



XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

INTENSIDADE E DIREÇÃO PREDOMINANTE DE VENTOS E PRECIPITAÇÃO NO AGRESTE ALAGOANO

Ana Maria L. A. Nunes (1); Mônica F. Silva (2); Gianna M. Barbirato (3); Ricardo V. R. Barbosa (4)

(1) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, amnunes.arq@gmail.com

(2) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, monica_fers@hotmail.com

(3) Dr^a, Professora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, gmb@ctec.ufal.br

(4) Dr., Professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, rvictor@arapiraca.ufal.br
Universidade Federal de Alagoas - Campus A. C. Simões, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design – FAUD, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Maceió-AL, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro dos Martins, CEP 57.072-900

RESUMO

A ventilação natural é uma das principais estratégias recomendadas para a promoção do conforto térmico em edificações. O conhecimento de suas direções e velocidades predominantes fundamenta o planejamento dos arranjos construtivos urbanos e a orientação e dimensionamento de aberturas de edificações. Deste modo, o objetivo geral deste trabalho é fornecer informações para projetos de edificações quanto a aberturas para aproveitamento da ventilação natural e necessidade de proteção das mesmas contra penetração de chuvas, na região do Agreste alagoano, tendo como áreas de estudo as cidades de Arapiraca e Palmeira dos Índios. A metodologia foi desenvolvida de acordo com as seguintes etapas: obtenção e tabulação dos dados climáticos; tratamento estatístico e inserção dos dados no software WRplot; e criação e interpretação de gráficos e tabelas. A análise para Arapiraca mostrou que: a direção predominante dos ventos é a leste; a velocidade principal dos ventos ocorre entre 1,6 a 3,4m/s (fraco); e as chuvas incidentes vêm principalmente da direção sudeste. O estudo para Palmeira dos Índios revelou que: a direção predominante dos ventos é a leste; a frequência da velocidade dos ventos foi maior entre a faixa de 1,6 a 3,4m/s (fraco); e a direção predominante de ocorrência das chuvas é a leste. A análise da ventilação revelou que as direções dos ventos predominantes e secundários variam ao longo do ano de maneira aproximada em cada localidade, enquanto a precipitação se mostrou concentrada entre os meses de abril a meados de setembro para ambas as cidades.

Palavras-chave: ventilação natural, precipitação, Arapiraca, Palmeira dos Índios.

ABSTRACT

Natural ventilation is one of the main strategies recommended for the promotion of thermal comfort in buildings. The knowledge of their predominant directions and speeds supports the planning of urban construction arrangements and the orientation and sizing of building openings. Thus, the general objective of this work is to provide information for building projects regarding openings for the use of natural ventilation and the need to protect them from rainfall penetration in the region of Agreste from Alagoas, having as fields of study the cities of Arapiraca and Palmeira dos Índios. The methodology was developed according to the following steps: collection and tabulation of climate data; statistical treatment and data insertion in the WRplot software; and creation and interpretation of graphs and tables. The analysis for Arapiraca showed that: the predominant wind direction is to the east; the main wind speed occurs between 1.6 and 3.4 m/s (weak); and the incident rains come mainly from the southeast direction. The study for Palmeira dos Índios revealed that: the predominant wind direction is to the east; the frequency of wind speed was higher between the range of 1.6 to 3.4m/s (weak); and the predominant direction of occurrence of rainfall is to the east. Ventilation analysis revealed that the predominant and secondary wind directions vary throughout the year in an approximate manner in each location, while precipitation was concentrated between the months of April and mid-September for both cities.

Keywords: natural ventilation, precipitation, Arapiraca, Palmeira dos Índios.

1. INTRODUÇÃO

A ventilação natural é uma das principais estratégias recomendadas para a promoção do conforto térmico em edificação devido à sua capacidade de remover o calor acumulado nos ambientes, conservar o ambiente livre de impurezas, facilitar as trocas térmicas do corpo humano com o ambiente, resfriar a estrutura da edificação, entre outros (LAMBERTS, 2011).

Apesar da região Nordeste brasileira estar sobre o regime dos ventos alísios, "originários nas regiões subtropicais de alta pressão, [...] dirigindo-se para [...] NO, no hemisfério sul" (FROTA, 2001, p. 63), este regime de ventos pode variar de acordo com a influência da topografia local, que pode formar barreiras, desviando a direção e alguns outros fatores climáticos, como as diferenças de temperaturas.

Por isso, é necessário que se conheça a direção predominante e as velocidades dos ventos a fim de fundamentar o planejamento dos arranjos construtivos urbanos e orientação e dimensionamento das aberturas das edificações, de forma a aproveitar a ventilação natural como estratégia passiva de conforto térmico, além de possibilitar utilização de mecanismos de proteção contra chuvas intensas.

Vários autores realizaram estudo do regime de ventos em diversas cidades do Brasil. Silva *et al.* (1997) realizaram estudos sobre direção e velocidade dos ventos em Pelotas-RS e concluíram que a direção predominante dos ventos varia de acordo com a estação do ano, porém, naquela cidade, há uma grande incidência de ventos de direção nordeste (NE) em todas as estações do ano.

