



ESTUDOS MICROCLIMÁTICOS DE REVESTIMENTOS DAS ESTRUTURAS VIÁRIAS EM UMA FRAÇÃO URBANA DE JOÃO PESSOA/PB

Orlando de C. Villar Filho (1); Virgínia M. D. de Araújo (2); Angelina D. L. Costa (3)

(1) Doutorando do Programa DINTER UFBA/UFPB, villarorlando@hotmail.com

(2) Doutora, Professora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFRN, virginia@ufrnet.br

(3) Doutora, Professora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFPB, angelinadlcosta@yahoo.com.br

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, João Pessoa-PB, 58059-000, Tel.: (83) 32167607

RESUMO

Os diferentes estudos sobre o clima urbano demonstram que a elevação da temperatura do ar no meio urbano está mais associada à superfície impermeável e seu nível de exposição ao sol, aos tipos de pavimentos e à densidade das edificações, do que à produção antropogênica de calor interna. Neste sentido, pouca importância tem sido dada a influência dos tipos de superfícies viárias no microclima urbano. Portanto, este estudo tem como objetivo verificar as implicações dos tipos de revestimentos das estruturas viárias urbanas sobre o microclima em uma fração urbana da cidade de João Pessoa-PB. A pesquisa de campo consistiu na coleta de dados de variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa do ar, temperatura superficial e de globo, velocidade e direção dos ventos) em vias urbanas criteriosamente selecionadas, revestidas com materiais comumente utilizados. A cidade de João Pessoa-PB foi escolhida para o desenvolvimento da pesquisa porque passa por um acelerado processo de expansão urbana e apresenta baixo índice de pavimentação de suas vias, particularmente, nos bairros periféricos, propiciando a realização de estudos comparativos dos principais tipos de revestimentos utilizados no processo de pavimentação, em região de baixa latitude e clima quente e úmido. Os dados levantados na pesquisa evidenciam a importância do tipo de pavimentação das vias e a orientação das mesmas em relação aos ventos predominantes no processo de planejamento urbano, com vistas ao conforto térmico urbano.

Palavras-chave: clima urbano, planejamento urbano, conforto térmico urbano.

ABSTRACT

Different studies on urban climate shows that the increase in air temperature in the urban environment is more associated with impervious surface and its level of sun exposure, types of floors and density of buildings than the anthropogenic production of internal heat. In this sense, little attention has been paid to influence the types of road surfaces in urban microclimate. Therefore, this study aims to determine the implications of the coating types of road structures on the urban microclimate at a fraction of the town of João Pessoa. The field research consisted of collecting data of environmental variables (temperature and relative humidity, surface temperature and globe, speed and direction of winds) in carefully selected urban roads, lined with materials commonly used. The city of João Pessoa was chosen to develop the research because is going through a rapid process of urban expansion and has a low rate of paving their roads, particularly in the suburbs, providing the comparative studies of the main types of coatings used in the paving process in low-latitude region and hot and humid climate. The data collected in the survey show the importance of the type of paving roads and guidance in relation to the same prevailing winds in the process of urban planning, aimed at urban thermal comfort.

Keywords: urban climate, urban planning, urban thermal comfort.

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais devido ao aumento da parcela da população que vive em cidades, o estudo do meio ambiente urbano, incluindo as suas alterações climáticas, se torna importante, pelo número de pessoas que vivem neste espaço modificado.

Os diferentes estudos sobre o clima urbano demonstram que a elevação da temperatura do ar no meio urbano está mais associada à diminuição da superfície permeável e sua exposição ao sol, aos tipos de pavimentos e à densidade das edificações, do que à produção antropogênica de calor interna. No entanto, pouca importância tem sido dada a influência dos tipos de superfícies viárias no microclima urbano.

As superfícies pavimentadas podem ter um impacto considerável sobre o clima urbano, dependendo também do tipo de material de que é constituída e de sua composição. Os diferentes tipos de comportamento e propriedades térmicas, devido aos vários tipos de materiais, suas composições e cores, podem dar ao ambiente urbano característica bem diferenciada e, no conjunto da malha viária, alterações significativas no clima urbano como um todo.

As propriedades térmicas, variáveis como o albedo, as características de rugosidade e aspecto superficial podem gerar condições diferenciadas em uma determinada superfície pavimentada. No conjunto de superfícies totais e na sua estrutura e morfologia, as pequenas diferenças entre os materiais podem, devido à grande área da superfície, gerar condições microclimáticas e condições de conforto térmico dos usuários bastante diferentes.

Para esta pesquisa, buscou-se analisar a influência dos tipos de revestimentos, frequentemente encontrados nas estruturas viárias urbanas sobre o microclima. Para tal escolheu-se, como área objeto do estudo, uma fração urbana da cidade de João Pessoa, estado da Paraíba – Brasil, por possuir clima quente-úmido e situar-se numa região de baixa latitude.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar um estudo realizado para verificação das implicações dos tipos de revestimentos das estruturas viárias urbanas sobre o microclima em uma fração urbana da cidade de João Pessoa/PB, a partir uma pesquisa experimental de campo (*in situ*), que consistiu na coleta de dados das variáveis climáticas em vias selecionadas, revestidas com diferentes tipos de materiais.

3. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

A cidade de João Pessoa-PB nos últimos 80 anos, apresentou um aumento de área urbanizada desproporcional ao seu crescimento populacional. Este fenômeno bastante comum nas nossas cidades contemporâneas implicam em os espaços viários, especialmente as superfícies carroçáveis, crescerem mais que o próprio tamanho das cidades. Segundo Oliveira (2006), a extensão viária de João Pessoa-PB, em 2004, chegou a 1.863,07 km, perfazendo uma área superficial de 20,32 km², o que representa um percentual de mais de 19% da área total urbanizada.

Este aumento desproporcional das superfícies viárias em relação aos demais elementos do processo evolutivo, dentro de um modelo inadequado, faz com que a cidade tenha uma quantidade excessiva de superfícies a serem pavimentadas, gerando um problema crônico, devido à impossibilidade de acompanhamento desta evolução e da implantação da pavimentação adequada.

O gráfico da figura 1, tem por base os trabalhos de Oliveira (2006) e Ribeiro et al. (2008), que mostram a evolução da superfície viária de João Pessoa-PB, bem superior à evolução da extensão viária e à área urbana, que, por sua vez, apresenta uma desproporcionalidade em relação ao aumento populacional.

De fato, não apenas a área urbana cresceu desproporcionalmente, mas as superfícies viárias passaram a representar parcelas cada vez mais significativas, devido à maior complexidade da rede e devido ao maior dimensionamento (largura e número de faixas) da superfície viária.

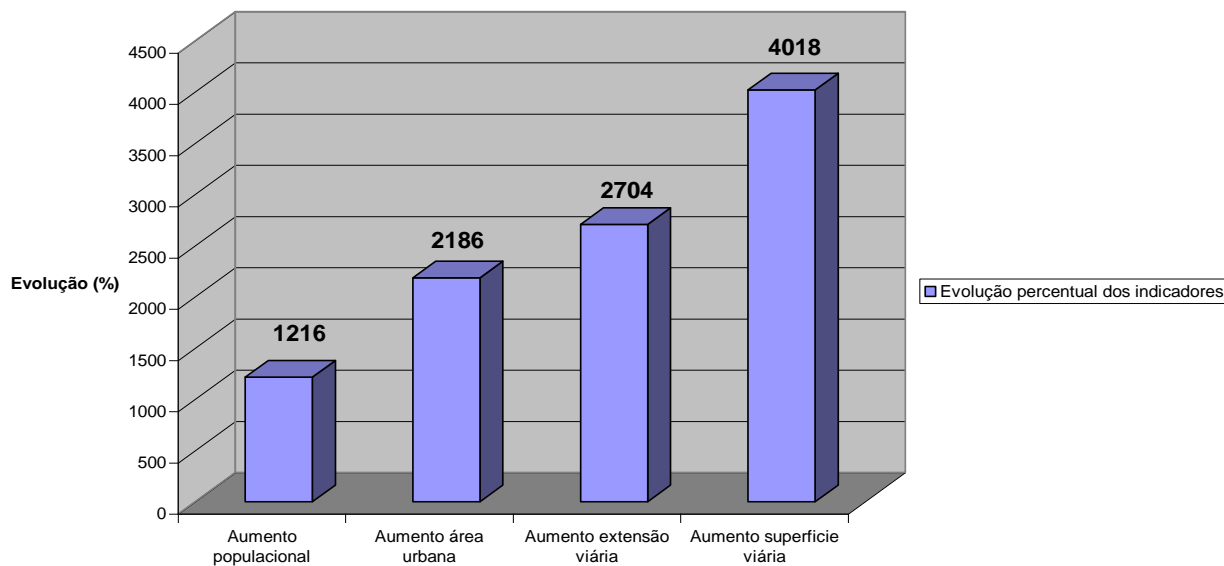


Figura 1 – Gráfico da evolução percentual da população, da área urbana, da extensão e da superfície viária na cidade de João Pessoa-PB no período de 1920 a 2005.
Fontes: Oliveira (2006) e Ribeiro et al. (2008)

Neste contexto, observa-se que o processo de pavimentação da superfície viária não acompanha esta evolução, o que permite avaliar suas implicações nas condições microclimáticas urbanas, considerando as condições ambientais anteriores e posteriores à pavimentação.

As pesquisas desenvolvidas sobre clima urbano constataam que a pavimentação das vias e dependendo do tipo de pavimento utilizado, pode alterar significativamente as condições ambientais microclimáticas.

Portanto, a cidade de João Pessoa-PB, a exemplo de outras capitais do Nordeste brasileiro, passa pelo processo de expansão urbana e apresenta baixo índice de pavimentação de suas vias, particularmente nos bairros periféricos. Esta realidade, apesar de adversa, propicia a realização de levantamentos dos principais tipos de revestimentos das estruturas viárias utilizados no processo de pavimentação, bem como, a realização de levantamentos *in situ* das variáveis climáticas em vias definidas em fração urbana características da região objeto de estudo.

