

## IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS BIOCLIMÁTICOS NO PLANEJAMENTO DO DESENHO URBANO: ESTUDO DE CASO EM ARAPIRACA-AL

A. M. L. A. Nunes, D. B. Vasconcelos, M. F. Silva e R. V. R. Barbosa

### RESUMO

A compreensão do perfil climático local é fundamental para formulação de diretrizes construtivas e urbanísticas climaticamente adequadas. A ausência de dados climáticos locais conduz os projetistas a adotarem estratégias bioclimáticas indicadas para municípios próximos. Com a ampliação, em 2007, das redes de estações automáticas no Brasil, foi possível uma análise mais aprofundada do clima arapiraquense. Este trabalho objetivou analisar as estratégias bioclimáticas indicadas para municípios em regiões de clima semiárido no Nordeste brasileiro, tomando como estudo de caso a cidade de Arapiraca, em Alagoas. Utilizando os dados climáticos dos últimos 7 anos, foi possível obter diretrizes projetuais bioclimáticas. Os resultados obtidos nesta pesquisa podem ser utilizados como base para profissionais projetarem bioclimatologicamente, bem como contribuem para um planejamento urbano coerente com o clima local. Também é possível elaborar estratégias para o traçado urbano que permitam maior fluidez dos ventos, proteção e reaproveitamento das chuvas.

### 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as cidades têm apresentado um crescimento espacial acelerado e a tendência é que, cada vez mais, a população rural migre para os centros urbanos. Amiúde, este crescimento ocorre de forma desordenada e sem um planejamento que considere as questões climáticas, alterando drasticamente o ambiente natural. Estas alterações acarretam diversos problemas urbanos que tornam a cidade menos propícia para o bem estar e desenvolvimento de sua população.

De acordo com Assis (2005), os estudos descritivos do clima urbano têm mostrado que, tanto em área tropical, quanto temperada, a mudança climática local está associada a efeitos de transformação de energia na área urbana em função de sua morfologia, assim como das propriedades térmicas dos materiais, das superfícies e da produção de calor antropogênico.

A produção arquitetônica de Arapiraca, cidade situada na mesorregião do Agreste alagoano, na maioria dos casos, não foi pensada considerando o contexto climático local. A inadequação com este acarreta no desconforto térmico dos usuários dessas edificações. Em escala urbana, a aglomeração de edificações climaticamente inadequadas acarreta em problemas climáticos para a cidade.

“A arquitetura possui um papel importante na busca pela produção de espaços mais sustentáveis que visem o conforto ambiental dos usuários.” (PASSOS, 2009). Para isto, “o estudo das variáveis climáticas e sua relação com a edificação é indispensável, pois possibilita o entendimento físico dos vários processos climáticos relacionados à edificação,

interferindo positivamente nas decisões de projeto.” (CORREA, BARBIRATO, 2013), bem como de planejamento urbano.

Uma vez que se sabe que o comportamento térmico se modifica na medida em que a morfologia dos espaços é alterada (ROCHA, SOUZA, 2011), é importante haver um planejamento adequado ao clima local.

Para dar subsídio aos profissionais na concepção de projetos, existem programas que, baseados nos dados climáticos de cada localidade, dão diretrizes projetuais bioclimáticas que, “fazendo uso da tecnologia que se baseia na correta aplicação dos elementos arquitetônicos, pretendem fornecer ao ambiente construído, um alto grau de conforto higrotérmico, com baixo consumo energético”. (BOGO *et al.*, 1994).

“Os problemas ambientais decorrem, enfim, do impacto dos assentamentos humanos sobre o meio natural, em face disso, a urbanização e as questões ambientais sempre deveriam ser examinadas e tratadas de forma integrada” (BARBIRATO, 2007. p. 16).

Arapiraca é uma cidade relativamente jovem e possui poucas pesquisas acerca de estratégias bioclimáticas para a mesma. Até pouco tempo, os profissionais da região não possuíam ferramentas para nortear o projetar na cidade, mas, a partir de 2008, foi implantada uma estação automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) no município, o que possibilitou obter-se dados climáticos da cidade, úteis para serem aplicados em instrumentos de auxílio projetual como o Método de Mahoney Tradicional e o programa WRPLOT View® Freeware, por exemplo.

Partindo-se do desenvolvimento sustentável, há o urbanismo bioclimático, que tem por objetivo melhorar na qualidade de vida da população. Desta forma, ele busca controlar os efeitos que prejudicam e beneficiam o meio ambiente nas diversas escalas. (HIGUERAS, 2006).

O conhecimento da direção predominante e velocidades médias dos ventos é um outro ponto importante para o planejamento dos arranjos construtivos urbanos, orientação e dimensionamento das aberturas das edificações, assim, é possível aproveitar a ventilação natural como estratégia passiva de conforto térmico em pequena ou larga escala.

