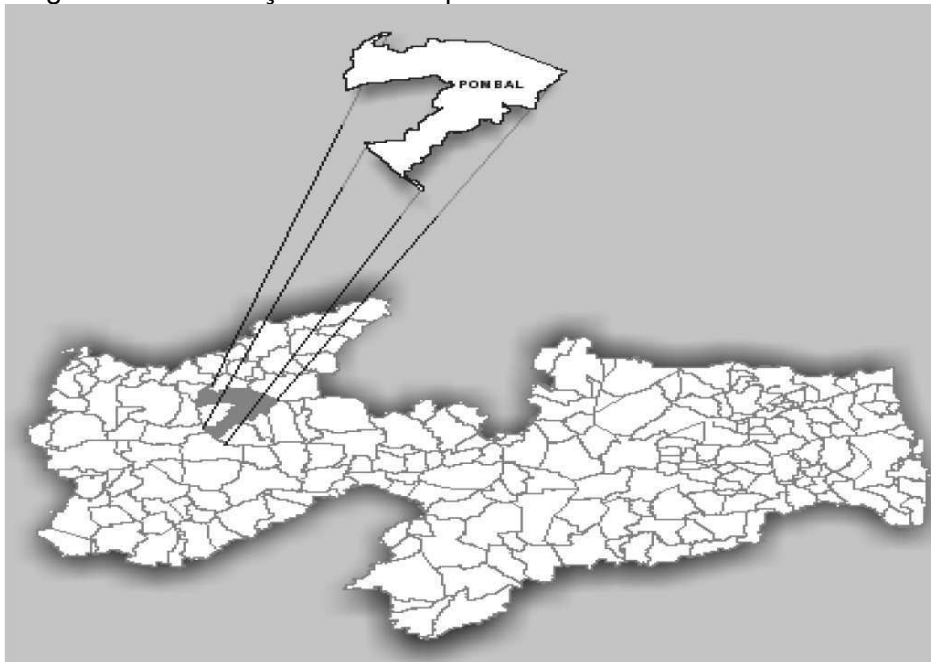
4. METODOLOGIA

4.1 Localização Geográfica da área de estudo

O município de Pombal – PB está situado na região Oeste do estado da Paraíba como mostra a FIG. 6, na denominada Mesorregião do Sertão Paraibano, Micro-Região de Sousa. Essa mesorregião é composta por oitenta e três municípios que se limita ao Norte com o Rio Grande do Norte, ao Sul com o Pernambuco, a Leste com a Mesorregião da Borborema e a Oeste com o Estado do Ceará (ARAÚJO, 2010).

Pombal - PB localiza-se na zona fisiográfica do baixo Sertão do Piranhas, sua área territorial é de 888,807 Km², apresenta coordenadas geográficas Latitude - 6.76° S e longitude -37.8° W, o bioma predominante é Caatinga, possui população equivalente a 32.110 habitantes com 25.723 residente da zona urbana e 6.357 residente na zona rural, a taxa de crescimento anual é de 1,86%, possui o 15º maior IDH da Paraíba, e a expectativa de vida no município é em média 66,2 anos. O município conta 22.342 eleitores, 11.284 domicílios residenciais distribuídos em 17 bairros e 721 estabelecimentos comerciais (IBGE, 2010).

Figura 6 - Localização do Município de Pombal no Estado da Paraíba



Fonte: Araujo (2010).

Limita-se ao Norte com os municípios de Santa Cruz, Lagoa e Paulista; Leste com Condado; sul com São Bento do Pombal, Cajazeiras, Coremas, e São José da Lagoa Tapada; e Oeste, com Aparecida e São Francisco. O acesso é feito a partir do João Pessoa através da rodovia federal BR-230, Leste-Oeste, até São Bento do Pombal em percurso de 401 km, passando por Campina Grande, Juazeirinho, Santa Luzia, Patos, Malta e Condado. A partir de São Bento do Pombal segue-se através da rodovia estadual PB-325, para norte, em trecho de 21 km até chegar a cidade Pombal sede do município de mesmo nome (MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005).

O município está inserido na unidade geoambiental da depressão sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino. A vegetação é basicamente composta por caatinga hiperxerófila com trechos de floresta caducifólia. O clima é do tipo tropical semiárido, com chuvas de verão. Com relação aos solos, nos Patamares Compridos e Baixas Vertentes do relevo suave ondulado ocorrem os Planossolos, mal drenados, fertilidade natural média e problemas de sais; Topos e Altas Vertentes, os solos Brunos não Cálcicos, rasos e fertilidade natural alta; Topos e Altas Vertentes do relevo ondulado ocorrem os Podzólicos, drenados e fertilidade natural média e as Elevações Residuais com os solos Litólicos, rasos, pedregosos e fertilidade natural média (MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005).

Quanto a pluviosidade toda a Região Nordeste apresenta-se irregularmente distribuída ao longo do ano, com duas estações bem definidas, a estação seca e a estação chuvosa. O setor norte da região Nordeste abrange o Ceará e partes do Rio Grande do Norte, Piauí, Maranhão e oeste da Paraíba e de Pernambuco, possui o máximo de chuva no mês de março. Os índices pluviométricos na região Nordeste variam de 400mm/ano (interior) a mais de 2.000mm/ano (litoral) e os quatros meses mais chuvosos estão entre fevereiro e maio. O principal mecanismo de produção de chuva no norte do Nordeste é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A ZCIT é, por consenso, o mecanismo mais importante na produção de chuva, tendo sua posição média aproximadamente em torno de 2° S a 4° S de latitude, nos meses de março e abril, quando ocorre o máximo de precipitação para todo o setor norte do Nordeste e deslocando para 5° S a 6° S em anos mais chuvosos. Entretanto, a posição desse elemento de circulação geral não é por si só um bom precursor das anomalias de precipitação nessa região, apesar de sua permanência mais rápida ou

mais demorada em torno do equador ser um fator importante para a qualidade da estação chuvosa neste setor da região Nordeste (MOLION; BERNARDO, 2000).

4.2 Metodologia e Procedimentos

Os recursos metodológicos utilizados para a construção deste trabalho constituiu-se de revisões bibliográficas, e observação *in loco* para a coleta e análise do perfil de cada ponto de estudo.

As pesquisas de campo foram realizadas nos períodos correspondentes às estações do ano, das 06:00 horas às 18:00 horas em dois pontos, na zona urbana (BR-230) e na zona rural, foram registrados a cada 30 minutos os dados de temperatura, umidade relativa do ar, nebulosidade e velocidade dos ventos. As medidas foram obtidas através dos aparelhos Anemômetro digital com termômetro Impac IP-720 e Anemômetro Termohigro Luxímetro Digital LM-8000 Lutron.

De acordo com os gráficos elaborados no programa Excel da Microsoft foi possível caracterizar os quadros climáticos observados nas determinadas estações na qual foram submetidas à pesquisa, e a partir deles comparar as áreas estudadas nos dias das aferições. Para a interpretação dos dados coletados em campo, foram utilizadas imagens de satélites do aplicativo (Google Earth) dos referidos pontos a serem estudados.

4.3 Descrição dos Equipamentos Meteorológicos Utilizados

4.3.1 Anemômetro digital com termômetro Impac IP-720

O Anemômetro digital com termômetro Impac IP-720 apresentado na FIG. 7, também chamado de termoanemômetro é um medidor destinado a medir a velocidade do ar em movimento (vento) através de sua ventoinha (hélice) e também a temperatura ambiente do ar entre 0 °C e 50 °C através do sensor termopar. O termo anemômetro Impac IP-720 é excelente para pesquisas de ventilação, ar condicionado, aquecimento e monitoramento ambiental.

Este anemômetro digital conta com um circuito micro processado que é conectado a um mostrador de cristal líquido duplo de 31/2 dígitos, com iluminação que permite a visualização de temperatura e velocidade do ar simultaneamente. O

termo anemômetro digital vem com um sensor remoto tipo hélice com cabo flexível, que permite posicionar a hélice para a medição de velocidade de ar no ponto exato em que se deseja, é fornecido com um estojo de proteção para acomodar o medidor de maneira firme, acompanha o manual de instruções em Português e bateria de 9V.

A construção do anemômetro digital Impac IP-720 é compacta, simples e conta com uma proteção lateral para evitar que escorregue da mão com facilidade. Este termo anemômetro também conta com funções de memória de máximo e mínimo para a temperatura bem como a função congelamento de leitura máxima para a velocidade do ar ("peek hold") tendo uma taxa de atualização da leitura entre 0,6 e 2,2 leituras por segundo conforme a unidade de medição de velocidade do ar selecionada (IMPAC, 2014).