Além dos fatos já levantados a presente pesquisa justifica-se não só pela localização estratégica da cidade de João Pessoa-PB, numa região de baixa latitude, onde existem poucos estudos realizados, mas por possuir um clima quente e úmido, o qual está presente em grande parte do território nacional, poderá servir como referência para estudos em outras regiões do país.

4. DEFINIÇÃO DA FRAÇÃO URBANA OBJETO DE ESTUDO

A carência de pavimentos na cidade de João Pessoa-PB se verifica, principalmente, nas áreas de baixa renda, mas atinge também, os bairros de ocupação recentes e de alta renda, onde a demanda por espaços viários é bem maior. Neste sentido, definiu-se como área prioritária de estudos de campo, os bairros de Aeroclub, Bessa e Jardim Oceania, onde as características coincidem com as referenciadas e que, segundo dados do Departamento de Geoprocessamento e Cadastro Urbano – DIGEO, da Secretaria de Planejamento do Município de João Pessoa-PB, os bairros propostos apresentam a seguinte composição de pavimentação de vias (Tabela 1).

Tabela 1 – Áreas de superfícies viárias e percentuais de vias pavimentadas e sem pavimentação nos bairros de Aeroclube, Bessa e Jardim Oceania.

| Bairro | Vias Asfaltadas (%) | Vias em Paralelepípedos (%) | Vias sem Pavimentação (Solo Natural) (%) | Área Total de Superfícies Viárias (m ²) |
|----------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Aeroclube | 24,89 | 6,49 | 68,22 | 207.019,47 |
| Bessa | 8,59 | 0,13 | 91,29 | 244.695,92 |
| Jardim Oceania | 32,26 | 15,01 | 52,73 | 273.197,68 |

Fonte: Ribeiro et al. (2008)

A fração urbana objeto de estudo encontra-se em processos de ocupação, apresentando um incremento de novas unidades residenciais. Este incremento, no período 2000 - 2007, nos bairros de Aeroclube, Bessa e Jardim Oceania, chegou a apresentar crescimento de 64,22%, 39,47% e 36,22%, respectivamente (RIBEIRO et al., 2008).

A partir de 2007 e, mais acentuadamente, no período de 2009 a 2011 ocorreu um acelerado processo de pavimentação em asfalto ou em paralelepípedo nos referidos bairros, quer através de investimento da Prefeitura Municipal de João Pessoa- PMJP quer através da Superintendência de Planejamento do Governo do Estado da Paraíba. Portanto, estes bairros (Figura 2), apresentaram as condições propícias à realização dos levantamentos de campo proposto, uma vez que são áreas de acelerada ocupação por habitantes de alta renda, de alto consumo dinâmico de espaço viário urbano e com as atividades de pavimentação viária ainda em processo de expansão.