A região Nordeste brasileira está sob o regime dos ventos alísios, “que são originados nas regiões subtropicais de alta pressão, nos dois hemisférios e dirigem-se para SO no hemisfério norte e NO no hemisfério sul, formando o cinto de calmas equatoriais de baixa pressão, ao longo do Equador” (FROTA, 2001), mas este regime de ventos pode variar de acordo com a influência da topografia local, que pode gerar barreiras, desviando a direção e alguns outros fatores climáticos, como as diferenças de temperaturas.

Para determinar as melhores estratégias de uso da ventilação natural em uma edificação, é necessário conhecer o clima local, padrão de ventilação e regime de ventos da região que se deseja estudar. Esta pesquisa tem como objetivo traçar estratégias bioclimáticas para o município de Arapiraca e definir o padrão de ventilação e de precipitação do município, levando-se em consideração o perfil climático preliminar da cidade indicado pelos dados obtidos de maio de 2008 a abril de 2015.

## **2 METODOLOGIA**

O município de Arapiraca, objeto desta pesquisa, localiza-se na mesorregião do Agreste Alagoano, na parte central do Estado, entre a latitude 9°75'25" Sul e longitude 36°60'11" Oeste. Abrange uma área de 410 km<sup>2</sup>, possui uma população aproximada de 215.000 habitantes e densidade demográfica de 600,2 hab./km<sup>2</sup>, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2010).

Os procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa consistiram em quatro fases distintas: caracterização do perfil climático de Arapiraca, análise das recomendações construtivas indicadas pelas Planilhas de Mahoney, definição do padrão do regime de ventos e precipitação e indicação de estratégias bioclimáticas urbanas para o município.

### **2.1 Perfil climático de Arapiraca**

Esta fase se desenvolveu em quatro etapas. A primeira etapa correspondeu à revisão bibliográfica e documental relativa ao clima e à região Agreste de Alagoas. Nesta etapa, foram levantados dados do comportamento dos elementos do clima, caracterização do perfil climático e clima urbano.

Concomitante à etapa de revisão bibliográfica, foi feito levantamento e tabulação dos dados climáticos de Arapiraca no período de maio de 2008 a abril de 2015. Estas informações foram obtidas por meio da estação meteorológica do INMET (Latitude: -9.80417°, Longitude: -36.6189°, Altitude: 241.00m) com o objetivo de consolidar banco de dados climático para o município de Arapiraca. Estes dados correspondem aos valores horários das seguintes variáveis: temperaturas do ar (máxima, mínima e instantânea), umidade do ar (máxima, mínima e instantânea) e precipitação.

Na terceira etapa, foi feito tratamento estatístico que consistiu na obtenção das máximas, mínimas e médias diárias e mensais dos valores de temperatura do ar e umidade relativa do ar, totais pluviométricos diários e mensais. A partir dos dados mensais obtidos, foram geradas as médias de cada variável (temperatura mínima, média, etc.) para cada mês do ano durante o período 7 anos: de maio de 2008 a abril de 2015.

Por fim, foram gerados gráficos com comportamento das variáveis analisadas em escala temporal mensal, cujas análises permitiram compreender o perfil climático do município de Arapiraca.

### **2.2 Planilhas de Mahoney**

Após o tratamento estatístico, as Planilhas de Mahoney foram preenchidas com os dados de Arapiraca (médias mensais do período de maio de 2008 a abril de 2015) quanto à temperatura média máxima, temperatura média mínima, amplitude média, umidade relativa média máxima, umidade relativa média mínima, umidade relativa média, grupo higrométrico, precipitação pluviométrica média, limites de conforto diurno mínimos e máximos, stress térmico diurno, limites de conforto noturno mínimos e máximos e stress térmico noturno, além da maior e da menor temperaturas médias, a temperatura média anual a amplitude térmica média anual e a precipitação pluviométrica anual, conforme requerido pela planilha, a fim de se obter as recomendações construtivas.

## **2.3 Padrão do regime de ventos e precipitação**

O estudo do regime de ventos foi realizado a partir dos dados provenientes da estação automática do INMET, com o objetivo de consolidar um banco de dados para a cidade.

Os dados de velocidade média, direção e rajadas de vento foram organizados em arquivos mensais com o Software Microsoft Office Excel, foram convertidos em arquivos de extensão ".sam" e utilizados no Software WRPLOT View® Freeware, versão 7.0.0.

### **Direção predominante do vento**

Através do WRPLOT View® Freeware, foram gerados dados percentuais da ocorrência de cada direção para todos os meses do ano e organizados em planilhas, de modo a facilitar a visualização e análise.

Foram produzidos, também, gráficos do tipo rosa dos ventos para apontar a frequência média mensal da direção do vento e seu vetor resultante. Estes ventos foram denominados de acordo com a escala de Beaufort, que classifica os ventos de acordo com a velocidade de atingem.

