

ANÁLISE DOS DADOS CLIMATOLÓGICOS DE VENTO DO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS-GO PARA SOLUÇÕES PROJETUAIS

Pedro Henrique Gonçalves – pedrogoncalves@ufg.br
Universidade Federal de Goiás, Curso de Arquitetura e Urbanismo
Monice Cristine Silva – monicecristina.arq@gmail.com
Graduada em Arquitetura e Urbanismo
Ana Paula Nishimoto Ito – anapn.ito@gmail.com
Graduada em Arquitetura e Urbanismo

Resumo. *O presente artigo busca realizar estudos acerca da velocidade e direção dos ventos e as possíveis estratégias projetuais que podem ser desenvolvidas em conjunto com a arquitetura nas edificações da cidade de Anápolis-GO visando a redução do consumo de energia. Para isto, estes dados foram coletados durante todo o ano de 2014 a partir de três estações meteorológicas localizadas em diferentes níveis territoriais e de altitude, sendo posteriormente organizados no Microsoft Excel e inseridos no Software WRPlot View - Lakes Environmental. A partir da análise dos dados do ano analisado, os resultados indicaram os ventos com maiores frequências de ocorrência na cidade, que estão voltados para Leste e Sudeste durante o período compreendido entre janeiro à agosto, além da direção média dos ventos, que possuem valores que variam até 5,7 m/s, mas a predominância, durante 60% do ano, é entre 0,39m/s até 0,69 m/s. A finalidade deste trabalho é a de transformar e disponibilizar estas informações mais complexas em dados de fácil interpretação para a população local, como estudantes da área da construção civil e profissionais de arquitetura, para que eles possam ser utilizados em novas soluções projetuais que destaquem o conforto térmico dos espaços.*

Palavras-chave: *Conforto térmico, Arquitetura, Dados climáticos.*

1. INTRODUÇÃO

A criação de novas metodologias dentro da arquitetura para a avaliação do desempenho térmico nas construções das cidades tem se mostrado cada vez mais fundamentais, principalmente quando elas estão associadas à utilização de dados climáticos relacionados às estratégias projetuais. É perceptível a necessidade de viabilizar estas informações, que são específicas para cada região do Brasil, uma vez que existe a possibilidade de transformar informações mais complexas em dados de fácil aplicação para possíveis estudos relacionados às análises térmicas em um edifício. A necessidade de desenvolver estudos relacionados às características climatológicas na cidade de Anápolis-GO, relacionando-os com a arquitetura, apesar de ser imprescindível, não foi aprofundada a ponto de serem tabulados e disponibilizados para aplicação no espaço projetual da construção civil da cidade em questão.

Uma análise completa das condições de conforto térmico deve levar em consideração todas as variáveis climáticas existentes – ventilação, radiação, temperatura e umidade do ar, além das condições morfológicas do sítio (MARQUES; ARAUJO, 2012). O vento, por definição, é o movimento do ar em relação à superfície terrestre, sendo a consequência gerada pela ação de gradientes horizontais de pressão atmosférica sobre influência do movimento de rotação da Terra, da força centrífuga ao seu movimento e do atrito com a superfície, sendo também influenciado pelo contraste oceano-continenta e topográfico (TUBELIS & NASCIMENTO, 1984). A ação dos ventos está correlacionada à inúmeros campos de estudo, sendo a arquitetura um dos mais promissores tanto em relação a análise da sua influência no meio urbano quanto no interior das edificações em geral, uma vez que o conforto térmico dos ambientes se transformou em um quesito que deve sempre ser buscado em todos os projetos.

É notável a importância da ventilação como estratégia de projeto na obtenção do conforto térmico das cidades, segundo estudos de Lamberts et. al. (1997). Em sua grande maioria, a ventilação é a estratégia mais importante a ser observada no projeto e na utilização do edifício, o que evidencia o fato de que ela deve ser estudada desde a etapa inicial do projeto, garantindo assim um melhor conforto para todos os usuários (COSTOLA, 2006).