Figura 7 - Anemômetro digital com termômetro Impac IP-720



Fonte: Própria autora

4.3.2 Anemômetro TermohigroLuxímetro Digital LM-8000 Lutron

O Anemômetro Termohigro Luxímetro Digital LM-8000 Lutron, é um anemômetro 4 em 1 ou seja, ele é multi função, pode ser usado na função anemômetro para medição de velocidade do ar, na função higrômetro para medição de umidade relativa do ar, na função luxímetro para medir a luz ou iluminância e na função termômetro para medir a temperatura através de um sensor termopar

externo, ele também tem um sensor para temperatura ambiente incorporado para indicar a temperatura no modo anemômetro e higrômetro. O anemômetro multifunção LM-8000 da Lutron possui um mostrador de cristal líquido duplo com possibilidade de visualizar a umidade e temperatura simultaneamente, ou a velocidade do ar e temperatura simultaneamente, ao se optar pelo modo luxímetro o display se inverte automaticamente de maneira a se ter o sensor de luz na parte superior. O anemômetro multifunção LM8000 conta com uma memória de máximo e mínimo para armazenar o maior e menor valor da variável em medição e também dispõe da função congelamento de leitura. Outro ponto a destacar é seu pequeno tamanho e facilidade de transporte e excelente preço aliado a uma grande facilidade de uso.

Anemômetro Digital - Medição de Velocidade do Ar: Quando o Lutron LM8000 é operado no modo anemômetro, é possível usá-lo para medir velocidades do ar entre 0,4 e 30 m/s, podendo visualizar a leitura em uma das 5 unidades de velocidade do ar predefinidas a ser selecionada no painel do anemômetro, ou seja, metros por segundo, quilômetros por hora, milhas por hora, nós (knots) e pés por minuto. Sempre que estiver no modo anemômetro ele também irá mostrar a temperatura ambiente na parte de baixo do mostrador LCD.

Higrômetro Digital - Medição de Umidade Relativa: Higrômetro é mais uma função deste instrumento permitindo medir a umidade relativa do ar funcionando como termohigrômetro digital. O sensor de umidade permite medições desde 10 até 95% UR, com uma precisão de 4% (UR < 70%) e uma resolução de 0,1% UR. O sensor do higrômetro digital é incorporado ao corpo do instrumento, permitindo medições de umidade relativa em uma ampla gama de aplicações.

Termômetro Digital - Medição de Temperatura: O medidor Lutron LM8000 também tem a função de termômetro digital, que na prática pode ser considerado dois termômetros, um com sensor interno que irá medir a temperatura ambiente nos modos higrômetro e anemômetro e outro no modo de medição de temperatura que irá medir com o sensor termopar tipo K opcional, quando operado com o sensor interno a escala é de 0 a 50 °C, já no modo termopar a escala (eletrônica) será de - 100 a 1300 °C devendo ser considerado a escalas do sensor termopar que irá usar FIG. 8 (IMPAC, 2014).

Figura 8 - Anemômetro Termohigro Luxímetro Digital LM-8000 Lutron



Fonte: Própria autora

4.4 Descrição dos cenários observados

Foram realizados monitoramentos em dois pontos, zona rural (Cenário I) e zona urbana (Cenário II) do município de Pombal-PB. As medições foram realizadas de forma simultânea nos dois cenários. O primeiro período correspondente a semana de 17/05/2013 à 24/05/2013 com medições diárias, das 06:00 às 18:00 horas; no segundo período as medidas foram realizadas aos sábados nos meses de agosto de 2013 à fevereiro de 2014 das 06:00 às 18:00 horas.

No cenário I, há a predominância de áreas recobertas por vegetação, e o funcionamento de sítios particulares como principal característica de uso do solo, apresenta pequenas construções e com vegetação caracterizada como mata ciliar conservando as margens do rio que corta o município. Essa área, predominantemente rural FIG. 9, encontra-se relativamente distante da mancha urbana do município. Percebe-se que o ambiente não sofreu alterações significativas pela ação antrópica.

Figura 9 - Local do monitoramento do cenário I



Fonte: Google Earth adaptado pela autora

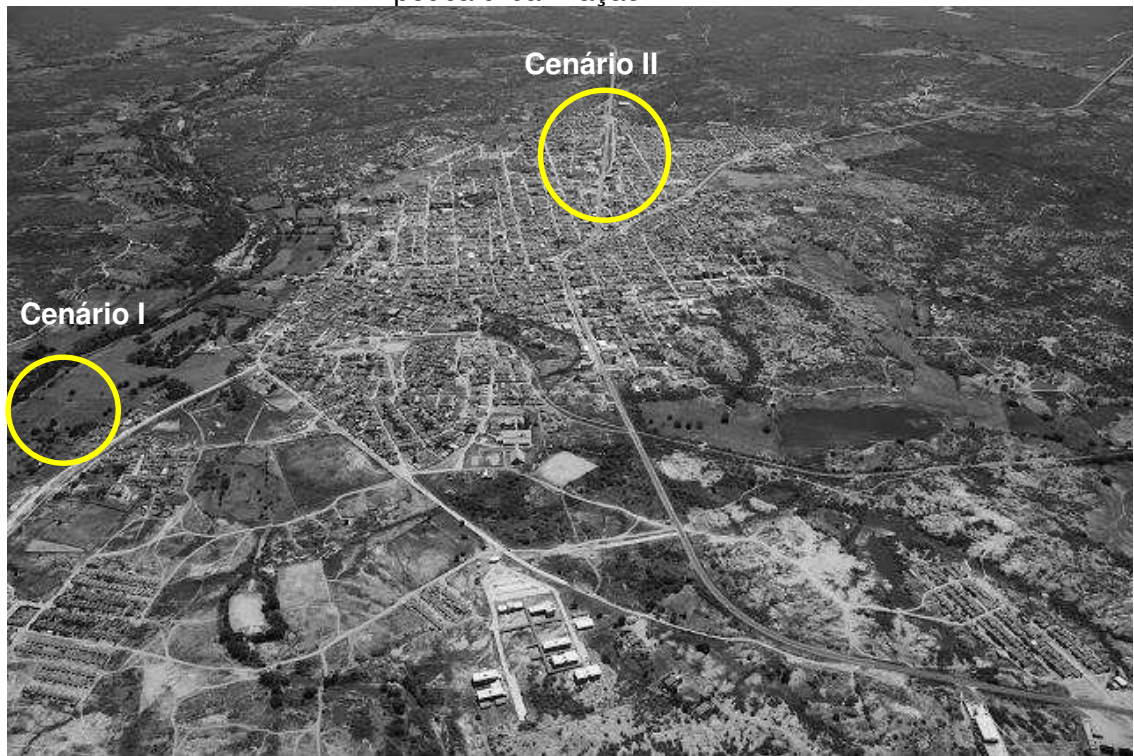
O cenário II como mostra na FIG. 10 apresenta-se com características distintas quando comparado com o cenário I, nesta área encontram-se propriedades peculiares de localidades com intensa urbanização: grandes aglomerações de edificações, pavimentação asfáltica, intenso tráfego de veículos e pouca presença de vegetação.

Figura 10 - Local do monitoramento do cenário II



Fonte: Google Earth adaptado pela autora

Figura 11 - Imagem aérea do município de estudo destacando as áreas de intensa e pouca urbanização



Fonte: Prefeitura de Pombal – PB adaptado pela autora

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise dos dados meteorológicos nos períodos de monitoramento

5.1.1 Período I (17/05/2013 à 24/05/2013)

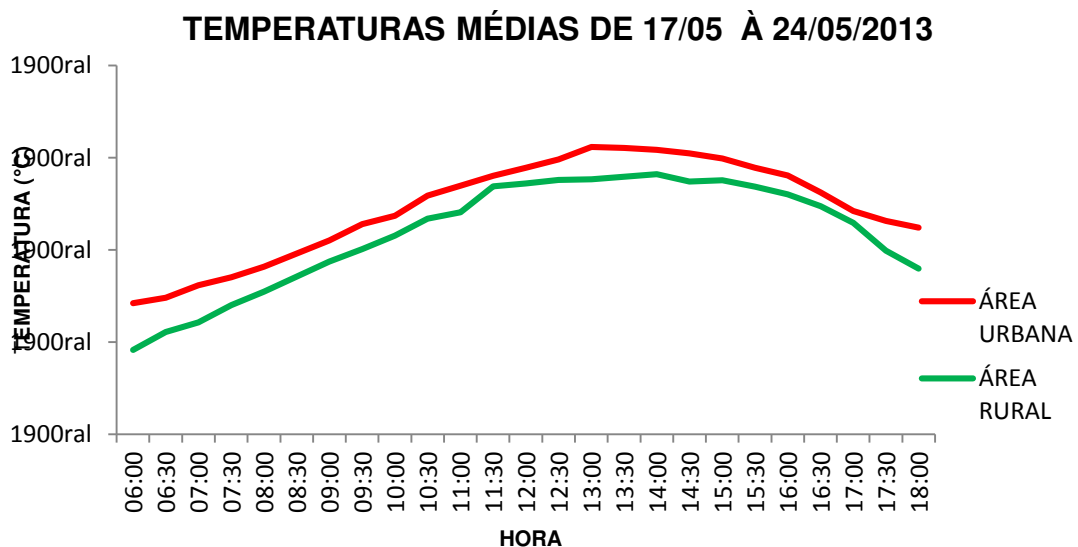
A pesquisa foi dividida em dois períodos em virtude da indisponibilidade de equipamentos. O primeiro monitoramento foi realizado durante uma semana de forma simultânea nos dois cenários estudados, nos dias correspondentes a 17/05/2013 à 24/05/2013 na estação do outono.