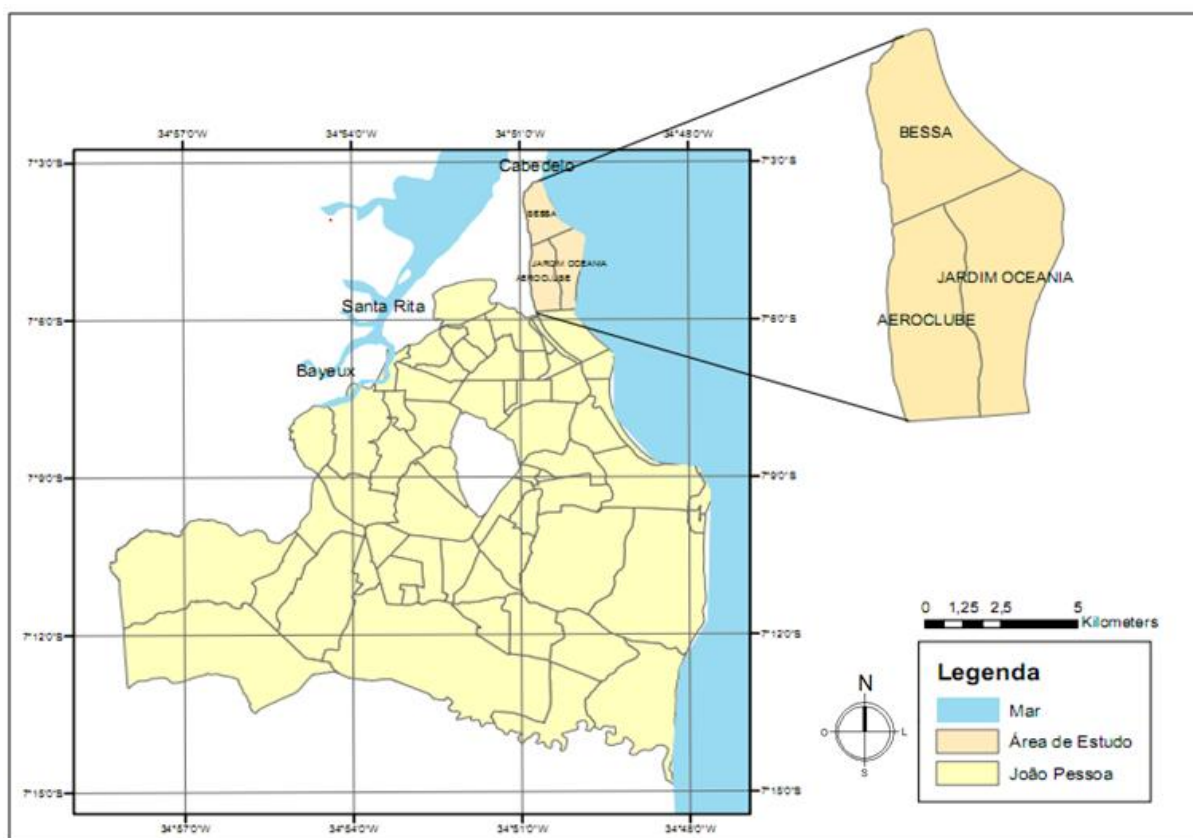


Figura 2 - Mapa territorial de João Pessoa com a localização da fração urbana objetos do estudo.

A fração urbana objeto de estudo ocupa uma área total de 648,80 ha, sendo o Jardim Oceania o de maior área com 236,70 ha e os outros dois se equivalem com áreas em torno de 206 ha. A Tabela 2 apresenta os dados populacionais principais dos bairros estudados.

Tabela 2 – Dados das áreas e populacionais dos bairros que compõem a fração urbana objeto de estudo.

| Bairro | Área Total (ha) | População (hab) | Densidade Populacional (hab/ha) |
|----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
| Aeroclube | 206,40 | 4.057 | 19,7 |
| Bessa | 205,70 | 7.111 | 34,6 |
| Jardim Oceania | 236,70 | 10.105 | 42,7 |

Fonte: Oliveira (2006)

De acordo com os dados meteorológicos (LES/UFPB), observa-se que a predominância dos ventos (61,7%) é a na direção Sudeste (SE). Apresentando também 15,1% Nordeste (NE) e 11,7% Sul (S). O Mapa da Figura 4 mostra a situação destes bairros em relação à direção do vento.

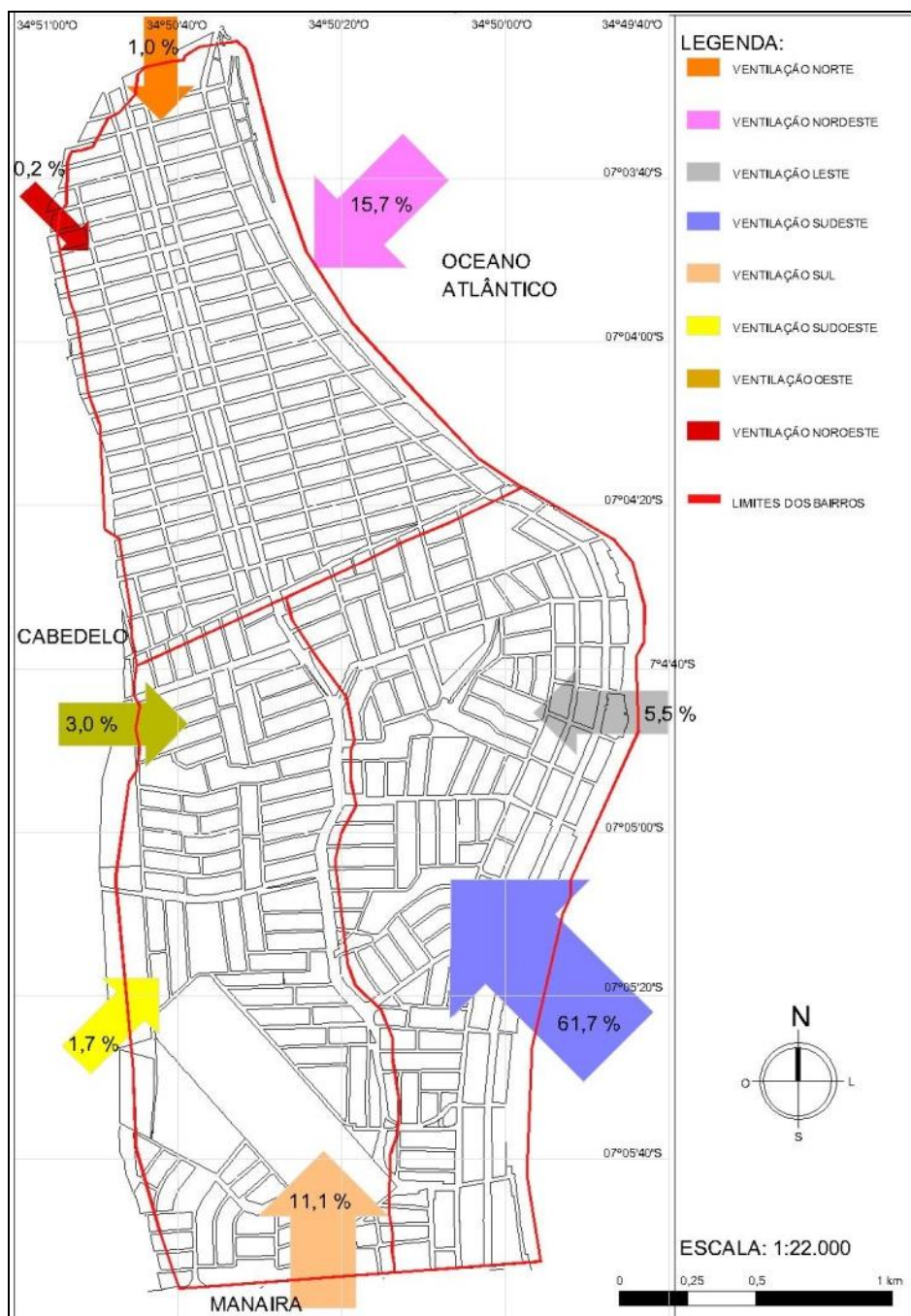


Figura 4: Mapa dos bairros com indicação da direção predominante do vento.