Entretanto, Pereira et al. (2004) afirma que no campo da meteorologia os dados climáticos disponíveis são gerados para subsidiar o planejamento agrícola, mesmo que suas análises tenham influência e influenciem o desenvolvimento do ambiente construído. Além disso, há a inadequação dos dados climáticos disponíveis, problemas com o arquivamento e com o acesso de tais dados. O que inviabiliza ou potencializa a ocorrência de erros de concepção dos espaços e generalizações grosseiras no desenvolvimento de projeto.

De acordo com Morais (2013); Brager e De Dear, (2007); Costola e Figueiredo (2007), a ventilação natural na arquitetura acontece quando, por meio de processos naturais, o vento permeia as edificações no seu entorno, configurando-se de acordo com o ambiente urbano, e atravessando o interior dos mesmos por meio das aberturas, promovendo vários benefícios aos usuários dos edifícios e das cidades. Nos dias atuais, a preocupação com o

desempenho das edificações tem crescido principalmente pela mudança de mentalidade de encarar a racionalização da energia não como luxo, mas como necessidade (MORAIS, 2013). A norma de desempenho NBR 15.575 (Partes 1–6) se apresenta neste sentido, buscando reforçar os padrões mínimos para a promoção do conforto ambiental dos edifícios. Entretanto, não há maiores informações no quesito de ventilação além da especificação da área mínima de abertura, deixando os índices e os estudos sobre conforto térmico e acústico defasados, pois a ventilação influencia, em grande parte, tanto no som quanto na quantidade de calor da edificação.

Porém, segundo o levantamento do estado da arte da pesquisa em conforto ambiental por Vianna (2001), nas últimas décadas, no Brasil, a representatividade dos estudos realizados sobre ventilação no interior do edifício ocupava apenas 2,5% da totalidade das pesquisas que incluem os vários outros ramos do conforto ambiental. O que levou a outros pesquisadores à mesma conclusão de que muito se atribui à importância da ventilação, mas pouco se pesquisa sobre o assunto. (SOUZA *et al.*, 2007; LEÃO, 2006; MARQUES *et al.*, 2016; MORAIS, 2013; PEREIRA, 2004;).

Paralelo a isso, anteriormente os parâmetros de normas no âmbito internacional, como a ASHRAE 55 e a ISO 7730 não eram muito claras sobre o que era termicamente aceitável tanto para ambientes climatizados, quanto para os ventilados naturalmente. O que já foi modificado, com a revisão em 2004 da ASHRAE 55: “Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy”, sendo estabelecido que usuários podem tolerar maiores mudanças nas condições ambientais se eles tiverem maior controle sobre elas, por exemplo, regulando a vazão e a velocidade do ar pelas aberturas. O que aumenta as possibilidades de uso de estratégias passivas sem pesar negativamente no conforto do ambiente (FIGUEIREDO, 2007).

A questão da ventilação está muito relacionada com as estratégias de projeto na obtenção de um bom desempenho nos edifícios. Segundo o Sacramento *et al.*, PROCEL (2008), os edifícios comerciais, públicos e residenciais consomem 44% da energia gerada no Brasil, pelo uso de iluminação e climatização artificiais. Segundo Meiriño (2004), esses percentuais poderiam diminuir se durante o desenvolvimento do projeto do edifício a iluminação e ventilação natural fossem utilizadas como partidos, aproveitando as condições climáticas do lugar e contribuindo para o uso eficiente e a racionalização da energia.