Temperatura

A verticalização e a expansão urbana associada ao não ajustamento da cidade às condições naturais de clima, vegetação e relevo, resultam em alterações na dinâmica climática local, caracterizando o sistema clima urbano. Sendo a temperatura um dos elementos climatológicos mais sensíveis às alterações antrópicas, percebe-se uma diferença em seu valor nos dois pontos de análise (JANUÁRIO, 2011).

No GRÁF. 1 observa-se as temperaturas médias para cada horário de observação durante a semana de 17 à 24/05/2013 para os dois ambientes.

Gráfico 1 - Temperaturas médias no período de 17/05/2013 à 25/05/2013 nas áreas rural e urbana de Pombal – PB



A partir dos dados de temperatura pode-se perceber uma significativa diferença entre cada cenário. Neste período, as maiores temperaturas médias foram observadas na área urbana correspondente a 35,6 °C e as menores foram observadas na área rural de 24,6 °C.

Observa-se na área rural um valor quase constante de temperatura entre às 11:00 e 15:00 horas, não apresentando um pico de temperatura. Já na zona urbana a temperatura sobe até atingir um máximo às 13:00 horas.

Para compreender este fato é importante estabelecer alguns aspectos que são relevantes para o entendimento da influência do ambiente sobre as variáveis meteorológicas.

Segundo Silva et al.(2002), após o fim do período de insolação a cidade (densamente ocupada) emite mais radiação térmica (calor); e como existe menor quantidade de vapor d'água no ar essa energia liberada é utilizada para aquecer o ar, (liberando calor sensível). Já nas áreas rurais, vegetadas, ocorre a evapotranspiração, que libera mais vapor d'água na atmosfera. O calor emitido pela superfície na área rural é, portanto, absorvido em maior parte pelo vapor (liberando calor latente) que pelo ar, deixando menos calor disponível para o aquecimento do mesmo. Os autores acrescentam que a cidade mostrou-se mais aquecida nas áreas densamente edificadas devido ao baixo albedo e a baixa transpiração dos materiais de impermeabilização, tais como concreto e asfalto. Estas condições afetam o balanço de energia, deslocando uma parcela maior para o aquecimento do ar, representando um aumento de calor sensível.

Como exemplificado anteriormente, um fator importante que contribui para essas variações de temperatura são as construções em superfície, que segundo Landsberg (2006) a primeira causa para mudanças no clima a nível local é a superfície, onde locais que antes tinham coberturas úmidas, sombreadas com florestas são substituídas por imensas áreas rochosas, com pedras, tijolos e concretos. Isso contribui para a impermeabilização do solo. Outro fator é a produção de calor pela própria cidade, que provém do metabolismo de pessoas e animais, do calor liberado pelas grandes fábricas, como também da combustão em função dos veículos motorizados. E ainda segundo Landsberg (2006), há a influência em relação à composição da atmosfera, modificada por inúmeros poluentes.

Com relação a amplitude térmica que segundo Manoel et al. (2012), é caracterizada pela diferença entre a maior e a menor temperatura do ar registrada

em um determinado período de tempo. Pôde-se perceber a partir dos dados analisados que a área rural apresentou maior amplitude térmica do que na área urbana.

Constatou-se uma variação entre a mínima 24,6 °C e a máxima de 34,1 °C de 9,5 °C na zona rural, enquanto na cidade a amplitude foi de 8,5 °C com mínima de 27,1 °C e a máxima 35,6 °C. Fazendo a diferença entre o cenário I e o cenário II obteve-se um valor de 1 °C de amplitude térmica das duas áreas. A área urbana por ter mais concreto, como explicado por Silva et al. (2002), absorve mais calor não conseguindo perder todo esse aquecimento a noite, apresentando a temperatura mínima maior que da zona rural. Já na zona rural a amplitude térmica foi maior, pois na superfície dessas áreas a noite, a perda de calor para a atmosfera é mais eficiente do que em áreas com predominância de materiais como concreto.

Velocidade dos ventos

O vento é um elemento meteorológico diferente dos demais por se tratar de uma grandeza vetorial para a qual são necessários dois dados para sua caracterização: velocidade e direção. Denomina-se vento a componente horizontal do vetor velocidade do ar, já que as massas de ar podem se deslocar também verticalmente, sendo chamadas de correntes ascendentes e descendentes. Tanto a velocidade como a direção do vento são grandezas instantâneas e pontuais com grande variação espaço-temporal. O transporte de calor associado aos deslocamentos horizontais é chamado de advecção, em oposição à convecção promovida pelos movimentos verticais (SCHENEKEMBER, 2010).

No ponto da área rural escolhido para realizar as medições observado na FIG. 12, onde se percebe que há predominância de vegetações e um rio. A direção dos ventos predominantes era do rio para o ponto de observação (sempre de uma alta pressão para uma baixa pressão). Ayoade (2004) diz que o vento é produzido pela diferença de gradiente de pressão atmosférica, que gera deslocamentos horizontais de massas de ar. Os gradientes de pressão impulsionam o deslocamento do ar de áreas de alta pressão para áreas de baixa pressão.

O sentido de deslocamento do vento é o resultado da diferença de pressão atmosférica entre dois pontos e é influenciado pelos efeitos locais como relevo e rugosidade do solo entre outros obstáculos, por exemplo, vegetação e edificações.

Essas diferenças locais de pressão atmosférica são devidas a um diferencial de aquecimento do ar, relacionado diretamente à radiação solar (SCHENEKEMBER, 2010).

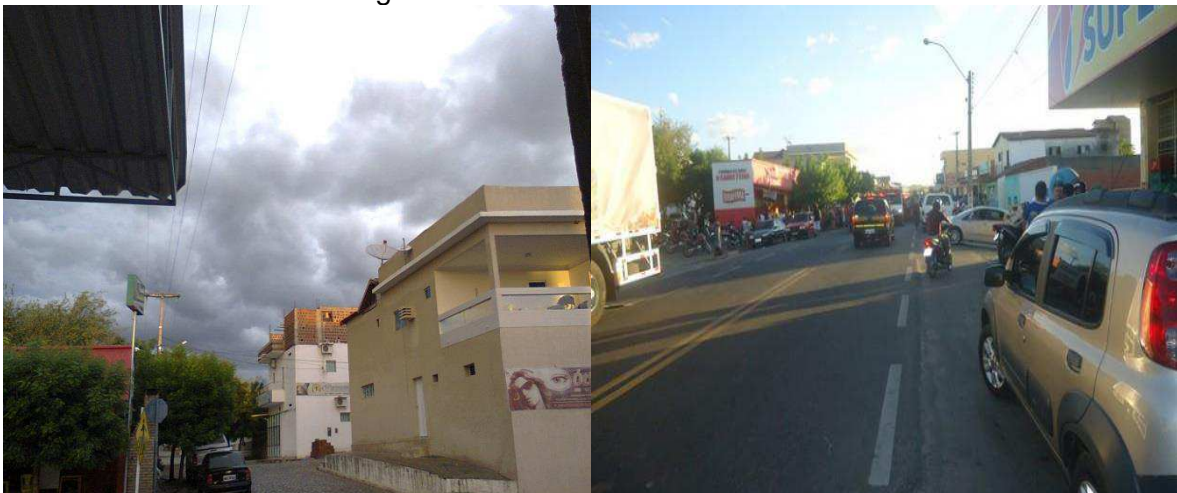
Figura 12 - Monitoramento do cenário I



Fonte: Própria autora

No cenário II, FIG. 13, o ponto escolhido para realizar as medições localiza-se próximo a BR 230, região com propriedades peculiares de localidades com intensa urbanização: grandes aglomerações de edificações, solo impermeabilizado por pavimentação asfáltica, intenso tráfego de veículos e pouca presença de vegetação.