### **Velocidade média do vento**

Os valores de velocidade média mensal do vento foram extraídos do programa WRPLOT View® Freeware e organizados em uma planilha anual e outra por intervalos horários de três horas, possibilitando a análise do comportamento dos ventos nas escalas anual, mensal, sazonal e horária.

Com o Microsoft Office Excel, foram gerados gráficos mensais do tipo rosa dos ventos que mostram a frequência média da velocidade do vento e outros que mostram a frequência média mensal da velocidade máxima do vento (rajadas).

### **Precipitação**

Ainda utilizando o software WRPLOT View® Freeware, foram gerados gráficos do tipo rosas de chuva, que indicam a direção e índice de precipitação em mm, de acordo com a escala de classificação utilizada por Leite *et. al.* (2011) na análise da frequência e da intensidade das chuvas em Ponta Grossa-PR, como mostra a Tabela 1:

**Tabela 1 – Classificação da Intensidade de Precipitação (CIP) de acordo com o Índice de Precipitação (IP) em mm.**

CIP	IP (mm)
Chuvisco	0,1 - 2,5
Chuva fraca	2,5 - 10,0
Chuva moderada	10,0 - 25,0
Chuva forte	25,0 - 50,0
Chuva extrema	> 50,0

**Fonte:** LEITE et. al. (2011).

Também foram tabeladas informações acerca da direção horária das chuvas em intervalos de 3 em 3 horas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

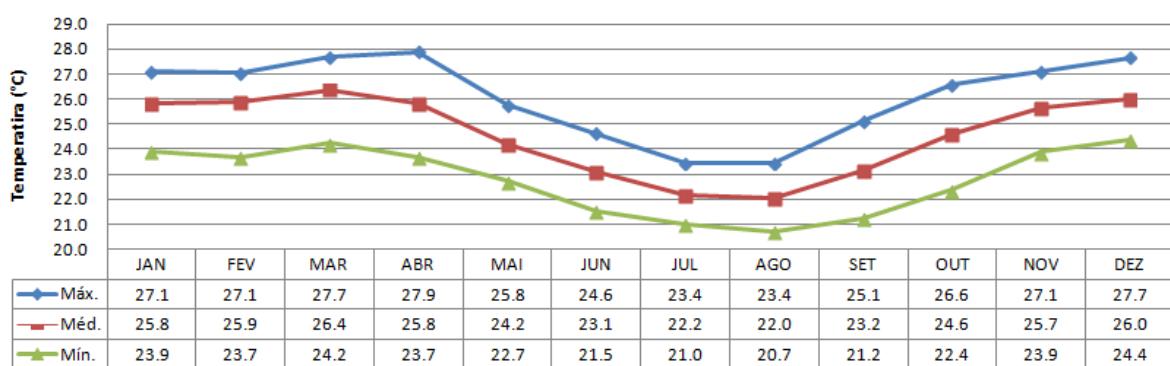
#### 3.1 Análise da caracterização climática de Arapiraca

Abaixo são apresentados os resultados obtidos a partir do tratamento e das análises dos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da estação climática automática localizada no município de Arapiraca-AL.

##### Temperatura do ar

Sabe-se que dentre os elementos climáticos, a temperatura do ar é a que promove maiores efeitos diretos e significativos sobre a maioria dos processos fisiológicos que ocorrem no ser humano. O gráfico 1 mostra o comportamento das temperaturas médias registradas no município de Arapiraca para o período de maio de 2008 a abril de 2015.

**Gráfico 1 – Comportamento anual da variável temperatura média do ar.**



**Fonte:** Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, adaptado pelas autoras.

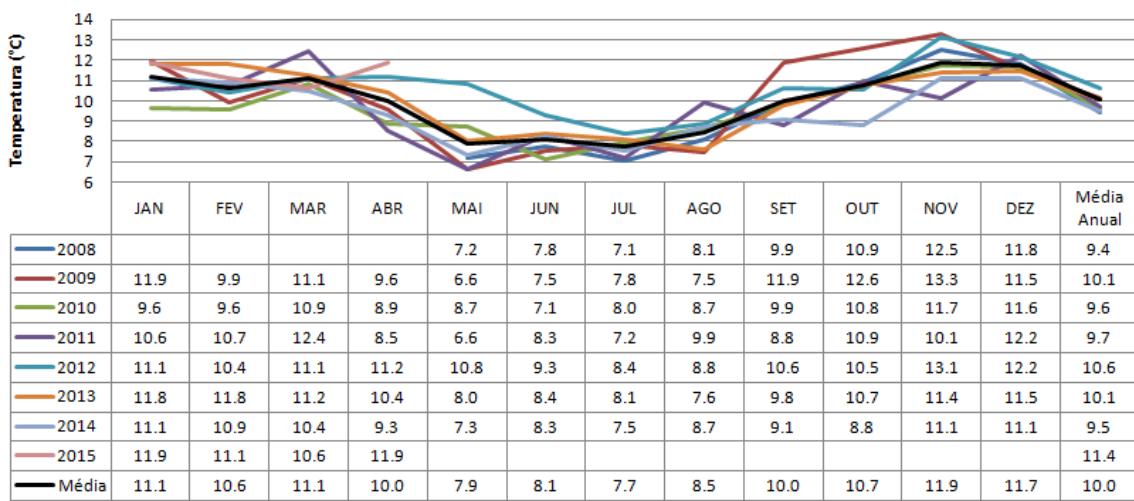
Analizando o gráfico 1, verificou-se temperaturas menores entre os meses de agosto, julho, setembro e junho, respectivamente, com valores médios mínimos de 20,7°C, 21°C, 21,2°C e 21,5°C. Os meses com os menores valores absolutos de temperatura foram agosto, com menor mínima de 16,5°C, e julho e setembro, ambos com menores mínimas de 16,8°C.