Relacionando temperatura local e velocidade dos ventos no município de Camará-PR, Wagner *et al.* (1989) obtiveram as maiores velocidades médias nos meses de outubro e novembro (com temperaturas mais elevadas) e as menores velocidades médias em maio e junho (com temperaturas mais amenas).

Arapiraca e Palmeira dos Índios, cidades pertencentes ao Agreste alagoano, possuem poucas informações sobre seu padrão de ventilação e precipitação voltadas para arquitetura. Porém, estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foram implantadas nas cidades em 2008 e 2007, respectivamente, possibilitando o estudo das variáveis com dados horários coletados diretamente das cidades. A presente pesquisa busca contribuir para o conhecimento do clima no semiárido alagoano e analisar estratégias bioclimáticas que possam ser empregadas em cidades localizadas nessa região, cujos estudos climáticos são ainda incipientes, tomando a cidade de Arapiraca (AL) como estudo de caso.

2. OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é fornecer informações para projetos de edificações quanto a aberturas para aproveitamento da ventilação natural e necessidade de proteção das mesmas contra a penetração de chuvas. Este, tornou-se possível através dos seguintes objetivos específicos: realizar estudo do padrão de intensidade e direção predominantes de ventos e precipitação na região do Agreste alagoano; tomar as cidades de Arapiraca e Palmeira dos Índios como objeto de estudo; interpretar os dados climáticos das cidades estudadas.

3. CARACTERIZAÇÃO DAS CIDADES ESTUDADAS

A seguir, são apresentadas algumas características das cidades estudadas, por meio de levantamento de dados quantitativos e qualitativos.

3.1. Arapiraca

Arapiraca localiza-se na mesorregião do Agreste Alagoano, na parte central do estado de Alagoas, entre a latitude 9°75'25" Sul e longitude 36°60'11" Oeste. A cidade abrange uma área de 345,65km², possui uma população aproximada de 234.185 habitantes (estimativa para 2017) e densidade demográfica de 600,83hab/km² (IBGE, 2018a). O relevo arapiraquense apresenta poucas elevações, com altitudes principalmente entre 200 e 300 metros e o clima predominante é o semiárido.

3.2. Palmeira dos Índios

Palmeira dos Índios está localizada a Norte do estado e pertence a mesorregião do Agreste de Alagoas. Seu território abrange uma área de 450,96km² e sua população está estimada em 74.208 habitantes (para o ano de 2017), enquanto a densidade demográfica é de 155,44hab/km² (IBGE, 2018b). O território da cidade apresenta relevo com poucas elevações na sua porção sul, atingindo 300 metros de altitude, e bastantes acidentes nos seus limites ao norte, configurando o início do Planalto da Borborema, com altitudes próximas dos 700 metros e o clima é predominantemente subúmido seco, possuindo pequena área no semiárido.

4. MÉTODO

A metodologia deste trabalho foi desenvolvida de acordo com as seguintes etapas: obtenção e tabulação dos dados climáticos; verificação da disponibilidade de dados climáticos; tratamento estatístico dos dados climáticos; inserção dos dados no software WRplot; criação e interpretação de gráficos e tabelas.

4.1. Obtenção e tabulação dos dados climáticos

Os dados climáticos utilizados nesta pesquisa foram obtidos diretamente do site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET¹¹, coletados por estações meteorológicas automáticas do INMET implantadas nas cidades em estudo. A identificação de cada estação meteorológica, o período de abrangência e as informações sobre a locação das estações podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1 – Período de abrangência do banco de dados das cidades estudadas

Cidade	Estação	Início	Fim	Latitude	Longitude	Altitude
Arapiraca	A353	mai/08	dez/18	-9.804551°	-36.619198°	237m
Palmeira dos Índios	A327	ago/07	dez/18	-9.420334°	-36.620371°	278m

Foram obtidos dados de janeiro de 2009 a dezembro de 2018. Trata-se de dados horários de direção e velocidade (médias e máximas) de vento e totais pluviométricos. Todos os dados foram tabulados em planilhas do programa Microsoft Office Excel. Antes de serem inseridos no *software WRPlot View - Freeware*, os dados foram organizados da seguinte maneira: estação climática, ano em que o dado foi coletado, mês, hora, direção e velocidade média, respectivamente.

4.2. Verificação da disponibilidade de dados climáticos

Para que se tivesse uma base de dados confiável, os dados foram submetidos à verificação das lacunas, de modo a serem eliminados os meses e/ou anos em que as falhas foram superiores a 20% de dados horários, de acordo com recomendação da Organização Mundial de Meteorologia (WMO, 2011).

Em Arapiraca, os anos de 2017 e 2018 foram eliminados da análise por terem mais de 20% de dados faltantes, além de outros três meses distribuídos entre 2012 e 2016. Em Palmeira dos Índios, nenhum ano foi excluído da análise. Foram excluídos apenas 7 meses distribuídos entre os anos de 2011, 2013 e 2015.