Figura 13 - Monitoramento do cenário II



Fonte: Própria autora

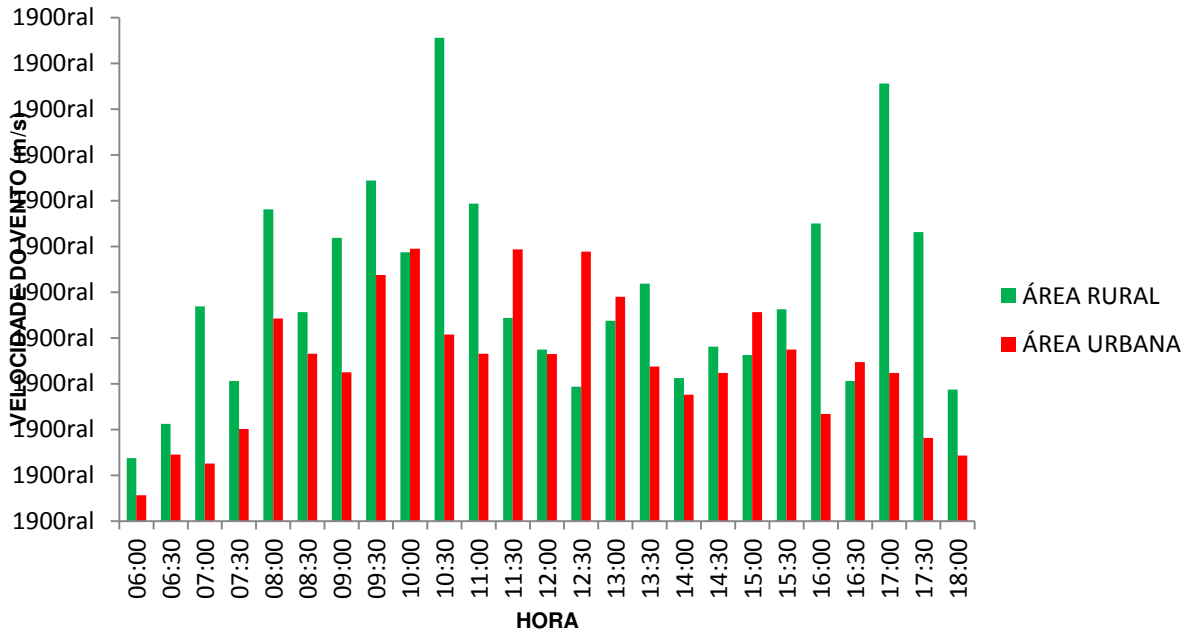
Observa-se no GRÁF. 2 as velocidades médias dos ventos no período de 17/05/2013 à 25/05/2013 nas áreas rural e urbana. Percebe-se que neste período os ventos na área rural foram mais intensos com picos mais elevados nos horários entre 08:00 às 11:00 horas e a tarde entre 16:00 e 17:30 horas, com intensidade média entre 2,1 e 1,3 m/s. Nesse gráfico fica claro a presença da brisa lacustre (brisa formada pela diferença de temperatura entre a terra e a água). À medida que o aquecimento da superfície da terra aumenta, a diferença de temperatura entre as duas superfícies aumenta gerando uma diferença de pressão, isso resulta em um vento que se desloca no sentido do rio para a terra. A terra aquece mais rápido e perde calor com a mesma velocidade. Já a água aquece e perde calor lentamente. O que explica o pico de intensidade mais forte às 11:00 horas. Não teve como mostrar a direção do vento observado. Entre às 12:00 e 16:00 horas as duas superfícies estão ganhando calor, mas a diferença entre ambas é menor, às 17:00 horas a diferença volta a predominar.

Na área urbana a intensidade dos ventos foi mais fraca, quase não apresentou grandes picos comparados com área rural, mantendo-se entre 0,1 e 1,2 m/s, com maior intensidade de 1,2 m/s às 10:00, 11:30 e 12:30 horas. Na área urbana por não ter o contraste entre superfícies diferentes, os ventos são mais fracos e não tem um horário determinado para ocorrer. Nos dois cenários ainda considera-se a presença de nuvens que altera o balanço de radiação e portanto o balanço de energia.

Nesses horários de vento predominante havia presença de nuvens. Em alguns dias encontravam-se nublados, a atmosfera estava mais instável, ressaltando a presença de precipitação no dia 17/05/2013 na área urbana.

Gráfico 2 - Velocidade média dos ventos no período de 17/05/2013 à 25/05/2013 nas áreas rural e urbana de Pombal - PB

VELOCIDADE MÉDIA DIÁRIA DOS VENTOS DE 17/05/2013 À 24/05/2013



5.1.2 Período II (03/08/2013 à 22/12/2014)

O segundo período de monitoramento foi realizado nos meses de agosto de 2013 à fevereiro de 2014. Neste período as observações foram realizadas aos sábados das 06:00 às 18:00 horas com intervalos de meia hora. Portanto, as observações ocorreram durante parte da estação de inverno e nas estações de verão e primavera. As temperaturas variaram entre 22°C e 37°C na zona rural; na zona urbana variaram aproximadamente entre 25°C e 39°C.

As Tabelas 1 e 2 mostram os dias que apresentaram os menores valores de temperaturas observados, que ocorreram no período correspondente ao inverno, nas áreas rural e urbana; as Tabelas 3 e 4 apontam os dias que apresentaram os valores máximos de temperaturas, que ocorreram na estação do verão, nas duas áreas estudadas.

Tabela 1 – Dias com as menores temperaturas observadas na área rural no inverno

TEMPERATURA (°C)			
Hora	03/08/2013	10/08/2013	17/08/2013
06:00	22,2	23,4	24,2
06:30	22,4	24,1	25,4
07:00	23,1	25,2	26,4
07:30	23,9	26,7	26,6
08:00	24,9	26,8	26,8
08:30	25,5	27,3	27,0
09:00	27,1	27,4	27,9
09:30	28,2	28,4	28,9
10:00	28,9	29,2	29,7
10:30	29,6	29,9	30,7
11:00	30,2	30,5	30,9
11:30	31,2	30,8	31,2
12:00	31,6	31,2	31,9
12:30	32,4	31,5	32,0
13:00	32,8	31,9	32,8
13:30	32,9	33,1	33,1
14:00	32,8	33,2	33,7
14:30	33,3	33,4	33,7
15:00	33,6	33,7	33,9
15:30	33,4	34,5	34,4
16:00	32,7	33,8	33,7
16:30	31,8	32,6	32,5
17:00	31,1	31,8	31,9
17:30	30,5	30,6	30,8
18:00	29,8	29,7	29,9

Fonte: Própria autora

Tabela 2 - Dias com as menores temperaturas observadas na área urbana no inverno

TEMPERATURA (°C)			
HORA	03/08/2013	10/08/2013	17/08/2013
06:00	25,5	25,3	26,4
06:30	26,2	26,2	26,5
07:00	26,5	27,0	26,9
07:30	27,0	27,6	27,2
08:00	27,8	28,8	27,9
08:30	28,3	30,3	28,5
09:00	28,9	31,1	29,4
09:30	29,2	31,7	30,3
10:00	29,9	31,9	31,2
10:30	30,2	32,3	31,5
11:00	30,7	32,4	31,7
11:30	31,1	33,9	31,9
12:00	32,5	34,3	34,2
12:30	34,6	34,7	34,5
13:00	34,9	35,1	35,7
13:30	34,9	35,4	36,5
14:00	34,6	35,6	35,0
14:30	33,5	35,0	35,6
15:00	33,4	34,7	34,8
15:30	33,7	34,5	34,7
16:00	33,9	34,1	33,9
16:30	34,3	33,6	33,5
17:00	33,4	33,0	33,3
17:30	33,2	32,5	33,0
18:00	33,1	32,1	32,5

Fonte: Própria autora

Tabela 3 - Dias com as maiores temperaturas observadas na área rural no verão

TEMPERATURA (°C)			
HORA	08/02/2014	15/02/2014	22/02/2014
06:00	26,3	26,1	25,8
06:30	26,8	26,9	26,7
07:00	27,1	27,3	26,9
07:30	27,4	27,8	27,7
08:00	28,8	28,7	27,5
08:30	30,2	29,2	27,9
09:00	30,4	30,1	28,7
09:30	31,1	31,3	29,6
10:00	32,0	31,8	30,8
10:30	32,4	32,6	31,2
11:00	32,9	32,8	31,8
11:30	33,3	33,3	32,5
12:00	33,8	33,9	32,7
12:30	34,4	34,5	33,1
13:00	34,9	34,8	34,2
13:30	35,3	35,2	35,4
14:00	35,6	35,7	35,5
14:30	35,4	36,2	34,6
15:00	35,7	36,6	34,1
15:30	35,6	36,8	33,2
16:00	35,2	35,9	32,4
16:30	34,2	35,8	32,2
17:00	33,3	34,2	33,0
17:30	32,8	32,7	32,3
18:00	32,0	31,2	31,5

← Maior
valor
observado

Fonte: Própria autora

Tabela 4 - Dias com as maiores temperaturas observadas na área urbana no verão

TEMPERATURA (°C)			
HORA	08/02/2014	15/02/2014	22/02/2014
06:00	28,3	27,0	27,0
06:30	28,5	28,1	27,5
07:00	28,8	29,0	28,1
07:30	29,4	31,5	28,8
08:00	30,0	31,8	29,3
08:30	34,3	33,2	30,4
09:00	34,6	33,8	30,9
09:30	35,6	34,6	32,5
10:00	36,2	35,2	32,9
10:30	37,1	35,9	33,5
11:00	37,5	36,2	34,7
11:30	38,0	36,5	34,8
12:00	38,6	36,5	37,4
12:30	38,4	37,0	36,5
13:00	38,3	37,2	38,1
13:30	37,6	37,5	37,5
14:00	37,4	37,6	36,5
14:30	37,4	36,0	35,5
15:00	37,3	35,8	34,4
15:30	37,1	36,1	33,7
16:00	36,9	35,8	33,6
16:30	36,2	35,6	33,5
17:00	35,7	35,1	32,8
17:30	34,6	33,7	33,3
18:00	34,2	32,6	32,1