O gráfico 1 mostra ainda que os meses mais quentes coincidem com o período de verão: dezembro a abril. Estes meses apresentaram valores de temperatura média máxima próximos de 28°C. Os meses mais quentes foram dezembro, abril, novembro e março, respectivamente, cujos valores de temperatura máxima absoluta ficaram em torno dos 36°C. A temperatura média variou entre 22°C e 26,4°C.

##### Amplitude térmica

Sabe-se que a amplitude térmica é dada pela diferença entre a maior e a menor temperatura do ar registrada, em um determinado período de tempo, que pode ser anual, mensal ou diária. Assim, foi possível perceber que a partir do mês de julho, há um acréscimo no valor da amplitude térmica, enquanto nos meses de maio, setembro, outubro e novembro, a amplitude média variou de forma significativa ao longo dos 6 anos analisados, mas, em geral, a amplitude térmica média mensal se manteve entre 8°C e 12°C, com exceção de abril e julho, com médias de 7,9°C e 7,7°C, respectivamente, como visto no gráfico 2.

**Gráfico 2 - Variação da amplitude térmica.**

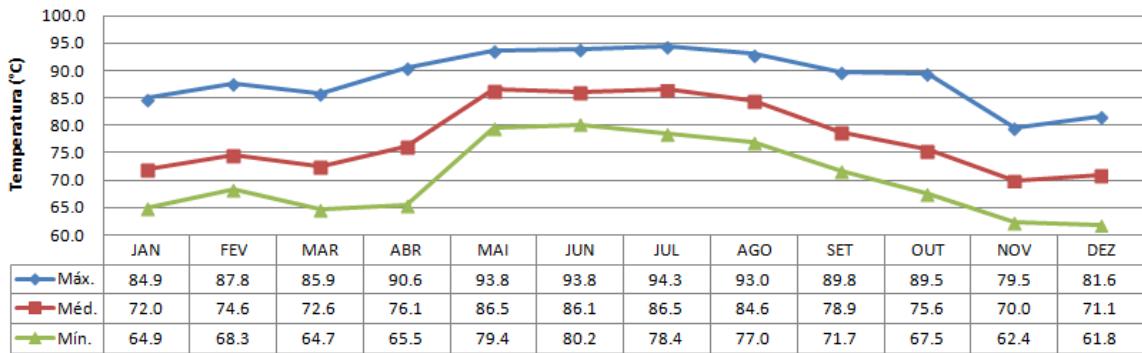


**Fonte:** Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, adaptado pelas autoras.

### Umidade do ar

O gráfico 3 representa os valores de variação da umidade relativa do ar ao longo dos sete anos estudados - maio de 2008 a abril de 2015.

**Gráfico 3 - Comportamento anual da variável umidade relativa média do ar.**



**Fonte:** Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, adaptado pelas autoras.

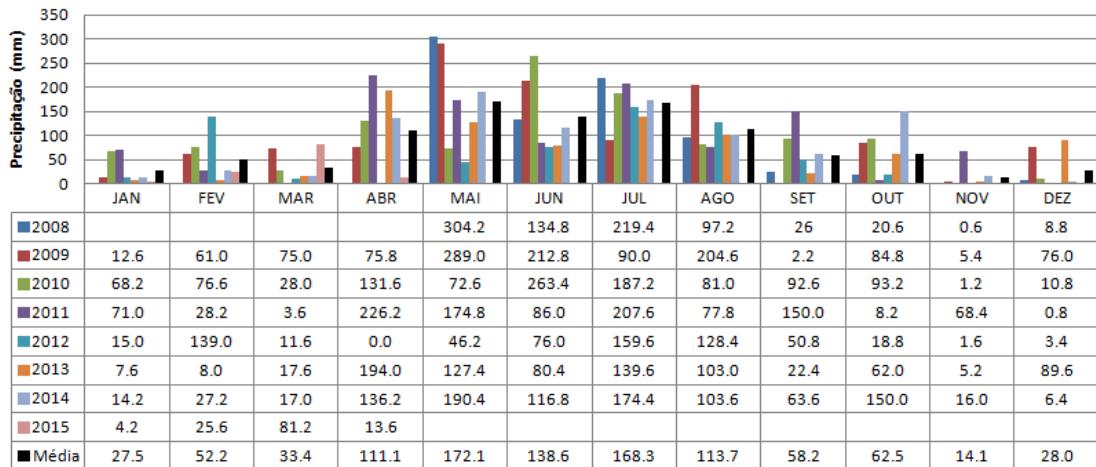
Com base na análise dos dados do gráfico 3, foi possível perceber que o comportamento da umidade relativa do ar apresenta valores mais altos entre os meses de maio a agosto (com percentual de umidade relativa média acima de 80%) e mais baixos no período de novembro e março, período que coincide com altas amplitudes térmicas e baixos valores de precipitação.