4.3. Tratamento estatístico dos dados climáticos

Por meio de tratamento estatístico dos dados climáticos, foram identificadas características dos ventos nas cidades quanto a direção dominante, velocidade do ar e períodos de calmaria, nas escalas temporais diárias, mensais, sazonais e anuais. Ainda foram identificados os totais pluviométricos diários, mensais e anuais.

4.4. Inserção dos dados no programa WRplot View – Freeware

A ferramenta utilizada na análise dos dados de ventilação e de precipitação foi o programa *WRplot View – Freeware*. O programa importou o arquivo com extensão “.xls” contendo dados de velocidade média dos ventos, direção dos ventos e totais pluviométricos, gerou um arquivo no formato “.sam” e, a partir dele, confeccionou gráficos do tipo rosa dos ventos contendo as direções predominantes dos ventos e as faixas de velocidade em cada uma delas. Além disso, foram geradas rosas de chuvas exibindo as direções predominantes das chuvas e suas faixas de intensidade.

Devido ao *WRplot View* apenas importar arquivos no formato “.xls” (modo de compatibilidade), o programa limitou o número de anos analisados, uma vez que as planilhas em modo de compatibilidade apenas comportam 65.536 linhas. Nesta pesquisa, foram escolhidos os 7 anos completos com maior número de dados disponíveis para estudo, listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Anos selecionados para análise

Cidades	Anos selecionados						
Arapiraca	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Palmeira dos Índios	2009	2010	2012	2014	2016	2017	2018

¹¹ Endereço eletrônico: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>

4.5. Criação e interpretação de gráficos e tabelas

A partir dos valores descritivos do comportamento climático obtidos para cada cidade referentes a cada variável, foram gerados gráficos, cujas análises permitiram compreender os perfis climáticos dos municípios em estudo.

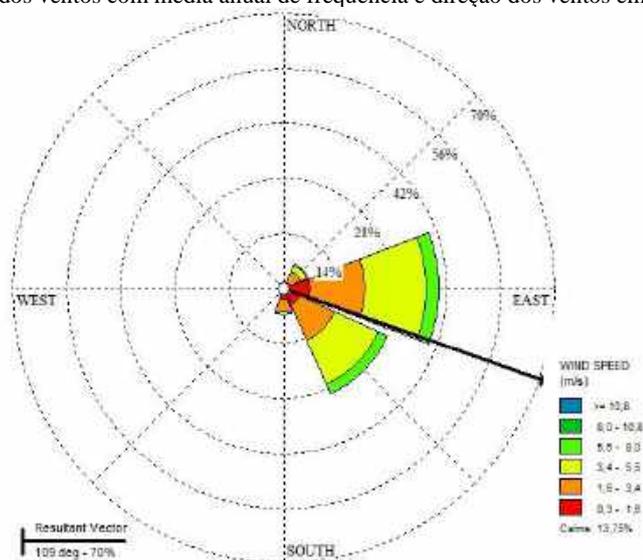
5. RESULTADOS

Aqui são expostos os principais resultados encontrados durante a pesquisa e as discussões pertinentes a eles. Os resultados são exibidos para cada cidade separadamente e, ao final, é apresentada uma síntese das informações alcançadas.

5.1. Arapiraca

A análise da ventilação da cidade de Arapiraca mostrou que a direção predominante dos ventos é a leste, enquanto a secundária é a sudeste, como visto no Gráfico 1. A velocidade do vento ocorre principalmente entre 1,6 a 3,4m/s (fraco) e 3,4 a 5,5m/s (bonaço), porém observa-se que em 13,75% do ano a velocidade do vento é insignificante, como visto no Gráfico 1. Além disso, o período em que a ventilação se caracterizou como aragem (0,3 a 1,6m/s) correspondeu a 18,7% das ocorrências, o que configura um período considerável onde a ventilação tem seu potencial de uso comprometido enquanto estratégia bioclimática.