← Maior
valor
observado

Fonte: Própria autora

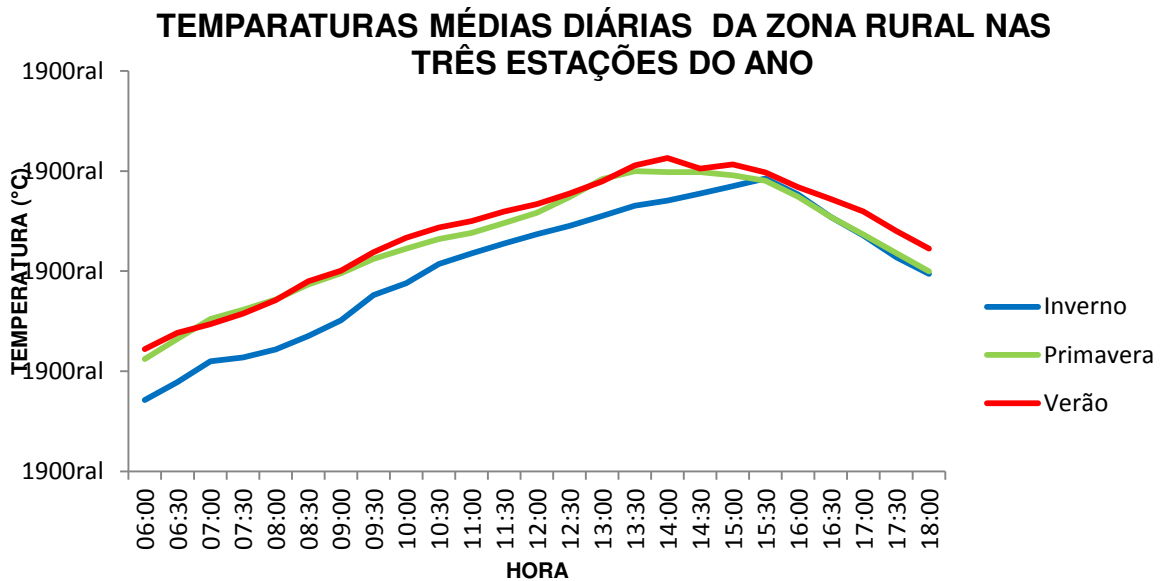
Os GRÁF. 3 e 4 apresentam o comportamento das Temperaturas médias diárias durante as estações de inverno, primavera e verão nos dois cenários.

Observou-se que os maiores valores de temperatura para os dias estudados concentravam-se no perímetro urbano do município de Pombal – PB, mantendo temperaturas médias entre 26,7 °C e 35,7 °C na estação correspondente ao inverno; 28,5 °C e 36,7 °C na estação primavera e valores entre 27,5 °C e 37,7 °C no verão. Para a zona rural as temperaturas variaram entre 23,6 °C e 34,6°C no inverno; 25,6 °C e 34,9 °C para a primavera e 26,1 °C e 35,7 °C na estação do verão.

Portanto, as maiores temperaturas médias apresentaram-se nos períodos correspondentes ao verão, chegando a atingir valores máximos nos horários entre 13:00 e 15:00 horas na área rural, 12:00 e 14:00 horas na área urbana e as menores temperaturas no inverno estre às 06:00 e 07:00 horas em ambas as áreas.

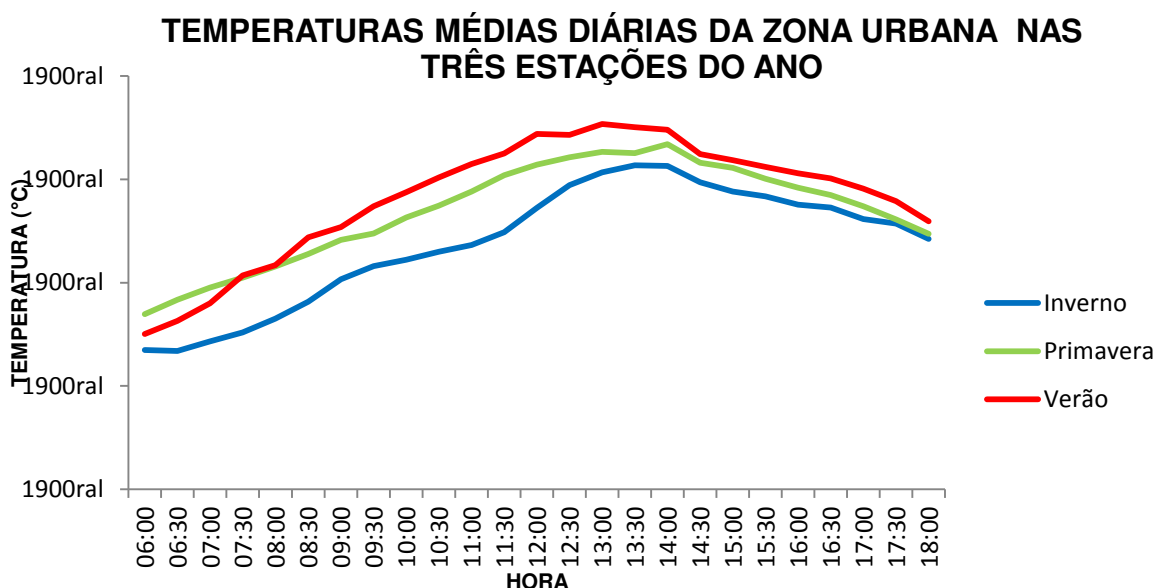
No GRÁF. 3 estão as temperaturas observadas aos sábados. Foram calculadas as médias dos meses referentes as três estações: inverno, primavera e verão para a área rural. O verão é a estação mais quente e o inverno a mais fria, mesmo em Pombal que devido a proximidade com a linha do Equador não se percebe tão fortemente esta diferença como nos locais de latitudes médias, mas há uma diferença média de 1,7 °C entre as duas estações. A estação da primavera é conhecida como uma das estações de transição, no entanto é durante esta estação onde ocorre os máximos de temperatura. No horário das 06:00 às 07:00 horas a temperatura média na primavera nesse pequeno período observado foi maior que as de verão no mesmo horário em média, isso pode ter ocorrido devido a influência da nebulosidade.

Gráfico 3 - Temperaturas médias diárias em períodos de inverno, primavera e verão na zona rural



No GRÁF. 4 estão as temperaturas médias para as três estações observadas na área urbana. É interessante observar que a diferença média entre o verão e o inverno é de 2,2 °C, portanto é maior que a diferença na zona rural de 1,7 °C. Isso se deve ao fato de na zona rural ter mais umidade o que favorece o efeito estufa pelo vapor d'água mantendo as temperaturas mais próximas.

Gráfico 4 - Temperaturas médias diárias em períodos de inverno, primavera e verão na zona urbana



A umidade relativa do ar está intimamente relacionada à temperatura, é outro elemento de grande importância quando tratamos de clima urbano, pois esta amplia a sensação térmica percebida pelos habitantes urbanos e está diretamente associada a outros elementos do clima (LIMA, 2011).

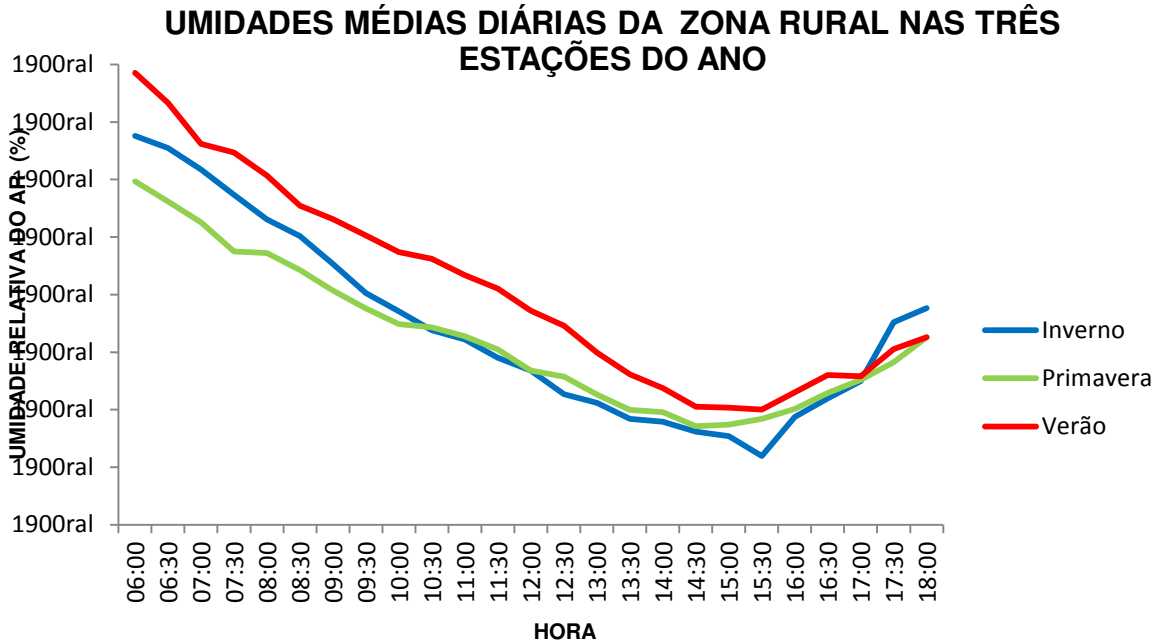
Para a umidade relativa média do ar pode-se observar algumas diferenças entre os pontos analisados. Os maiores valores de umidade relativa do ar foram apresentados na estação de verão para as duas áreas estudadas como já era esperado, pois é a estação que tem maior evaporação. Porém, em alguns horários ambas as áreas exibiram valores de umidade relativa do ar no inverno acima dos valores no verão. Na área rural isso ocorreu nos períodos do fim da tarde a partir das 17:00 h e na área urbana foram encontrados no período da manhã às 10:00 e 11:00 horas, isso pode estar associado ao período curto de dados, a nebulosidade, ou uma configuração local.