O gráfico mostra ainda que o máximo valor médio de UR foi apresentado no mês de julho com média de 94,3%, enquanto que o mínimo valor médio foi apresentado no mês de dezembro com média de 61,8%.

### Pluviosidade

Arapiraca mostra-se com uma pluviosidade irregular, onde os totais pluviométricos anuais variam bastante através dos anos, como pode ser visto no gráfico 4.

**Gráfico 4 - Comportamento pluviométrico avaliado ao longo dos anos. Fonte de dados: INMET**



**Fonte:** Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, adaptado pelas autoras.

A distribuição das chuvas no município de Arapiraca mostra-se com um regime de chuvas concentradas principalmente nos meses de maio, junho e julho, apresentando valores que chegaram a passar de 300 mm (maio de 2008).

A análise permitiu ainda observar que maio foi o mês mais chuvoso em Arapiraca (média de 172,1mm), seguidos do mês de julho (168,3mm) e junho (138,6mm), confirmando a dinâmica regional. Foi possível analisar, ainda, outras características em relação ao comportamento pluviométrico. Novembro, dezembro, janeiro e março foram os meses que não apresentaram registros de chuvas acima de 100 mm. Em meio a isso, novembro foi o mês que apresentou os menores índices de pluviosidade (média de 14,1mm).

### 3.2 Recomendações construtivas e urbanísticas a partir das Planilhas de Mahoney

Em seguida, foi realizada a verificação das recomendações construtivas para Arapiraca segundo as Planilhas de Mahoney. Estas recomendações podem ser vistas no quadro 1:

**Quadro 1 – Quadro síntese das recomendações construtivas e urbanísticas segundo a Planilha de Mahoney para a cidade de Arapiraca-AL**

Parâmetros	Recomendações
1. Traçado ou implantação	Os edifícios devem ser orientados segundo eixo longitudinal Leste-Oeste, com as fachadas principais na orientação Norte-Sul, a fim de reduzir a exposição ao Sol.
2. Espaçamento entre construções	Os edifícios devem prever grandes espaçamentos entre si, mas com proteção contra vento quente ou frio.

<b>3.</b>	<b>Circulação de ar</b>	Edifícios com orientação simples, com aberturas que permitam circulação de ar permanente favorecendo a ventilação cruzada.
<b>4.</b>	<b>Dimensão das aberturas</b>	As aberturas devem ser intermediárias, com área equivalente entre 20% a 35% da área da fachada, nas fachadas voltadas à direção predominante do vento.
<b>5.</b>	<b>Posição das aberturas</b>	Abertura nas paredes norte e sul, à altura do corpo humano, do lado exposto ao vento.
<b>6.</b>	<b>Proteção das aberturas</b>	As aberturas devem ser protegidas da insolação direta.
<b>7.</b>	<b>Paredes e pisos</b>	As construções devem ser maciças, com tempo de transmissão térmica superior a 8 horas.
<b>8.</b>	<b>Cobertura</b>	A cobertura da edificação deve ser leve e bem isolada.

**Fonte:** Elaborado pelas autoras.

Estas indicações tanto são úteis para promover o conforto térmico a nível arquitetônico, quando fala sobre as dimensões das aberturas, por exemplo, quanto podem influenciar no desenho urbano, quando fala sobre o traçado e a disposição das edificações, por exemplo.

### 3.3 Análise do regime de ventos e precipitação

#### Direção predominante do vento

A partir da análise dos dados coletados, tem-se que as orientações Leste (E) e Sudeste (SE) ocorrem com maior frequência na cidade de Arapiraca, sendo a direção Leste (E) predominante, com 41,36% de ocorrências, e a Sudeste (SE) secundária, com 29,04%.

A direção predominante do vento foi caracterizada por meio da análise de frequência de ocorrência mensal das observações diárias, para cada mês do ano. A partir dos dados gerados pelo WRPLOT View® Freeware foi possível observar predominância dos ventos provenientes da direção Leste (E), no período de outubro a abril, e da direção Sudeste (SE), no período de maio a setembro.