Anápolis, por exemplo, localiza-se no interior do estado de Goiás, com uma população estimada em 366 mil habitantes (IBGE, 2010), encontra-se em pleno processo de expansão territorial, entretanto, a mesma possui grande carência de dados climáticos para auxiliar os projetistas no desenvolvimento dos projetos de forma harmoniosa com o clima local. Logo, motivado pela melhoria da eficiência energética das edificações para o município de Anápolis, dados como a velocidade e a direção dos ventos foram levantados para esta pesquisa, dentro de um determinado período do tempo com a finalidade de apresentar e discutir as reais relações entre o clima, às diferentes épocas do ano, direção dos ventos, e como a sua utilização pode influenciar termicamente as construções arquitetônicas da cidade. Esta pesquisa parte de um projeto de pesquisa acerca do clima da cidade de Anápolis e suas influências no ambiente construído, em que inicialmente desenvolveu a carta bioclimática para o município GONÇALVES *et al.*, (2016), em que dentre as principais estratégias para alcançar o conforto térmico em edifícios está a ventilação.

2. METODOLOGIA

Após um aprofundamento nos conhecimentos sobre estudos de ventilação através de uma revisão bibliográfica, como citado nas alíneas acima, observou-se que entre as várias vertentes do conforto ambiental a ventilação apresenta uma deficiência de estudos mais aprofundados sobre a sua aplicabilidade em arquitetura.

Com isto, para ser realizada a coleta e análise dos dados de direção e velocidade dos ventos, constatou-se que a cidade estudada possuía três estações meteorológicas, evidenciadas na Fig. 1. A primeira está localizada próxima ao perímetro urbano (Estação A - Base Aérea) e as outras duas inseridas no centro urbano (Estação B - Escritório de Arquitetura Urbane e Estação C - Universidade Estadual de Goiás/UEG).



Figura 1 - Localização e distâncias das estações meteorológicas no mapa de Anápolis-GO.

Todos os dados climáticos das três estações foram coletados, sendo que estas informações foram levantadas em condições estáveis do tempo atmosférico, além de serem obtidas em estações situadas em diferentes níveis territoriais, com níveis de altitudes distintos para que pudessem ser traçadas alternativas projetuais para a melhoria da sensação de conforto térmico em diferentes tipos de ambientes.

A Tab. 1 evidencia este fato em relação a localização das estações, uma vez que a estação que está no centro urbano (B), possuindo maiores obstáculos para a circulação do ar, tem a sua velocidade diminuída. As outras estações (A e C) não seguem a mesma configuração, o que é justificado por elas estarem mais próximas ao perímetro urbano e em maiores altitudes.

Tabela 1 - Levantamento da Relação entre as características de altitude e ventos das três estações meteorológicas analisadas.

ESTAÇÃO	2014	ALTITUDE	MÉDIA DA VELOCIDADE DOS VENTOS (2014)	MÉDIA DA DIREÇÃO DOS VENTOS (2014)
A	BASE	1137m	2,82 m/s	L
B	URBANE	1007m	0,47 m/s	SE
C	UEG	1068m	0,47m/s	SE

A estação meteorológica localizada no centro da cidade (Estação B) foi escolhida para a obtenção e coleta dos dados para a execução deste estudo, por representar melhor a realidade adensada da cidade devido sua localização. A estação utilizada é da marca *WeatherWise Instruments* modelo WS1080, que faz a leitura e o salvamento dos dados em sua memória interna em intervalos de 30 minutos, medindo direção do vento, velocidade do vento, temperatura interna e externa, umidade interna e externa, pressão do ar e precipitação.

Após a escolha da estação meteorológica a ser utilizada, foi escolhido um ano de referência para a análise dos dados, sendo trabalhado o ano de 2014. Os dados utilizados foram coletados a cada 30 minutos ao longo do ano e armazenado dentro da memória do aparelho receptor. Os dados de velocidade dos ventos eram gravados na unidade de metros por segundo e os dados de direção de ventos eram gravados de acordo com os pontos cardeais (N, S, L, O, NO, NE, SO, SE).

Em um momento seguinte, os dados foram sistematizados e separados em arquivos mensais e um arquivo anual. Como já mencionado anteriormente, para a geração das rosas dos ventos foi utilizado o software Lakes Environmental, sendo geradas as cartas de rosas dos ventos mês a mês e uma carta anual.