5. METODOLOGIA

A metodologia adotada associou a análise qualitativa dos atributos urbanos que influenciam no

microclima às orientações das vias em relação à ação dos ventos, acrescido do atributo revestimento das superfícies viárias, uma vez que o objetivo do estudo foi avaliar a influência do tipo de revestimento no microclima.

5.1. Diagnósticos da fração urbana e análise qualitativa dos mapas para demarcação das áreas críticas

Para o diagnóstico da fração urbana optou-se pela metodologia proposta por Katzschner (1997), buscando avaliar as condições do clima urbano através de uma descrição qualitativa e quantitativa de um sistema de classificação baseado nos padrões térmicos e dinâmicos. Para efeito da análise qualitativa definiu-se pela produção dos mapas segundo Katzschner (1997), acrescida do mapa dos tipos de revestimentos das superfícies horizontais conforme Costa (2007), a saber: topografia; áreas verdes; uso e ocupação do solo; altura das edificações-gabarito e rugosidade; tipos de revestimento das superfícies das vias urbanas.


A análise qualitativa dos mapas foi feita a partir do cruzamento das informações, obtidas sobre a área objeto do estudo, provenientes do diagnóstico dos atributos da forma urbana. Estes atributos definem um instrumento para análise qualitativa do espaço que busca derivar classificações espaciais de zonas climaticamente caracterizadas. Assim, pôde-se identificar as áreas críticas para cada atributo e se obter os respectivos mapas temáticos de diagnóstico.


5.2. Definição das variáveis ambientais


Com base na literatura e na disponibilidade de equipamentos definiram-se as seguintes variáveis a serem levantadas no trabalho de campo: Temperatura do ar em °C – Tar; Umidade relativa do ar em % – UR; e Temperatura Superficial em °C – Tsup. As Velocidades dos ventos (m/s) – V e Direção dos ventos (graus) – D, foram registradas apenas nas Estações Meteorológicas.

5.3. Equipamentos utilizados

A escolha dos equipamentos para as medições das variáveis ambientais baseou-se na capacidade de medições e a disponibilidade na UFPB. As fotos da Figura 5 mostram os equipamentos utilizados no levantamento de campo e suas principais características.

| ESTAÇÃO METEOROLÓGICA FABRICANTE: DAVIS MODELO: PRO PLUS 2 | UTILIZADAS | AMPLITUDE | PRECISÃO |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------|
|  | Temperatura do ar Umidade relativa Velocidade Direção do vento | - 40°C a 65°C | +/- 0,5°C +/- 3 % |

| MEDIDOR DE STRESS TÉRMICO FABRICANTE: INSTRUTHERM MODELO: TGD - 300 | UTILIZADAS | AMPLITUDE | PRECISÃO |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------|
|  | Temp. do Bulbo Seco Temp. do Bulbo Úmido Umidade Relativa Pressão Atmosférica | - 5°C a 60°C | +/- 0,5°C +/- 0,9°F |

| CÂMARA TERMOGRÁFICA FABRICANTE: FLIR MODELO: B - 400 | UTILIZADAS | AMPLITUDE | PRECISÃO |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------|------------------------|
|  | Temperatura de superfície | - 5°C a 60°C | +/- 0,5°C +/- 0,9°F |


| TERMOGRÁFICA FABRICANTE: INSTRUTEMP MODELO: ITMP | UTILIZADAS | AMPLITUDE | PRECISÃO |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|----------------------|
|  | Temperatura Velocidade do Vento Ruído/Som | - °C A + 0 °C | +/- 0 °C +/- 0 °C |

Figura 5 – Fotos dos equipamentos utilizados na pesquisa de campo e suas principais características.

5.3. Definição dos pontos de medição das variáveis climáticas

As coletas dos dados foram realizadas em pontos fixos de referência e em pontos fixos situados nas vias selecionadas, a partir do diagnóstico realizado através da análise qualitativa e quantitativa já mencionada. As medições em pontos fixos de referência foram feitas em 02 pontos representativos da área objeto do estudo, durante cada um dos meses escolhidos e com registros horários, para servirem como controle na comparação com os demais dados na análise estatística das outras medições. A definição destes pontos, o Iate Clube e o Aero Clube da Paraíba, baseou-se nos aspectos de segurança e a localização dos mesmos.