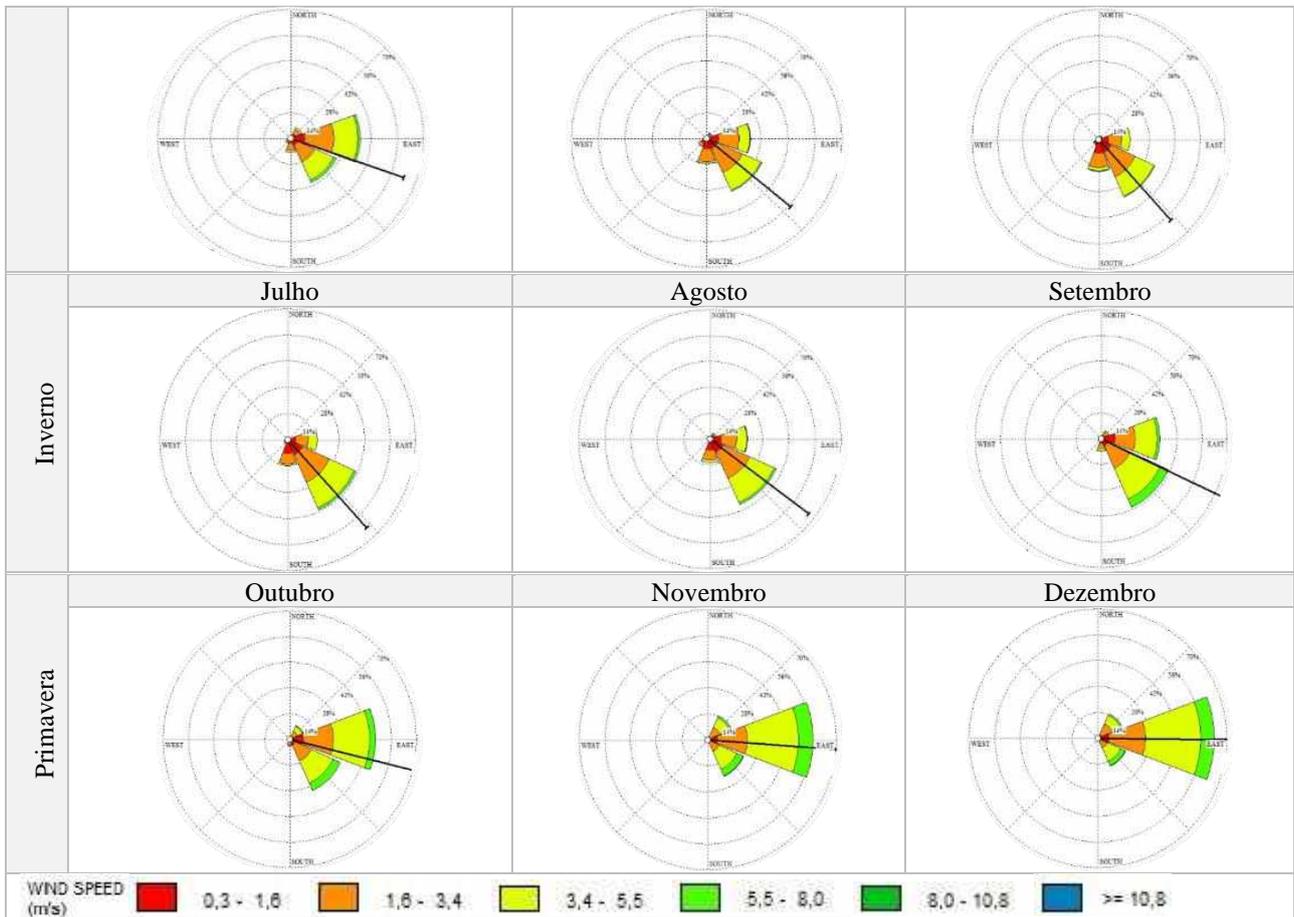
Gráfico 1 – Rosa dos ventos com média anual de frequência e direção dos ventos em Arapiraca



As rosas dos ventos mensais revelaram que, apesar da direção leste ser a predominante ao longo do ano e a secundária ser a sudeste, há uma alteração no comportamento da ventilação ao longo dos meses. Os ventos vindos da direção leste são mais frequentes nos meses do período seco (outubro a abril). Enquanto nos meses do período úmido (maio a setembro), a direção predominante dos ventos é a sudeste e a direção leste passa a ser secundária. As velocidades dos ventos diminuem durante o período úmido, como visto no Quadro 1.

Quadro 1 – Rosas dos ventos com médias mensais de frequência e direção dos ventos em Arapiraca

	Janeiro	Fevereiro	Março
Verão			
Outono	Abril	Maio	Junho



Ao aprofundar ainda mais a análise, percebe-se que o comportamento dos ventos também se altera de acordo com o período do dia. Entre 15h e 18h, a direção predominante dos ventos foi a sudeste durante quase todo o ano. Além disso, a velocidade do vento foi maior entre 9h e 18h, como observado na Figura 1.

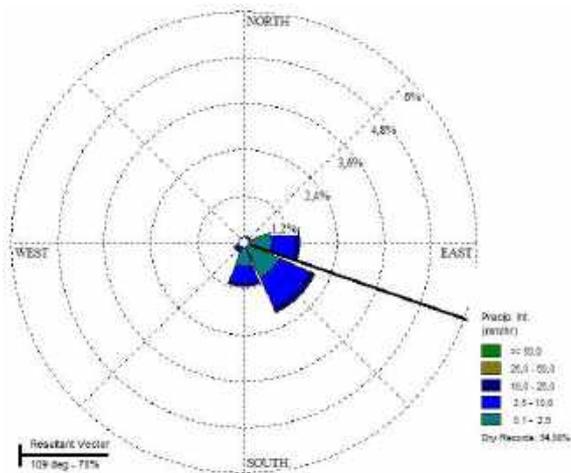
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
meia-noite	→	→	→	→	↘	↘	↘	↘	→	→	→	→	→
3h	→	→	→	→	↘	↓	↓	↘	→	→	→	→	→
6h	→	→	→	→	↘	↓	↓	↘	→	→	→	→	→
9h	→	→	→	→	↘	↓	↓	↘	→	→	→	→	→
meio-dia	→	→	→	→	↘	↓	↓	↘	→	→	→	→	→
15h	→	→	→	→	↘	↓	↓	↘	→	→	→	→	→
18h	↘	↘	↘	↘	↘	↓	↓	↘	↘	→	→	→	↘
21h	→	→	→	↘	↘	↘	↘	↘	↘	→	→	→	↘
meia-noite	→	→	→	→	↘	↘	↘	↘	↘	→	→	→	→