Para o cálculo do gradiente dos ventos afim de corrigir as velocidades dos ventos devido a rugosidade urbana foi utilizada a equação apresentada por Lamberts, *et al.*, (2016):

$$\frac{V}{V_m} = k z^a \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

V = velocidade média no ponto a ser estudado (m/s)

V_m = velocidade média medida na estação meteorológica (m/s)

z = altura do ponto a ser estudado

k, a = coeficientes de acordo com a rugosidade do terreno

Sendo os valores de “k” e “a” fixados da seguinte forma na Tab. 2:

Tabela 2 - Coeficientes de terreno para cálculo do gradiente de vento.

COEFICIENTES DE TERRENO	k	a
ÁREA ABERTA PLANA	0,68	0,17
CAMPO COM OBSTÁCULOS ESPARSOS EM RELAÇÃO AO VENTO	0,52	0,20
ÁREA URBANA (SUBÚRBIO)	0,35	0,25
CENTRO DE CIDADE	0,21	0,33

Os dados de velocidade e direção dos ventos foram levantados e interpretados para esta pesquisa, e apresentam potencial para contribuir com o entendimento da aplicabilidade de índices de conforto térmico, desenvolvidos nacionalmente e internacionalmente, numa região de clima quente-úmido.

3. RESULTADOS

O programa Lakes Environmental leva em consideração fatores como a altitude do local, a quantidade de horas consideradas e a porcentagem de ventos calmos, como evidenciados abaixo. O primeiro gráfico gerado (Figura 2), compila informações referentes ao ano de 2014, portanto apresenta uma visão geral do comportamento dos ventos tanto em relação a sua velocidade quanto em relação a direção durante todo este período na cidade de Anápolis, indicando a taxa de 59,98% de ventos calmos (Fig. 2).