Para se assegurar uma amostra mais representativa da área objeto do estudo, dentro das limitações da quantidade de equipamentos disponíveis e do tempo de deslocamento entre os pontos, os 06 (seis) grupos de pontos foram distribuídos em 02 (dois) grupos de pesquisadores para cada um dos bairros. O mapa da Figura 6 mostra os tipos de revestimentos das vias urbanas com indicação dos pontos e grupos de medições.

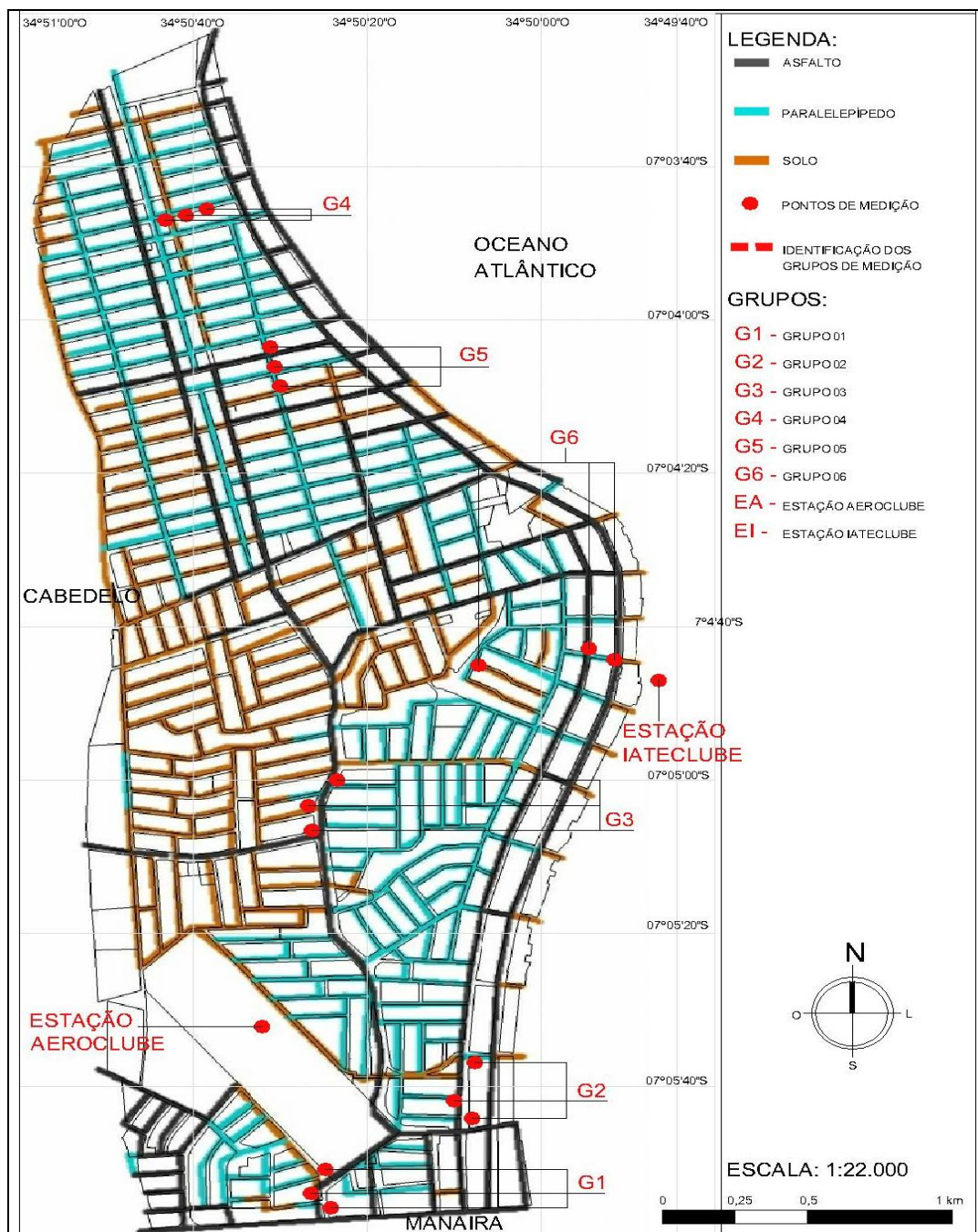


Figura 6 – Mapa dos tipos de revestimentos das vias urbanas com indicação dos pontos e grupos de medições.

5.4. Definição dos períodos de medição

As variáveis foram coletadas durante o período seco (dezembro a fevereiro) e o período chuvoso (junho a agosto), característicos da cidade de João Pessoa em dias e horários selecionados. Por questão de disponibilidade de equipamentos, os registros foram realizados em fevereiro/2011 e em julho/2011.

As medições nos pontos fixos ocorreram durante 30 dias de cada período definido, enquanto que as medições realizadas nas vias urbanas foram realizadas durante 15 dias de cada mês definido. No período seco, as medições foram realizadas no período de 15 de fevereiro a 02 de março de 2011 e no chuvoso de 12 a 29 de julho de 2011.