A umidade relativa varia nas diferentes horas do dia e épocas do ano, mesmo quando a pressão de vapor permanece constante. Isto é, devido às mudanças diurnas e anuais na temperatura do ar, que determinam a capacidade potencial do ar em conter determinada quantidade de vapor d'água (LEÃO, 2007).

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 (LENDESBERGUE, 2012). Isso explica porque as curvas da umidade relativa do ar são o inverso da temperatura, quando a temperatura é mínima a umidade é máxima e vice-versa.

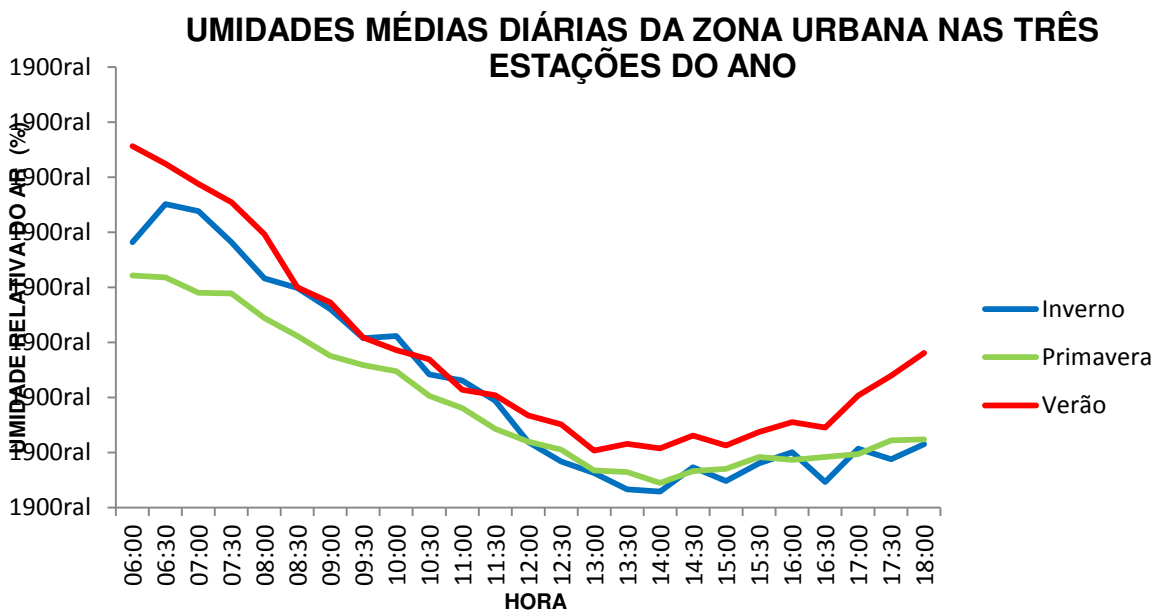
Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS o conforto humano se dá com a umidade relativa do ar em torno dos 60%, analisando os GRÁF. 5 e 6 percebe-se o quanto a zona rural favorece para o conforto humano, em média a umidade relativa do ar da zona rural ficou acima de 6,5% da umidade relativa da área urbana.

Gráfico 5 - Umidades médias diárias em períodos de inverno, primavera e verão na zona rural



A umidade relativa média do ar na área urbana, em comparação com a variação sazonal da umidade na área rural mostra que na cidade por estarmos em anos de seca, o valor de umidade do verão é semelhante ao de inverno, principalmente porque não há fonte de evaporação.

Gráfico 6 - Umidades relativa diárias em períodos de inverno, primavera e verão na zona urbana



Observa-se nos GRÁF. 7 e 8 que os ventos da área rural atingem picos mais elevados nos horários entre 08:00 e 10:30 horas e 12:30 e 14:30, já na área urbana os ventos são fracos se mantendo mais constantes ao longo de todo o dia. Isso ocorre na área rural em virtude da intensa cobertura vegetal, do tipo de solo e da proximidade do rio. Para que se tenha movimento do ar é necessário ter diferença de temperatura, portanto uma superfície quente e outra fria. Por isso, na área rural há existência da brisa, pois o rio serve de “ponto frio” e a superfície da terra como o “setor quente” durante o dia, a noite a brisa gerada deve ser no sentido contrário.

Segundo Batalha (2011) o aquecimento e resfriamento do ar é determinado pelo balanço de radiação da superfície do solo e vegetação. As trocas de calor do ar com as superfícies se dão por condução e convecção, gerando movimentos turbulentos do ar (vento). Junto com o calor, o vento transfere vapor d'água, energia cinética, gás carbônico e outros poluentes. Latitude, altitude e distância de corpos d'água são os fatores importantes que afetam a variação da temperatura. A temperatura de um corpo d'água se altera mais lentamente do que a superfície terrestre porque a água reflete mais radiação, perde calor por evaporação, tem um calor específico alto, e redistribui o calor através de convecção.

Gráfico 7 – Velocidades médias diárias do vento em períodos de inverno, primavera e verão na zona rural

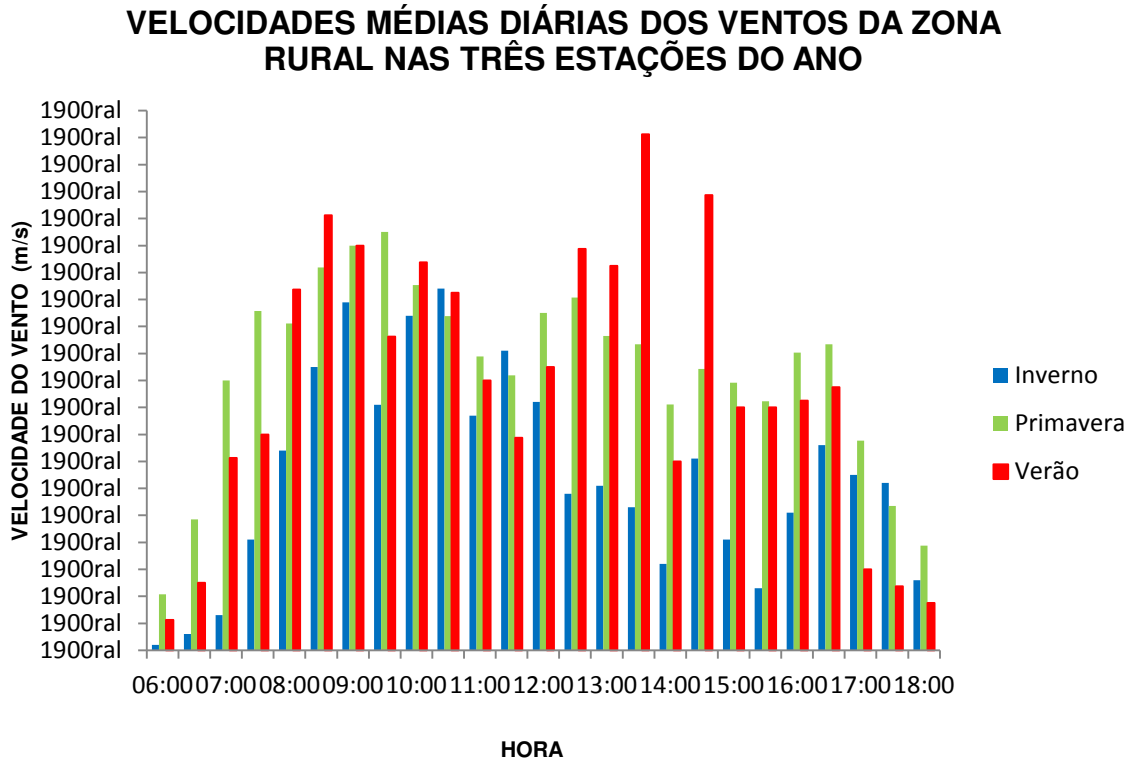
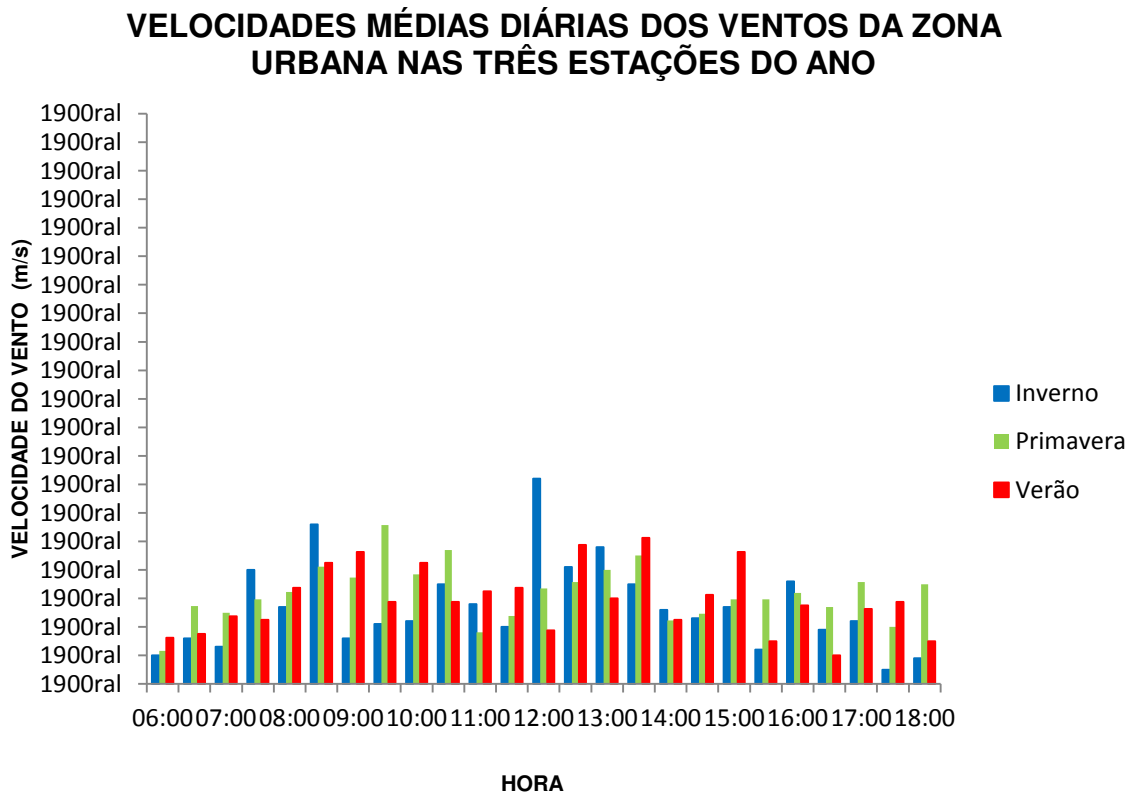