Legenda:
 Velocidade:
 Aragens 0,3-1,5 m/s Fraco 1,6-3,3 m/s Bonançoso 3,4-5,4 m/s Moderado 5,5-7,9 m/s Fresco 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

Quanto à precipitação, a rosa de chuvas anual de Arapiraca mostra que as chuvas incidentes vêm principalmente da direção sudeste, seguida da direção leste e sul respectivamente, como observado no Gráfico 2. A intensidade das chuvas se deu principalmente entre 0,1 a 2,5mm/h, caracterizada como chuvisco, seguida de 2,5 a 10mm/h, caracterizada como chuvas fracas segundo a escala de Leite *et al.* (2011).

Gráfico 2 – Rosa de chuva com média anual de totais pluviométricos e direção das chuvas em Arapiraca



A análise das rosas de chuvas mensais (Quadro 3) evidenciou que o período chuvoso tem início em abril e termina por volta de setembro. À exceção de abril, cuja direção predominante é a leste, nos demais meses do período úmido, a principal direção de incidência das chuvas é a sudeste, com a direção secundária alternando entre leste e sul.

Quadro 3 – Rosas de chuva com médias mensais de totais pluviométricos e direção das chuvas em Arapiraca

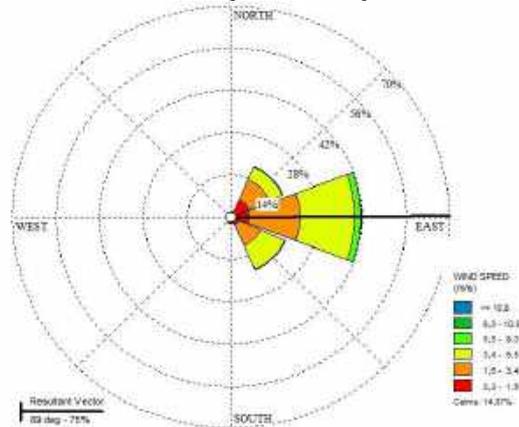
	Janeiro	Fevereiro	Março
Verão			
Outono	Abril	Maio	Junho
	Inverno	Julho	Agosto
Primavera		Outubro	Novembro



5.2. Palmeira dos Índios

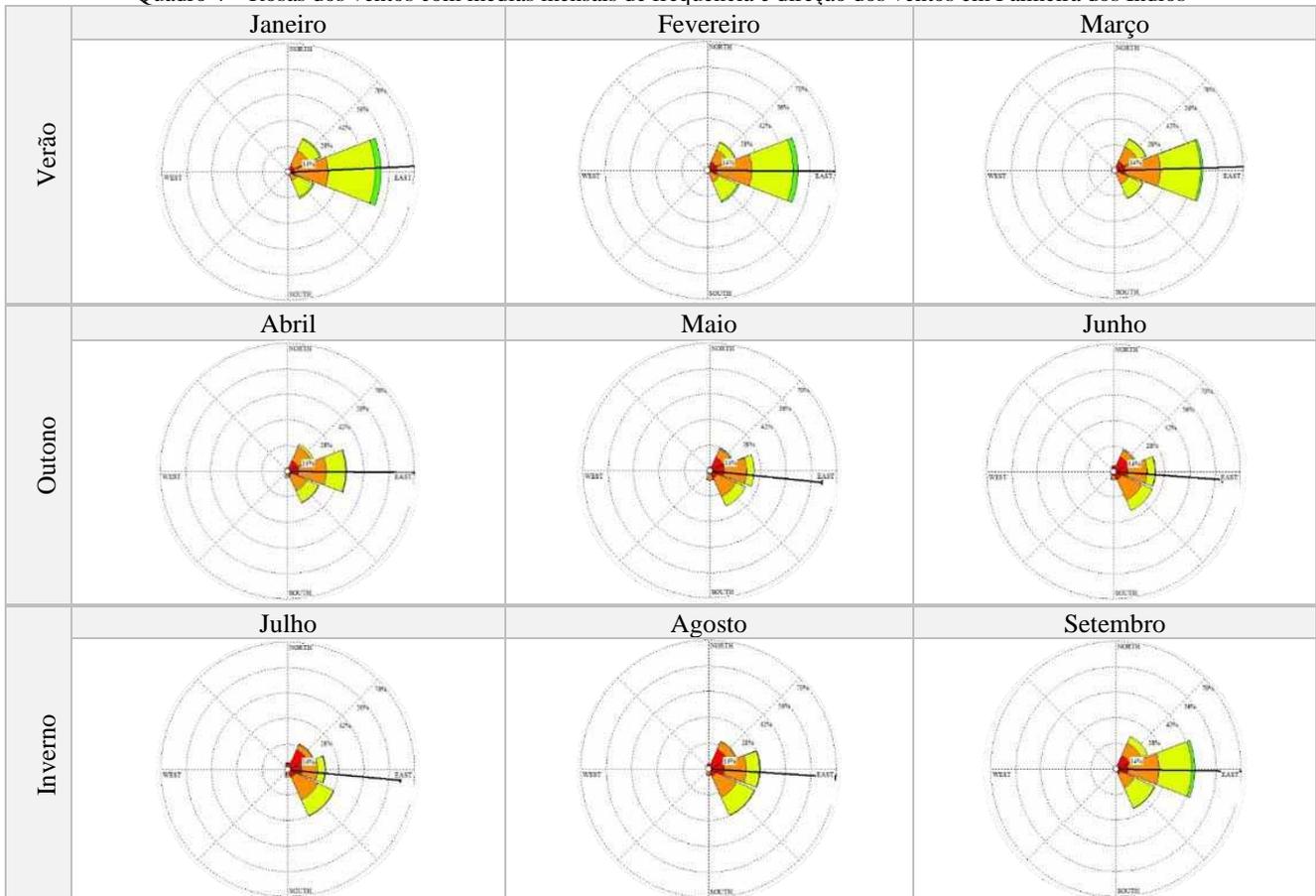
A rosa dos ventos referente a Palmeira dos Índios, revelou que a direção predominante de incidência dos ventos na cidade é a leste, seguida das direções sudeste e nordeste, respectivamente, como visto no Gráfico 3. A frequência da velocidade dos ventos foi maior entre a faixa de 1,6 a 3,4m/s (fraco) e de 3,4 a 5,5m/s (bonançoso). O período de calmaria correspondeu a 14,87% do período estudado, enquanto os ventos entre 0,3 a 1,6m/s (aragum) ocorreram em 18,9% do período.