#### Velocidade média do vento

A Tabela 2 apresenta os dados de velocidade média mensal do vento, em m/s, tomados a 3 m do solo, no município de Arapiraca-AL, no período de maio de 2008 a abril de 2015. A partir dos dados observa-se que os ventos em Arapiraca possuem velocidade média anual de 2,62 m/s. As maiores velocidades médias foram observadas no período de verão (novembro a janeiro) e as menores médias no período de inverno (maio a julho), estes resultados convergem com os encontrados por Munhoz e Garcia (2008) no estudo da caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a cidade de Ituverava-SP, mas diverge dos resultados de Gois e Baltrusch (2013) no estudo da caracterização da direção predominante e da velocidade média do vento para Bandeirantes-PR.

**Tabela 2 – Velocidade média mensal do vento (m/s) a 3 m do solo, no município de Arapiraca-AL, no período de maio de 2008 a abril de 2015.**

Ano	Mês												Média anual
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
<b>2008</b>	-	-	-	-	1,84	2,00	2,21	2,18	2,62	3,19	4,11	3,68	2,415
<b>2009</b>	3,48	2,93	2,96	2,35	1,81	1,95	1,99	2,24	4,27	3,55	4,33	3,38	2,945
<b>2010</b>	2,76	2,64	2,57	1,83	1,49	1,90	1,98	2,03	2,53	2,77	3,58	3,34	2,55
<b>2011</b>	2,67	2,70	2,71	1,95	1,79	1,46	1,72	1,91	2,23	2,84	3,09	3,52	2,45
<b>2012</b>	3,17	2,88	2,76	2,27	2,26	1,88	1,90	2,08	2,46	3,07	3,93	3,62	2,61
<b>2013</b>	3,83	3,39	3,25	2,56	1,73	1,69	1,71	1,40	2,09	2,83	3,25	3,59	2,695
<b>2014</b>	2,88	2,75	2,84	2,16	1,60	1,84	1,90	1,99	2,53	2,94	3,07	3,24	2,64
<b>2015</b>	3,27	3,03	2,79	2,59	-	-	-	-	-	-	-	-	2,91
<b>Média</b>	3,17	2,88	2,79	2,27	1,79	1,88	1,9	2,03	2,53	2,94	3,58	3,52	2,625

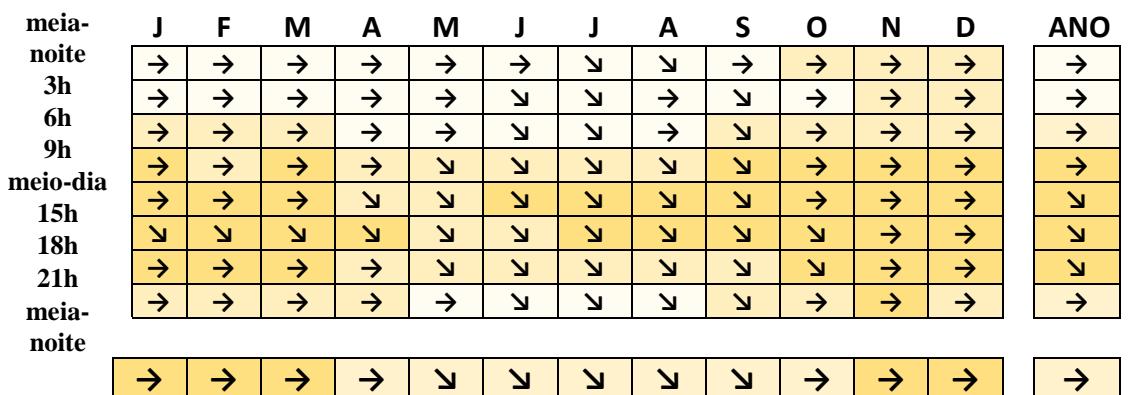
**Fonte:** Elaborada pelas autoras.

### Rosa de chuvas

De acordo com as rosas de chuva geradas através do software WRPLOT View® Freeware, tem-se que as direções em que a chuva provém são Leste (E) e Sudeste (SE), sendo Leste predominante nos meses de outubro a abril e Sudeste de maio a setembro. Os meses de dezembro a fevereiro, mesmo não sendo o período de inverno, apresentam chuvas de maior intensidade.

### Diagrama de ventos e diagrama de direção das chuvas

As Figuras 1 e 2 apresentam, respectivamente, em forma de diagrama, os resultados já apresentados para o regime de ventos e chuvas, em Arapiraca-AL, porém, divididos em intervalos horários, de modo a oferecer praticidade aos arquitetos no momento de locar, dimensionar e proteger aberturas em edificações.