Gráfico 8 - Velocidades médias diárias do vento em períodos de inverno, primavera e verão na zona urbana



6. CONCLUSÕES

Diante dos resultados constatou-se que os maiores valores de temperatura para os dias estudados concentravam-se no perímetro urbano do município de Pombal – PB, em áreas de grandes aglomerações de edificações, pavimentação asfáltica e intenso tráfego de veículo; foram observadas as menores temperaturas na área rural, com intensa presença de vegetação e corpo d'água.

A área urbana apresentou a menor amplitude térmica, devido a cobertura do solo absorver e emitir energia com mais facilidade em relação as áreas rurais, pois, os materiais típicos de uma superfície urbana apresentam em média menor albedo, menor capacidade térmica e maior condutividade de calor.

Constatou-se com as observações que há uma grande homogeneidade sazonal nos valores de temperatura, isso se deve a grande proximidade da cidade de Pombal - PB à linha do Equador, onde o saldo de radiação é normalmente positivo.

Analisando os valores de umidade relativa do ar nos dois cenários e comparando-os nos meses de realização da pesquisa, foi possível perceber que ocorreram diferenças higrométricas sazonais entre a área rural e a área urbana. Os valores de umidade na área urbana se mantiveram abaixo dos valores encontrados na área rural, como já era esperado, principalmente devido a presença do rio no cenário I.

O mesmo ocorreu com os valores de velocidade dos ventos, sendo predominantes na área rural com picos mais elevados em certos horários. Na área urbana os ventos são fracos, se mantendo mais constantes ao longo de todo o dia. Os ventos mais fortes que ocorrem na área rural são associados a intensa cobertura vegetal, do tipo de solo e da proximidade do corpo d'água que favorece a geração de “brisa”.

Pôde-se verificar com essa pesquisa que em ambientes abertos e próximos a áreas arborizadas ou de reservatórios d'água a temperatura é mais amena, a umidade é maior e a velocidade dos ventos é mais forte. Pois ao sombrear as superfícies há uma diminuição da radiação solar absorvida pelo solo, de forma que as plantas contribuem significativamente com a consignação dos microclimas nas cidades.

Conclui-se que o crescimento urbano tem influência direta no microclima local. Portanto, torna-se imprescindível a adoção de medidas que possam melhorar a forma de uso do espaço urbano de Pombal - PB, proporcionando maior conforto térmico para quem reside nesta localidade, principalmente pelo município está inserido no semiárido.

Medidas mitigadoras para os efeitos negativos da urbanização que melhoraria o clima e a qualidade do ar nas cidades, seria a manutenção de avenidas e praças bem arborizadas, favorecendo a circulação do ar e o aumento da umidade, mesmo que seja em pequena escala. Esta medida melhoraria o conforto térmico nas áreas de entorno amenizando a temperatura do ar, já que a atmosfera é aquecida pela superfície, uma área mais sombreada reduziria a quantidade de radiação absorvida.

Deste modo, os resultados obtidos confirmam a discrepância existente entre ambientes de intensa e pouca urbanização, salientando a necessidade de um planejamento em observância dos tipos de cobertura do solo, ou seja, é indispensável o uso de superfícies vegetadas dentro do ambiente urbano, a fim de suavizar os problemas ambientais, contribuindo para o conforto térmico melhorando a qualidade de vida das pessoas que vivem na cidade.

Este trabalho demonstrou que as condições climáticas locais estão relacionadas com o uso do solo e com a carência de indivíduos arbóreos nas áreas urbanizadas, pois a vegetação pode afetar substancialmente no comportamento da temperatura, umidade relativa do ar e na velocidade dos ventos. A utilização da vegetação no planejamento urbano é um ponto relevante que deve ser levado em consideração e que esta pode minimizar alguns dos efeitos antropogênicos gerados pelo desenvolvimento destas áreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. **Conforto Térmico Propiciado por Algumas Espécies Arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 103-117, out./dez. 2010;

ALMEIDA, N. V. CUNHA S. B. da; NASCIMENTO, F. R. **A Cobertura Vegetal e Sua Importância na Análise Morfodinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá – Nordeste do Brasil/ Paraíba.** REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.3, N.4, p. 365-378, 2012. Disponível em:
<[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_\(A%20COBERTURA%20VEGETAL%20E%20SUA%20IMPORT%C3%82NCIA%20NA%20ANALISE%20MORFODIN%C3%82MICA%20DA%20BACIA%20HIDROGR%C3%81FICA%20DO%20RIO%20TAPERO%C3%81%20%E2%80%93%20NORDESTE\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_(A%20COBERTURA%20VEGETAL%20E%20SUA%20IMPORT%C3%82NCIA%20NA%20ANALISE%20MORFODIN%C3%82MICA%20DA%20BACIA%20HIDROGR%C3%81FICA%20DO%20RIO%20TAPERO%C3%81%20%E2%80%93%20NORDESTE).pdf)>;

ALVES, E.; VECCHIA, F. A. S. **Influência de diferentes superfícies na temperatura e no fluxo de energia: um ensaio experimental.** Ambiência Guarapuava (PR) v.8 n.1 p. 101 – 111 Jan./Abr. 2012;

ALVES, E. D. L. **Ilha de Calor ou Ilha de Energia Térmica: um conceito aberto à discussão.** Revista Espaço Acadêmico – nº 110. 2010. Disponível em:
<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/viewFile/9751/5786>>;

_____, **Variação Termo higrométrica em Espaços Intra-Urbanos: Estudo de Caso em Iporá-GO.** Eixo temático: clima e planejamento urbano/rural. 2008;

ANDRADE, H. **O Clima Urbano – Natureza, Análise de Aplicabilidade.** 2005; p. 69;

ARAUJO, M. L. M. N. de; REINALDO, L. R. L. R.; SOUSA, J. da S.; ALVES, L. de S.; WANDERLEY, J. A. C. **Impactos ambientais nas margens do rio Piancó causados pela agropecuária.** REVISTA BRASILEIRA DE GESTÃO AMBIENTAL GVADS – GRUPO VERDE DE AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. REBAGA (Pombal – PB – Brasil) v.4, n.1, p. 13-33 janeiro/dezembro de 2010. Disponível em:
<<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/viewFile/461/1125>>;

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos.** Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil Ltda, 2004. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos;

BARROS, R. T. de V. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios);

BATALHA, B. R. **Temperatura do Dossel Vegetativo da Cana de Açúcar Sob Diferentes Condições Meteorológicas e Potenciais de Água no Solo**. Viçosa – MG, 2011;

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado da Paraíba: diagnóstico do município de Pombal**. MME: Recife, 2005. 23p. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/POMB147.pdf>>;

CALIJURI, M. do C.; CUNHA, D. G. Fe. **Engenharia Ambiental; Conceitos Tecnologia e Gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013;

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. São Paulo: Atual, 1998;

CORRÊA, P. B. **Análise da Temperatura de Superfície da Área Urbana de Santarém Através de Imagens Termiais do Landsat5**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.714 – 722, 2012. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_\(AN%C3%81LISE%20DA%20TEMPERATURA%20DE%20SUPERF%C3%8DCIE%20DA%20%C3%81REA%20URBANA%20DE%20SANTAR%C3%89M%20ATRAV%C3%89S%20DE%20IMAGEM\)](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_(AN%C3%81LISE%20DA%20TEMPERATURA%20DE%20SUPERF%C3%8DCIE%20DA%20%C3%81REA%20URBANA%20DE%20SANTAR%C3%89M%20ATRAV%C3%89S%20DE%20IMAGEM))>;

CPTEC. Centro de previsão de tempo e estudos climáticos. **Estações do ano**. Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/#>>. Acesso em: 15/01/2014;

DERISIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. 3. Ed. São Paulo – Signus Editora, 2007;

DUARTE, D. H. S. **Variáveis Urbanísticas e Microclimas Urbanos: modelo empírico e proposta de um indicador**. Revista Forum Patrimônio, v. 3, n. 2, p. 1-22, 2009;

GOMES, M. A. S.; AMORIM M. C. C. T. **Arborização e conforto térmico no espaço urbano: Estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP)**. Caminhos de Geografia - revista online. Instituto de Geografia da UFU, 2003;

GREENPEACE, **Mudanças no Clima Mudanças de Vida - Como o Aquecimento Global Já Afeta o Brasil.** 2006; p. 10.;

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.**

Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=251210>>;

IMPAC. **Anemômetro Digital IP720 (Hélice Remota) Impac.** São Paulo, 2014.