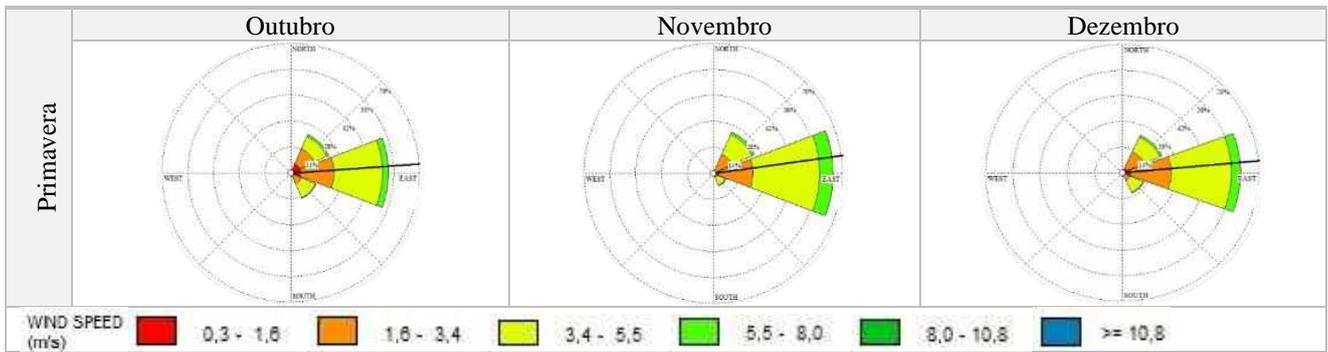
Gráfico 3 – Rosa dos ventos com média anual de frequência e direção dos ventos em Palmeira dos Índios



A análise mensal dos ventos de Palmeira dos Índios mostrou que, de setembro a maio (período seco), a direção predominante foi a leste com a secundária variando entre a sudeste e a nordeste. Nos meses de junho a agosto (período úmido), a direção predominante é a sudeste tendo a leste como secundária. A alteração do comportamento dos ventos a cada mês é observada nas rosas dos ventos mensais presentes no Quadro 4. Também é possível observar que as velocidades dos ventos diminuem durante o período úmido.

Quadro 4 – Rosas dos ventos com médias mensais de frequência e direção dos ventos em Palmeira dos Índios





Embora, de modo geral, as direções predominantes sejam leste nos meses mais secos, e sudeste, nos meses mais úmidos, a Figura 3 mostra que o padrão dos ventos também se altera ao longo do dia. Entre 6h e 9h e entre 18h e 21h, a direção predominante dos ventos foi a leste durante todo o ano. Entre 21h e 6h, os ventos predominantes podem ser os oriundos do nordeste nos meses mais úmidos. A velocidade do vento foi maior entre 9h e 18h.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
meia-noite	→	→	→	↗	↗	↗	↗	↗	→	→	→	→	→
3h	→	→	→	→	↗	→	↗	→	→	→	→	→	→
6h	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
9h	→	→	→	→	↘	↘	↘	↘	→	→	→	→	→
meio-dia	→	→	→	↘	↘	↘	↘	↘	→	→	→	→	↘
15h	→	→	→	↘	↘	↘	↘	↘	→	→	→	→	↘
18h	→	→	→	↘	↘	↘	↘	↘	→	→	→	→	↘
21h	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↘
meia-noite	→	→	→	→	↗	↗	↗	↗	→	→	→	→	→
	→	→	→	→	↘	→	↗	→	→	→	→	→	→