Legenda:

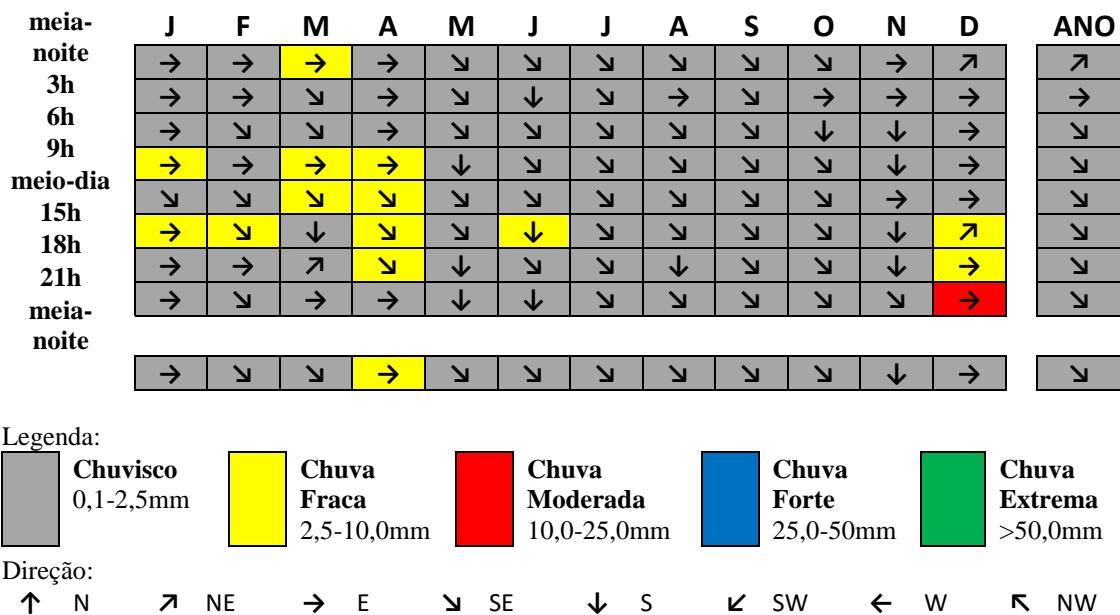
Velocidade:

	<b>Aragens</b> 0,3-1,5 m/s		<b>Fraco</b> 1,6-3,3 m/s		<b>Bonançoso</b> 3,4-5,4 m/s		<b>Moderado</b> 5,5-7,9 m/s		<b>Fresco</b> 8,0-10,7 m/s
--	-------------------------------	--	-----------------------------	--	---------------------------------	--	--------------------------------	--	-------------------------------

Direção:

↑ N      ↗ NE      → E      ↙ SE      ↓ S      ↙ SW      ← W      ↙ NW

**Figura 1 – Diagrama de regime de ventos horário, em Arapiraca-AL.**



**Figura 2 – Diagrama de direção e intensidade de chuvas em Arapiraca-AL**

### 3.4 Recomendações urbanísticas

Analisando os dados obtidos pelo estudo do clima e da ventilação, foi possível perceber que, de modo geral, Arapiraca possui duas estações climáticas distintas: uma quente e seca e outra quente e úmida.

Percebeu-se que o estabelecimento de diretrizes projetuais que contemplam o conforto térmico em escala urbana se mostra de fundamental importância para o traçado urbano do município, pois, entre outras coisas, com a correta orientação das vias e edificações, o projetista pode melhorar a eficácia da ventilação urbana.

Para garantir um maior aproveitamento dos ventos, faz-se necessário o desenho de malhas urbanas em que as vias principais coincidam com as orientações onde exista a predominância do vento (Leste e Sudeste), permitindo maior fluidez dos ventos por estas e direcionando-o para as vias secundárias.

Outra maneira de potencializar o proveito da ventilação natural é através do uso das estratégias de porosidade e rugosidade nas edificações. Esta, garantindo que os edifícios da área possuam diferentes níveis de altura para que o vento possa fazer diversos movimentos sobre o tecido urbano e aquela assegurando consideráveis espaçamentos entre tais edificações, para que, ao mover-se sobre a superfície delas, o vento penetre por esses espaços e adentre as edificações.

Por conta de fatores como o alto custo de execução e manutenção, por exemplo, o uso de espelhos d'água é uma estratégia de resfriamento evaporativo pouco viável para um município como Arapiraca, enquanto a vegetação apresenta uma série de vantagens para qualquer cidade que necessite deste tipo de estratégia.

Para isto, é preciso, primeiramente, uma escolha minuciosa das espécies de vegetação adequadas ao clima local e, então, a indicação dos melhores locais onde estas espécies podem ser posicionadas. Assim, podem transmitir a umidade necessária ao clima seco e sombrear as áreas comuns urbanas.