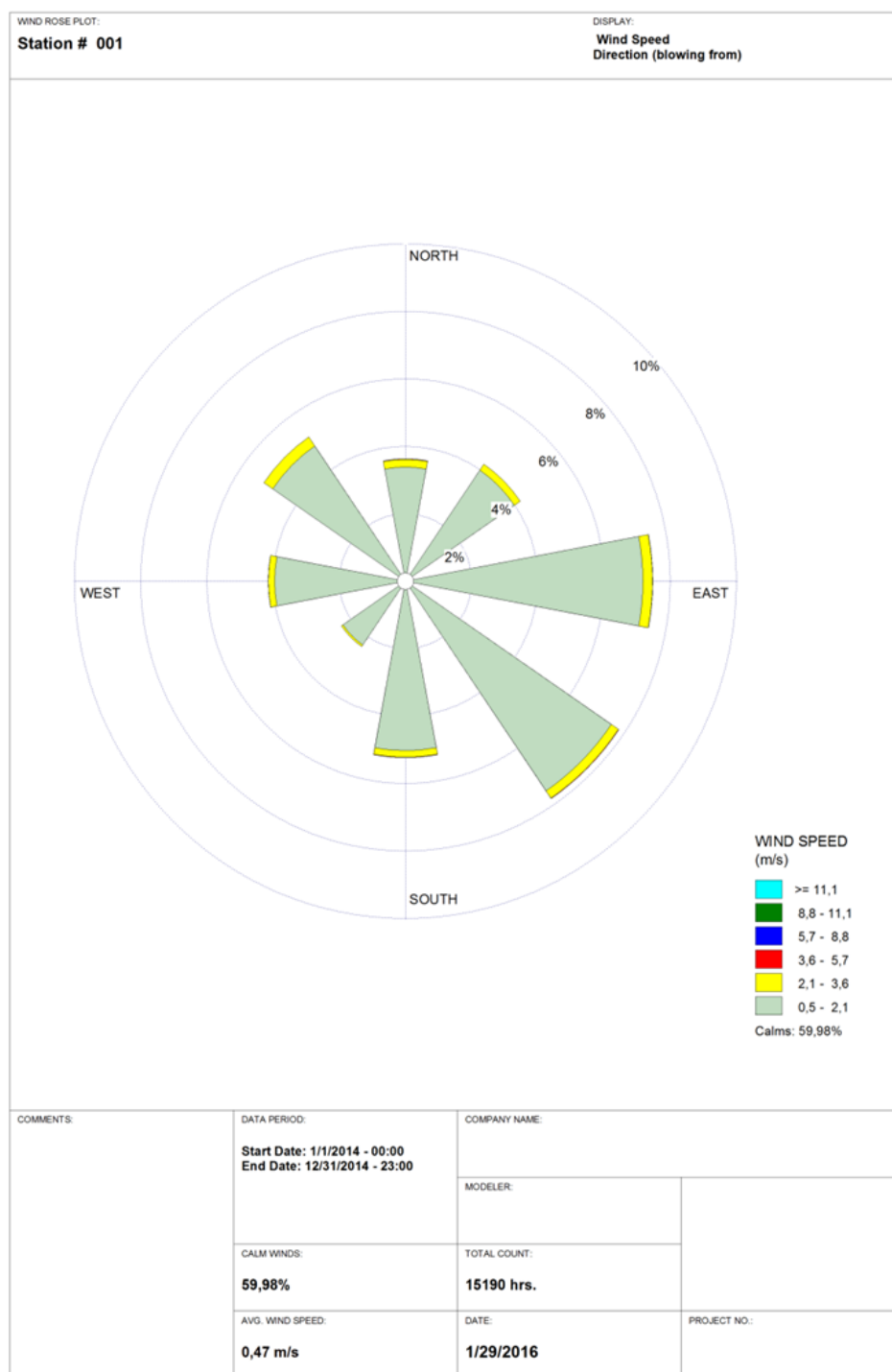
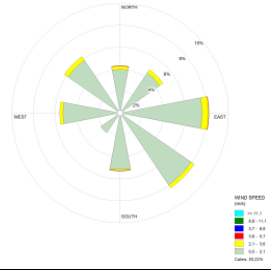
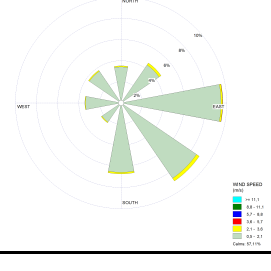
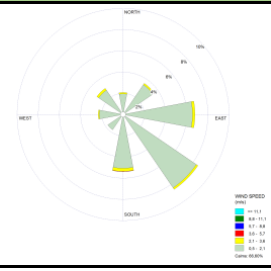
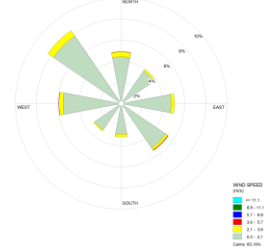


Figura 2 - Rosa dos ventos anual - 2014.

A próxima imagem (Tab. 3) indica que há uma variação média de velocidade que é determinada por diversos fatores, como o clima, período do verão e outono, inverno, primavera. No período do inverno (Julho, Agosto e Setembro), é quando a velocidade média do vento está mais baixa, 0,39m/s, acompanhada de um vento quente e seco. Com a chegada do último trimestre (Outubro, Novembro e Dezembro), a velocidade começa a aumentar, estabelecendo uma média de 0,49m/s, adquirindo caráter úmido com o período de chuvas, porém continua quente.

Tabela 3 - Relação da velocidade, predominância e direção dos ventos com o clima e o período do ano.