A definição dos horários de medições baseou-se também no estudo realizado por Araújo; Martins; Araújo (1998) para a cidade de Natal – RN que identificaram, ao analisarem o comportamento do dia típico das variáveis, 04 (quatro) períodos distintos: o primeiro que compreende as primeiras horas do dia; o segundo das 6h às 12h; o terceiro das 12h às 18h e o quarto que compreende as últimas horas do dia (das 18h às 24h). Portanto, os horários escolhidos foram: os próximos de menor temperatura e maior umidade - 6h; os da maior temperatura e menor umidade - 13h; e o horário das 20h, para verificação da existência de possíveis ilhas de calor.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

No planejamento experimental foram definidos os seguintes fatores (F_i):

F1 – Fator Período - representado os dois períodos climáticos característicos da região, 1º em fevereiro, caracterizando o período seco (verão), e outro o 2º, em julho, caracterizando período chuvoso (inverno);

F2 – Fator Hora - representado pelos três horários de medições, às 6h, 13h e 20h.

F3 - Direção dos ventos das vias – representada pelas direções do eixo de cada uma das vias selecionadas, resultando em 03 níveis, L (leste), NE (nordeste) e S (sul).

F4 - Fator Tipo de superfície das vias - representado pelos três tipos de revestimentos identificadas, asfalto (A), paralelepípedo (P) e solo natural (S).

De acordo com os objetivos da pesquisa foram elaboradas hipóteses a serem testadas através de análise estatísticas das seguintes variáveis (V_i) para verificação dos efeitos dos fatores sobre as mesmas.

V1 - Temperatura do ar em °C – Tar

V2 - Umidade relativa do ar em % – UR

V3 - Temperatura Superficial em °C – Tsup

Hipóteses:

Hipótese H_0 – Hipótese nula: não existe efeito do fator F_i sobre a variável V_i .

Hipótese H_A - Hipótese alternativa: existe efeito do fator F_i sobre variável V_i .

Inicialmente, realizou-se o teste ANOVA com o intuito de se verificar quais fatores e as interações entre os mesmos, tem seus efeitos estatisticamente significativos sobre a variável resposta Temperatura do ar. A Tabela 3 mostra em destaque os efeitos significativos ao nível de significância de 5%.

Nos testes de hipóteses observou-se que no período seco (verão), a temperatura do ar é em média 4°C mais elevada do que no chuvoso, esta diferença é estatisticamente significativa, logo existe efeito do Período sobre a Temperatura do ar. Também, às 13 horas esta variável é em média, cerca de 5 °C maior do que às 6 horas e 3,5°C maior do que as 20 horas, esta diferença é estatisticamente significativa, logo existe efeito da Hora sobre a Temperatura do ar.

Tabela 3 - Análise de Variância para Temperatura do ar (C°)

| Efeito | Testes Univariados de Significância para Temperatura do Ar | | | | |
|----------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|----------|----------|
| | Soma de Quadrados | Graus de liberdade | Quadrado Médio | F | Valor-p |
| Intercepto | 998903,6 | 1 | 998903,8 | 497768,9 | 0,000000 |
| (1)Estação | 4430,2 | 1 | 4430,2 | 2207,6 | 0,000000 |
| (2)Hora | 5019,6 | 2 | 2509,8 | 1250,7 | 0,000000 |
| (3)Superfície | 11,7 | 2 | 5,9 | 2,9 | 0,054208 |
| (4)Direção | 7,1 | 2 | 3,5 | 1,8 | 0,172612 |
| Estação*Hora | 16,4 | 2 | 8,2 | 4,1 | 0,017035 |
| Estação*Superfície | 3,2 | 2 | 1,6 | 0,8 | 0,446317 |
| Hora*Superfície | 1,4 | 4 | 0,4 | 0,2 | 0,950988 |
| Estação*Direção | 14,2 | 2 | 7,1 | 3,5 | 0,029005 |
| Hora*Direção | 8,3 | 4 | 2,1 | 1,0 | 0,386546 |
| Superfície*Direção | 5,7 | 4 | 1,4 | 0,7 | 0,582418 |
| Estação*Hora*Superfície | 0,8 | 4 | 0,2 | 0,1 | 0,981319 |
| Estação*Hora*Direção | 31,8 | 4 | 7,9 | 4,0 | 0,003368 |
| Estação*Superfície*Direção | 13,9 | 4 | 3,5 | 1,7 | 0,141619 |
| Hora*Superfície*Direção | 19,5 | 8 | 2,4 | 1,2 | 0,287039 |
| 1*2*3*4 | 7,7 | 8 | 1,0 | 0,5 | 0,870915 |
| Erro | 2685,0 | 1338 | 2,0 | | |

Observa-se que em média, a Temperatura do ar é mais elevada no Asfalto, em seguida no Paralelepípedo e mais baixa no Solo Natural, esta diferença é estatisticamente significativa, logo existe efeito do Tipo de Superfície sobre a Temperatura do ar. Por fim, no período seco, a Temperatura do ar é em média mais elevada nas ruas de entrada na direção Sul, o que não é observado no período chuvoso. Este efeito é significativo ao nível de 5% de significância, logo existe efeito de interação entre os fatores Direção dos ventos das vias e Período sobre a Temperatura do ar.

Igualmente, realizou-se o teste ANOVA com o intuito de se verificar quais fatores e as interações entre os mesmos, tem seus efeitos estatisticamente significativos sobre a variável resposta Umidade Relativa do ar.