Legenda:

Velocidade:

	Aragens 0,3-1,5 m/s		Fraco 1,6-3,3 m/s		Bonafoso 3,4-5,4 m/s		Moderado 5,5-7,9 m/s		Fresco 8,0-10,7 m/s
--	-------------------------------	--	-----------------------------	--	--------------------------------	--	--------------------------------	--	-------------------------------

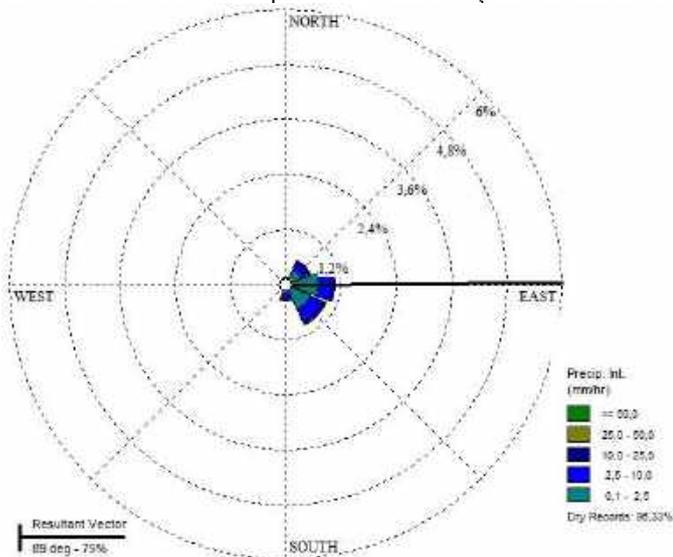
Direção:

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

Figura 3 – Diagrama de regime de ventos horário em Palmeira dos Índios

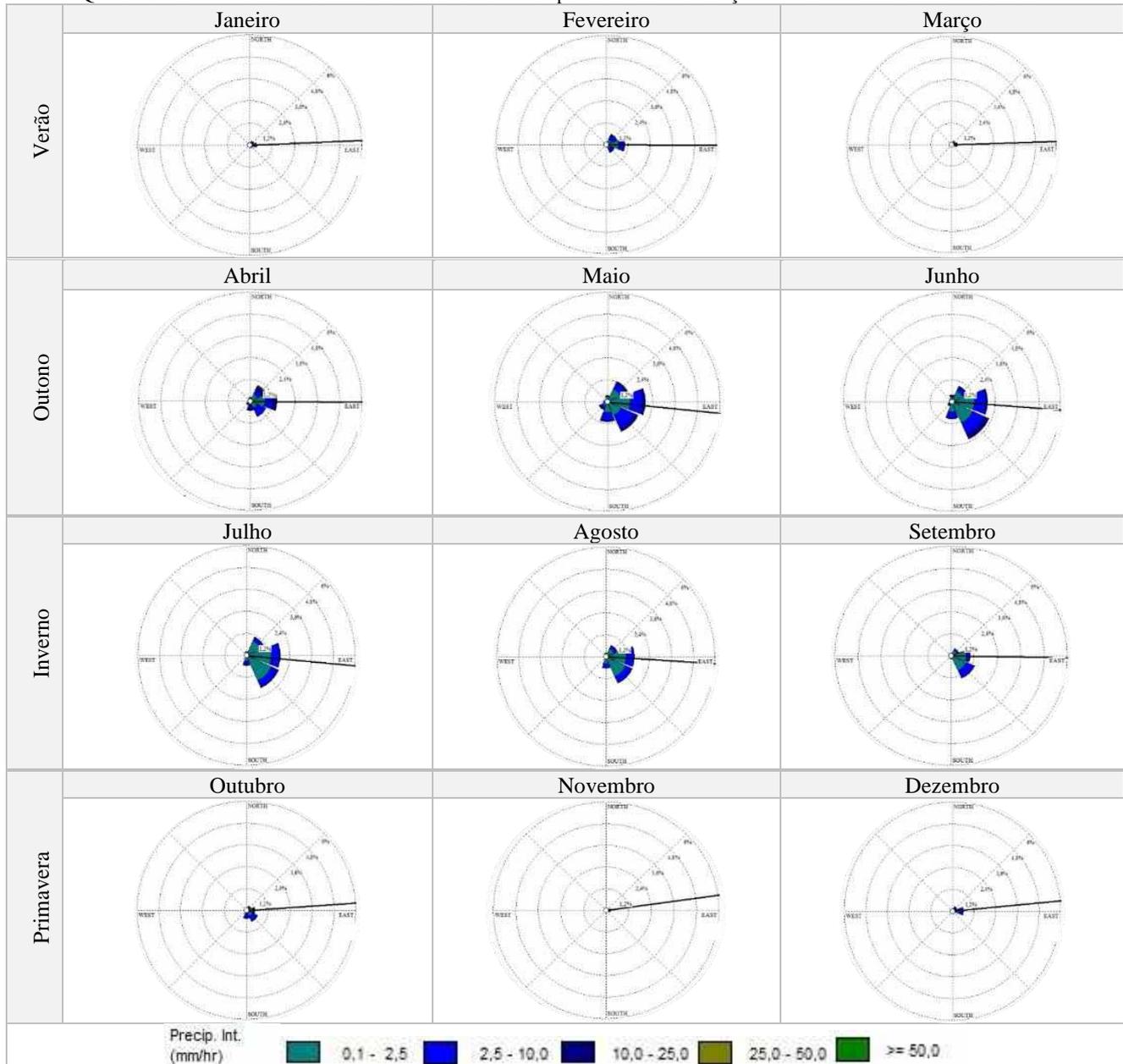
O Gráfico 4 mostra a rosa de chuvas de Palmeira dos Índios, na qual observa-se que a direção predominante de ocorrência das chuvas na cidade é a leste, seguida pela direção sudeste. As chuvas ocorreram em maior frequência com a intensidade de 0,1 a 2,5mm/h seguida de 2,5 a 10mm/h, caracterizando as mesmas como chuvisco e chuvas fracas (LEITE *et al.*, 2011), respectivamente.