VERÃO	MÊS	DIREÇÃO	VEL.MÉDIA (M/S)	PREDOMINÂNCIA (PORCENTAGEM)	CLIMA	DIREÇÃO E MÉDIA GERAL
	JANEIRO	SE	0,61	51%	QUENTE ÚMIDO	LESTE (L) 0,55M/S
	FEVEREIRO	L	0,69	32%	QUENTE ÚMIDO	
	MARÇO	L	0,49	57%	QUENTE ÚMIDO	
OUTONO	MÊS	DIREÇÃO	VEL.MÉDIA (M/S)	PREDOMINÂNCIA (PORCENTAGEM)	CLIMA	DIREÇÃO E MÉDIA GERAL
	ABRIL	L	0,43	61%	QUENTE SECO	LESTE (L) 0,48M/S
	MAIO	SE	0,49	55%	QUENTE SECO	
	JUNHO	L	0,44	62%	QUENTE SECO	
INVERNO	MÊS	DIREÇÃO	VEL.MÉDIA (M/S)	PREDOMINÂNCIA (PORCENTAGEM)	CLIMA	DIREÇÃO E MÉDIA GERAL
	JULHO	SE	0,41	64%	QUENTE SECO	SUDESTE (SE) 0,39M/S
	AGOSTO	SE	0,39	67%	QUENTE SECO	
	SETEMBRO	NO	0,51	58%	QUENTE SECO	
PRIMAVERA	MÊS	DIREÇÃO	VEL.MÉDIA (M/S)	PREDOMINÂNCIA (PORCENTAGEM)	CLIMA	DIREÇÃO E MÉDIA GERAL
	OUTUBRO	NO	0,54	57%	QUENTE ÚMIDO	NOROESTE (NO) 0,49M/S
	NOVEMBRO	NO	0,45	63%	QUENTE ÚMIDO	
	DEZEMBRO	NO	0,50	59%	QUENTE ÚMIDO	

No começo do ano (Janeiro, Fevereiro e Março) os ventos atingem sua maior média de velocidade dos ventos, 0,55m/s, continuando a ser quente e úmido. Por fim, no equinócio de Outono (Abril, Maio e Junho) já começam a diminuir as velocidades dos ventos, estabelecendo a média de 0,48m/s, voltando também a ser seco e continuando a ser quente. No geral, identifica-se uma maior predominância dos ventos para a direção Leste/ Sudeste, fato que é confirmado na carta anual, com ventos que possuem uma média de velocidade geral de 0,47m/s durante o ano todo.

O programa *Lakes Environmental* foi utilizado para a pesquisa com o objetivo de auxiliar na criação dos gráficos acima, uma vez que os dados relacionados aos ventos foram inseridos em seu sistema. Dessa forma, foi gerado a rosa dos ventos de cada mês do ano de 2014 com o objetivo de se fazer uma análise mais aprofundada do comportamento dos ventos nessa região. Baseado na análise destes dados, pode-se observar que os ventos com maiores frequências de ocorrência em Anápolis estão voltados para as direções leste (L) e sudeste (SE) na maior parte do ano (de janeiro a agosto), com exceção dos meses de setembro a dezembro, em que os ventos estão voltados para o noroeste (NO), sendo esta a época em que, supostamente, as chuvas começam na região. Nota-se também que os meses de janeiro, março, agosto, outubro e novembro são os períodos em que os ventos são mais fortes, chegando a 5,7 m/s.

Tais ventos, de noroeste e de sudeste no hemisfério sul são genericamente conhecidos como ventos alísios e estão relacionados ao Centro de Alta Pressão do Atlântico. A posição e a intensidade do centro de alta pressão atmosférica modificam-se sazonalmente, alterando consequentemente também o padrão de ventos. Este sistema de ventos tem duas direções principais: nordeste e leste durante a primavera e o verão e sudeste durante o outono e o inverno. Isso ocorre devido à migração, para norte, da célula anticiclone do Atlântico Sul no verão, e para sul no inverno (NIMER 1989, apud MUNHOZ e GARCIA, 2007).

Outro fator analisado nesta pesquisa se refere ao nível de comportamento dos ventos na cidade de Anápolis, tendo como referência a Escala de Beaufort (Tab. 4), que é baseada na Força ou Número de Beaufort, sendo criada por Sir Francis Beaufort (1777-1857). O sistema é composto da velocidade de vento, um termo descritivo, e os efeitos visíveis sobre as superfícies da Terra ou do mar (INMET, 2013 apud SANTANA, 2014).