Realizados os testes de hipóteses, constatou-se que no período chuvoso a variável Umidade Relativa é em média 5% mais elevada do que no período seco, esta diferença é estatisticamente significativa, logo existe efeito do fator Período sobre a variável Umidade Relativa. Como esperado, a Umidade Relativa é em média mais elevada às 6 horas, em seguida às 20 horas e mais baixa às 13 horas, e estas diferenças são estatisticamente significativas, logo existe efeito do fator Hora sobre a variável UR. De acordo com os dados levantados, a UR é em média cerca de 1% menor nas vias asfaltadas do que nas outras superfícies, esta diferença é estatisticamente significativa, logo existe efeito do fator Tipo de Superfície sobre a variável em questão. A Umidade Relativa é em média mais elevada nas vias que tem entrada dos ventos na Direção Leste, em seguida nas de Direção Nordeste e menor nas de Direção Sul, estas diferenças são estatisticamente significativas, logo existe efeito do fator Direção dos ventos das vias sobre a variável Umidade Relativa.

Da mesma forma, realizou-se o teste ANOVA com o intuito de se verificar quais fatores e as interações entre os mesmos, tem seus efeitos estatisticamente significativos sobre a variável resposta Temperatura Superficial.

Para avaliar de que maneira a variável Temperatura Superficial (°C) interage com os fatores definidos, foram realizados os testes de hipóteses e identificados os efeitos estatisticamente significativos, p-valor<5%. Constatou-se que no período seco (verão), a Temperatura Superficial é

em média cerca de 6 °C mais elevada do que no período chuvoso (inverno) logo existe efeito da Período sobre a Temperatura de Superfície. Também, a Temperatura Superficial é em média maior nas vias que tem orientação Sul (S), em seguida as de orientação Nordeste e menor nas de orientação Leste (L), concluindo-se que existe efeito do fator Direção dos ventos das vias sobre a variável Temperatura Superficial. Igualmente como esperado, em média, a Temperatura Superficial é mais elevada no Asfalto, em seguida no Paralelepípedo e mais baixa no Solo Natural, o que demonstra que existe efeito do Tipo de superfície das vias sobre a Temperatura Superficial. Ainda, às 13 horas a Temperatura Superficial é, em média, de 16°C maior do que às 6 horas e 14°C maior do que às 20 horas, comprovando que existe efeito da Hora sobre a Temperatura Superficial. No período seco (verão) a Temperatura Superficial é em média mais elevada nas ruas de entrada na direção Sul, o que não é observado no período chuvoso (inverno). Este efeito é significativo ao nível de 5% de significância, logo existe efeito de interação entre os fatores Direção dos ventos das vias e Período sobre a Temperatura Superficial.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados levantados neste estudo continuam sendo analisados estatisticamente e precisam ser trabalhados com vistas à comprovação das hipóteses levantadas relativas ao clima urbano. No entanto, de acordo com as análises já realizadas se conclui que as características superficiais e as de exposições aos ventos predominantes locais das vias urbanas contribuem significativamente para as condições microclimáticas, na medida em que nos locais de baixa latitude, onde o sol incide perpendicularmente durante todo o ano, o ganho de calor pelas superfícies horizontais é predominantemente superior às demais superfícies verticais, seja qual for sua orientação e época do ano, principalmente em localidade litorâneas de clima quente e úmido onde a amplitude térmica diária e anual é muito pequena.

Pelos dados da pesquisa realizada comprova-se que há diferenças entre os ganhos de calor das superfícies viárias ao longo do ano e do dia, e que as superfícies asfaltadas nos horários de maiores temperaturas do ar e que podem apresentar temperaturas superficiais até 5 °C mais elevadas do que em determinados outros horários, além das canalização dos ventos predominantes contribuir para retirada do calor, evidenciando a importância da orientação do sistema viário local em relação aos ventos predominantes no processo de planejamento urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, E.H.S.; MARTINS, T.L.F.; ARAÚJO, V.M.D. **Dias climáticos típicos para o projeto térmico de edificações em Natal-RN**. 01. Natal - RN: EDUFRN, 1998.
- COSTA, A. D. L. **O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido**. 2007. 242 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas-SP, 2007.
- KATZSCHNER, L. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, Salvador, 1997. Anais. Salvador: FAUFBA, ANTAC, 1997. p. 49-58.
- LES/UFPB – **Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal da Paraíba**, 2008.
- OLIVEIRA, J.L.A. **Uma contribuição ao estudo da relação entre transportes urbanos e expansão espacial urbana: o caso de João Pessoa – PB**. Dissertação de Mestrado – PPGEUA –CT – UFPB, 2006.
- PMJP-DIGEO/SEPLAN. **Prefeitura Municipal de João Pessoa/Secretaria de Planejamento / Departamento de Geoprocessamento e Cadastro Urbano**, 2008.
- RIBEIRO, E.L; Silva, T.C; SILVEIRA, J.A.R e RIBEIRO, M.F.C.R. **Monitoramento Contínuo da Qualidade de Vida Urbana em João Pessoa (2004-2008)**. DGEO/ SEPLAN/PMJP. João Pessoa - PB, 2008.