Os locais apropriados para locação desta vegetação em Arapiraca são os espaços destinados a praças, por conterem grandes áreas não edificadas e as calçadas, para proporcionar sombreamento neste espaço que possui grande fluxo de pedestre pedestres.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base no estudo das características e das variantes climatológicas locais é possível observar que a cidade de Arapiraca possui um clima composto basicamente de duas estações, que podem ser descritas como: úmida, período em que as temperaturas do ar são menos elevadas, a umidade relativa do ar é alta e a amplitude térmica apresenta pequena variação entre o período noturno e diurno; e seca, quando as temperaturas atingem níveis relativamente altos, a umidade do ar é menor e a amplitude térmica entre o período noturno e diurno é significativamente alta.

Arapiraca possui ventos com direções predominantes Leste (E) e Sudeste (SE), respectivamente, seguidas pelos períodos de calmaria. Sendo a direção Leste (E), a mais frequente no período de outubro a abril, e Sudeste (SE), no período de maio a setembro.

No que se refere a velocidade, as maiores médias foram percebidas no período de verão (novembro a janeiro) e as menores médias no período de inverno (maio a julho). Diariamente, foi observado que os períodos mais quentes do dia possuem ventos de maior velocidade. As maiores velocidades máximas (rajadas de vento) foram registradas nos meses de outubro a abril.

As chuvas, no município, provêm das direções Leste (E) e Sudeste (SE), bem como os ventos. Os meses de dezembro a fevereiro apresentam as maiores intensidades de precipitação. Estas informações são de grande relevância, uma vez que não existem estudos acerca da precipitação local voltados para a arquitetura.

A relação de desconforto por calor é de 41,7%, ocorrendo apenas durante o dia, de setembro a junho. Ou seja, durante este período, o clima de Arapiraca não pode promover um ambiente construído interno confortável sem gasto de energia. Desta forma, as exigências construtivas para Arapiraca indicadas pelas tabelas de Mahoney tem apenas estratégias de resfriamento passivo. Arapiraca não apresentou desconforto por frio.

Contudo, as planilhas de Mahoney têm certas limitações. O clima de Arapiraca é quente, de modo que seus habitantes não apenas tem certa adaptação ao calor, como também tem menos tolerância no ambiente frio. Logo, pode haver algum erro para a avaliação do inverno em que o desconforto por frio pode ser maior que o 0% sugerido.

Tais dados proporcionarão praticidade no processo de projetar e melhor qualidade aos projetos da região, já que, tendo conhecimento acerca dos condicionantes climáticos, pode-se adotar estratégias que se adequam melhor as necessidades do clima local.

Esta pesquisa alcançou seu objetivo de traçar estratégias bioclimáticas para o município de Arapiraca, podendo as recomendações serem utilizadas como embasamento para profissionais que pretendam projetar de acordo com a bioclimatologia. Porém, deve-se repetir este trabalho quando uma quantidade maior de dados estiver disponível a fim de se obter resultados mais fieis à realidade.

## **5 REFERÊNCIAS**

- Assis, E. S. de. **A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória.** (2005) In: ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8. Maceió, 2005. Anais... São Paulo: ANTAC/UFAL, 2005. (CD-ROM).
- Barbirato, G. M. (2007) **Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos.** Maceió: EDUFAL. 164 p.
- Bogo, A., Pietrobon, C. E., Barbosa, M. J., Goulart, S., Pitta, T. e Lambertz, R. (1994) **Bioclimatologia Aplicada ao Projeto de Edificações Visando o Conforto Térmico.** Relatório. Santa Catarina. Disponível no endereço eletrônico <[http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios\\_pesquisa/RP\\_Bioclimatologia.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios_pesquisa/RP_Bioclimatologia.pdf)>. Acesso em 07 de outubro de 2013.
- Correia, W. F. B. e Barbirato, G. M. (2013) **Arquitetura e clima no contexto do Semiárido Nordestino: Respostas construtivas com vistas ao conforto térmico e eficiência energética.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12. Brasília, 2013. Anais... Brasília: 2013 (CD-ROM).
- IBGE. (2010) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.**
- Rocha, L. M. V. e Souza, L. C. L. (2011) **Contribuição da vegetação e permeabilidade do solo para o ambiente térmico em avenidas de fundo de vale.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11. Búzios, 2011. Anais... Búzios: ANTAC, 2011 (CD-ROM).
- Frota, A. B. (2001) **Manual de conforto térmico.** São Paulo: Studio Nobel.
- Higueras, E. (2006) **Urbanismo bioclimático.** Barcelona: Gustavo Gili. 242 p.
- Leite, M. L., Adacheski, P.A. e Virgens Filho, J. S. (2011) **Análise da frequência e da intensidade das chuvas em Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período entre 1954 e 2001.** Universidade Estadual de Ponta Grossa. Maringá, v. 33, n. 1, p. 57-64.
- Munhoz, F. C. e Garcia, A. (2008) **Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava-SP.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.1, 30-34.
- Passos, I. C. S. **Clima e arquitetura habitacional em Alagoas :** estratégias bioclimáticas para Maceió, Palmeira dos Índios e Pão de Açúcar. (2009) 173 f. Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo : Dinâmicas do Espaço Habitado) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Maceió.