Tabela 4 - Escala de Beaufort

NÚMERO DE BEAUFORT	DESCRIÇÃO	CRITÉRIOS DE APRECIÇÃO NA TERRA	VELOCIDADE DO VENTO (m/s)
0	CALMARIAS	A fumaça eleva-se verticalmente.	0 – 0,4
1	AR LEVE	O vento inclina a fumaça, mas não faz girar o cata-vento.	0,5 – 1,5
2	BRISA LEVE	As folhas se movem e o vento é sentido no rosto.	1,6 – 3,4
3	BRISA SUAVE	As folhas e os ramos pequenos se movem continuamente.	3,5 – 5,5
4	BRISA MODERADA	O vento levanta o pó e as folhas. Os ramos se agitam.	5,6 – 8,0
5	BRISA FRACA	Pequenas árvores começam a balançar.	8,1 – 10,9
6	VENTO FORTE	Os ramos grandes se movem. Os fios elétricos vibram. Dificuldade em se usar o guarda-chuva;	11,4 – 13,9
7	TEMPORAL MODERADO	As árvores se agitam. Há um incomodo em andar contra o vento.	14,1 – 16,9
8	TEMPORAL	Rompem-se os ramos pequenos das árvores. Dificil andar.	17,4 – 20,4
9	TEMPORAL FORTE	Os ramos médios das árvores se quebram.	20,5 – 23,9
10	TEMPORAL MUITO FORTE	As árvores são arrancadas e danos são espalhados.	24,4 – 28,0
11	TEMPESTADE	Destroços extensos. Tetos arrancados, etc.	28,4 – 32,5
12	FURACÃO	Produz efeitos devastadores.	32,6 – 60,0

Com a relação dos dados obtidos com a escala de Beaufort, observa-se que como a velocidade dos ventos da região central analisada dificilmente chega a 1,5 m/s, os ventos da região central da cidade de Anápolis podem ser classificados, a partir dos Números de Beaufort, dos níveis de 0 a 1, que são considerados como ventos amenos para a região (calmaria e ar leve, respectivamente). Estas características se configuram como uma média na maior parte destes meses, tendo suas variações de acordo com o clima local diário. De acordo com Figueiredo (2007), estas informações sobre as características dos ventos locais são importantes para se fazer o projeto de ventilação de um edifício, por exemplo; Direção, velocidade e frequência dos ventos, possibilidades de vendavais e os dias de calmarias são dados fundamentais para o projeto de ventilação natural, afetando a fator de forma da edificação.

A avaliação da velocidade do vento que chega nas edificações foi baseada nos índices propostos pela norma ASHRAE 55 (1981), a qual é vista como uma referência para este estudo por possuir critérios objetivos, como

considerar o modelo de equilíbrio térmico do corpo humano, que indicam os níveis de conforto térmico que tornariam aceitáveis os ambientes térmicos internos para o índice de ocupantes de 80% um edifício, especificando inclusive as combinações de fatores pessoais e ambientais (BRAGER e DE DEAR, 2001 apud FIGUEIREDO, 2007).

A Fig. 3 ilustra a relação entre o aumento de temperatura e a ventilação estabelecidos na ASHRAE 55 (1981) fornecendo indicações para a avaliação de ventilação no interior de edifícios (residenciais e de escritórios, com ar condicionado). Segundo as indicações propostas, são estabelecidos limites de velocidade do ar de acordo com diferentes faixas de temperaturas no interior do edifício, indicando valores de temperaturas aceitáveis baseadas na velocidade do ar. Ainda segundo a ASHRAE, os benefícios que podem ser adquiridos pela velocidade do ar dependem das vestimentas e atividades que ocorrem nos ambientes internos.