Gráfico 4 – Rosa de chuva com média anual de totais pluviométricos e direção das chuvas em Palmeira dos Índios



A análise mensal por meio das rosas de chuvas conformou que os meses mais chuvosos são os das estações outono e inverno e mostrou que a direção predominante e a secundária durante este período alterna entre a leste e a sudeste, como visto no Quadro 5.

Quadro 5 – Rosas de chuva com médias mensais de totais pluviométricos e direção das chuvas em Palmeira dos Índios



6. CONCLUSÕES

A análise da ventilação revelou que as direções dos ventos predominantes e secundários variam ao longo do ano de maneira aproximada em cada localidade, havendo maior frequência dos ventos leste e sudeste de modo geral. Além disso, os períodos de calmarias se aproximaram dos 15% nas duas cidades, demonstrando que nem sempre a variável será efetiva para a promoção do conforto térmico em edificação.

Quanto à velocidade do vento, de modo geral, as maiores médias foram percebidas no período seco e as menores médias no período úmido. A análise diurna mostrou que os horários mais quentes do dia possuem ventos de maior velocidade.

A precipitação se mostrou concentrada entre os meses de abril a meados de setembro com direção predominante sudeste para ambas as cidades.

Assim, é necessário usar estratégias de projeto que deem prioridade a edificações com aberturas nas fachadas que recebem maior incidência de ventilação (leste e sudeste). Além disso, as fachadas sudeste devem ser melhor protegidas contra a chuva. Também se faz necessária a proteção das fachadas que recebem

insolação poente. Assim, adequam-se as aberturas às necessidades climáticas da região e permite-se as trocas térmicas com o meio externo através dos ventos.

Considera-se que as metodologias utilizadas são eficientes no auxílio a projetistas que venham a estudar a ventilação e/ou precipitação antes da tomada de decisões projetuais uma vez que os métodos permitiram a representação dos resultados de maneira a facilitar a compreensão do comportamento das variáveis estudadas, assim como permitiram a apreciação do mesmo em escalas temporais diversas.

O conhecimento do perfil de ventilação e precipitação auxiliam os projetistas destas localidades a conceber projetos de melhor qualidade quanto ao aproveitamento dos ventos e proteção das aberturas contra as chuvas intensas, adequando-se às necessidades do clima local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FROTA, Anésia Barros. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Arapiraca**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/arapiraca/panorama>> Acesso em: 22 de abril de 2018a.
- _____. **Palmeira dos Índios**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/palmeira-dos-indios/panorama>> Acesso em: 22 de abril de 2018b.
- INMET. **Estação meteorológica de observação de superfície automática**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 02 de abril de 2018.
- LAKES ENVIRONMENTAL. **WRPLOT View - Version 8.0.2**. Disponível em: <<https://www.weblakes.com/products/wrplot/index.html>>. Acesso em: 16 de junho de 2018.
- LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PAPST, A. L. **Desempenho Térmico de Edificações**. Apostila. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.
- LEITE, M. L., ADACHESKI, P.A., VIRGENS FILHO, J. S. **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, 2011.
- SILVA, J. B.; ZANUSSO, J. F.; SILVEIRA, D. L. M. **Estudo da velocidade e direção dos ventos em Pelotas, RS**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.5, n.2, p227-235, 1997.
- WAGNER, C.S. et al. **Velocidade e direção predominante dos ventos no Estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1989.
- WMO. *World Meteorological Organization. Guide to Climatological Practices (WMO-No. 100)*. Geneva, 2011. Disponível em: <https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_100_en.pdf> Acesso em: 9 de agosto de 2018.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão das bolsas de estudo das mestrandas.