Disponível em:

<<http://www.impact.com.br/anemometro/digitalimpact/anemometrodigitalhelice.htm>>;

_____. **Anemômetro Termohigro Luxímetro Digital LM-8000 Lutron.** São Paulo, 2014. Disponível em:

<<http://www.impact.com.br/anemometro/luximetro/termoanemometrolutronlm8000.htm>>;

JANUÁRIO, A. L. S.; LOPES, L. C. S.; MENEZES, K. S. **Análise comparativa entre o clima em área rural e urbana na região metropolitana de BeloHorizonte.** In: Simpósio de Estudos Urbanos, 1., 2011, Campo Mourão. Atas... Campo Mourão: Universidade Estadual do Paraná. ISSN 2236-4056;

JARDIM, C. H. **Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas.** Tese (doutorado em Geografia).

UNICAMP – Instituto de Geociências. Campinas/São Paulo, 2007;

JUNIOR, N. L. de A. **Estudos Clima Urbano: Uma Proposta de Metodologia.**

Cuiabá – MT, Setembro 2005, p. 3;

JUNIOR, F. R.; MELO, R. R. de; CUNHA, T. A. da; STANGERLIN, D. M. **Análise Da Arborização Urbana em Bairros da Cidade de Pombal no Estado da Paraíba.**

Soc. Bras. de Arborização Urbana (REVSBAU), Piracicaba – SP, v.3, n.4, p.3-19, 2008;

JURAS, I. da A. G. M. **Aquecimento Global e Mudanças Climáticas: Uma Introdução.** Plenarium v. 5. Nº 5 de 2008. Disponível em:

<http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/641/aquecimento_global_introducao.pdf?sequence=3>. Acesso em: 21/6/2013;

LANDSBERG, H. E. **A Variação Da Amplitude Térmica a Partir da Influência da Pluviosidade Local, Estudo das Cidades de Espírito Santo do Pinhal, SP E São Paulo, SP.** O Clima das Cidades. Tradução. Revista do Departamento de

Geografia, n.18, 2006. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.89 – 101, 2012;

_____. **O Clima das Cidades**. Tradução. Revista do Departamento de Geografia, n.18, p.95-111, 2006;

LAURENCE, R. J. **Ecologia Humana e Suas Aplicações: Paisagem e Planejamento Urbano**, 2003;

LEAL, L. **A Influência da Vegetação no Clima Urbano da Cidade de Curitiba – Pr.** Curitiba-PR, 2012;

LEÃO, É. B. **Carta Bioclimática de Cuiabá – Mato Grosso**. Cuiabá/MT Fevereiro/2007;

LIMA, N. R. de; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano no Brasil: Análise e Contribuição da Metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.626 – 638 , 2012;

LIMA, G. N. de. **Características do Clima Urbano de Nova Andradina – MS**. Dissertação. Presidente Prudente, 2011. Disponível em:
<http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/11/ms/gabriela.pdf >;

LOPES, L. C. S. **Variações de Temperatura e Umidade Relativa do Ar em Área Rural e Urbana: O Segmento Temporal de Inverno de 2011 em Belo Horizonte, Contagem e Betim (Mg)**. Belo Horizonte Dezembro de 2011, p. 2;

MANOEL, M. C.; BIBIANO, B. H.; GALVANI, E. **A variação da amplitude térmica a partir da influência da pluviosidade local, estudo das cidades de Espírito Santo do Pinhal - SP e São Paulo – Sp: O clima das cidades**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.89 – 101, 2012. Disponível em:
<[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_\(A%20VARIA%C3%87%C3%83O%20DA%20AMPLITUDE%20T%C3%89RMICA%20A%20PARTIR%20DA%20INFLU%C3%8ANCIA%20DA%20PLUVIOSIDADE%20LOCAL,%20ESTUDO%20DAS%20CIDADES%20DE%20ESPIR%C3%8DITO%20S\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_(A%20VARIA%C3%87%C3%83O%20DA%20AMPLITUDE%20T%C3%89RMICA%20A%20PARTIR%20DA%20INFLU%C3%8ANCIA%20DA%20PLUVIOSIDADE%20LOCAL,%20ESTUDO%20DAS%20CIDADES%20DE%20ESPIR%C3%8DITO%20S).pdf)>;

MASCARÓ, L. E. A. R. **Vegetação urbana**. Porto Alegre. FINEP – UFRS, 2002;

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D. **Climatologia noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de textos, São Paulo – 2007;

MILANO, M. S.; DALCIN, E. **Arborizacao de vias públicas.**: Fundação Parques e Jardins, 206 p, Rio de Janeiro, 2000;

MOLION, L. C. B.; BERNARDO S. O. **Dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro.** Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia; 2000. p. 1–5;

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** Série Teses e Monografias n. 25. São Paulo: IG06-USP, 1976;

NOAA - National Oceanic And Atmospheric Administration. **U.S. saw 7 billion-dollar weather and climate disasters in 2013.** Disponível em: <<http://www.ncdc.noaa.gov/billions/events>>;

NOBRE, C. A.; YOUNG, A. F.; SALDIVA, P.; MARENGO, J. A.; NOBRE, A. D ALVES JUNIOR, S.; MOREIRA, G. C. da S.; LOMBARDO, M. **Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo.** Centro de Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Núcleo de Estudos de População da Universidade de Campinas (UNICAMP); Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP); Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT); Universidade Estadual Paulista (UNESP - Rio Claro). Junho de 2010. Disponível em: <http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/publicacoes/2010/SumarioExecutivo_megacidades.pdf>;

NUNES, L. A. **Influência da Pavimentação no Conforto Térmico Urbano.** II Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos e XIX Semana de Geografia, Maringá setembro de 2010. Disponível em: <<http://www.dge.uem.br/gavich/downloads/semana10/5-6.pdf>>;

OLIVEIRA, M. Z. de; VERONEZ, M. R.; THUM, A. B.; REINHARDT, A. O.; BARETTA, L.; VALLES, T. H. A.; ZARDO, D.; SILVEIRA, L. K. da. **Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: Um estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um sistema de informação geográfica (SIG).** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis 2007. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.21.53/doc/4119-4128.pdf>>;

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Baixa umidade relativa do ar, quais são os principais cuidados com a saúde?** Disponível em: <http://bemstar.globo.com/sa/index.php?tipo=3&sa=materias&t=2&id_mat=716>;

PIVETTA, K. F. Lopes; SILVA FILHO, D. Fe. da. **Arborização Urbana**. BOLETIM ACADÊMICO, Série Arborização Urbana. UNESP/FCAV/FUNEP Jaboticabal, SP – 2002. Disponível em:
<http://www.uesb.br/flower/alunos/pdfs/arborizacao_urbana%20Khatia.pdf>;

SANTOS, C. A. C. dos; LIMA, J. R. A. **Análise dos Efeitos da Expansão Urbana de Manaus-AM Sobre Parâmetros Ambientais Através de Imagens de Satélite**. Revista Brasileira de Geografia Física V. 06, N. 01 (2013) 001-014. Disponível em:
<<file:///C:/Users/Solange/Documents/Downloads/313-2979-1-PB.pdf>>;

SANTOS, F. de O.; PIMENTEL, M. R. dos S. **Edificações e Conforto Térmico: A Moradia Como Fonte de Aprendizagem**. CAMINHOS DE GEOGRAFIA - revista on line. Uberlândia v. 13, n. 44 Dez / 2012;

SILVA, L. T. da; TOMMASELLI, J. T. G.; AMORIM, M. C. da C. T. **O clima urbano de Penápolis – SP: Um episódio de inverno**. In: Os Climas das Cidades Brasileiras. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2002;

SCHENEKEMBER, M. C. FERNANDES, F. C.; SILVA, J. L. da; DEFFUNE, G. **Ventos Predominantes e Velocidades Médias: Maringá-PR**. II Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos e XIX Semana de Geografia. Maringá, 20 a 24 de setembro de 2010. Disponível em:
<<http://www.dge.uem.br/gavich/downloads/semana10/5-2.pdf>>;

SOUSA, V. A. **A Trajetória Política de Pombal**. Editor Imprel. João Pessoa- PB, 1999;

VIANA, S. S.M. **Caracterização do Clima Urbano em Teodoro Sampaio / SP**. 2006. 190 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006.