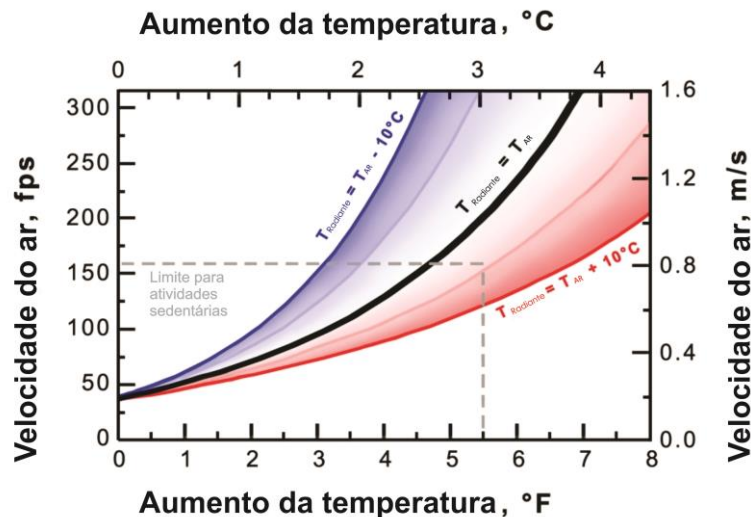


Figura 3 - Velocidade do ar necessária para compensar o aumento da temperatura. ASHRAE 55 (1981)

Para o cálculo do gradiente do vento, para efeito de simulação foi estabelecido uma janela a 1,2 metros de peitoril. Como foi considerado a estação utilizada encontra-se no centro urbano da cidade os valores de “k” e “a” foram respectivamente 0,21 e 0,33 e a velocidade média do vento igual a 0,47 m/s. Após o procedimento de cálculo o resultado encontrado foi de $\pm 0,1$ m/s para a velocidade do ar corrigida. Sendo considerado na escala de Beaufort como um vento de calmaria. Em relação aos índices da norma ASHARE 55 (1981) a relação entre o aumento da temperatura e velocidade do ar inicia-se com a velocidade do ar a partir de 0,2 m/s, sendo assim, a velocidade do ar calculada em Anápolis não demonstrou relação com o aumento da temperatura, no setor central da cidade.

Entretanto, a adoção de índices de conforto (como os estabelecidos pela norma ASHRAE 55 (1981)) sem o devido ajuste para climas quente úmido ou de seca, como ocorre em Anápolis, pode subestimar o limite máximo da temperatura de conforto térmico e, conseqüentemente, estimular o uso desnecessário de aparelhos de ar condicionado, como afirma Nicol (2004). Uma das premissas para se obter conforto térmico é o alcance dos valores das variáveis climáticas dentro dos limites aceitáveis de conforto para cada região. Essas condições variam também de acordo com a umidade relativa e a velocidade do ar. Rivero (1985) adota em suas especificações um valor de velocidade do ar máximo de 0,20m/s, o qual já é considerado baixo para climas quentes e úmidos (VECCHI, 2011). Em Anápolis, os valores da velocidade do ar se encontram acima da faixa aceitável de conforto, já que ela apresenta valores médios externos que vão desde 0,5 m/s até 4,0 m/s durante os períodos citados.

A cidade de Anápolis possui dois climas distintos, um quente e seco (Inverno) e outro quente e úmido (Verão), a partir dos resultados obtidos, observa-se que a velocidade baixa do ar seria um problema o conforto interno das edificações, já que ela não seria capaz de permitir as trocas necessárias para se alcançar os índices aceitáveis do conforto humano. No período do Verão, a retirada da massa de ar quente e a redução do índice de umidade do ar do ambiente e no Inverno a ventilação noturna em que as temperaturas externas atingem números mais baixos que a temperatura interna, seriam prejudicados. É importante comentar que caso fossem utilizados os dados das outras estações os valores finais seriam completamente diferentes devido a morfologia urbana característica de cada região, ilustrando a importância dos estudos em diferentes escalas urbanas. Concluindo que a velocidade do vento que chega nas janelas na zona central da cidade de Anápolis é insuficiente para compensar o aumento da temperatura no Verão e as trocas de calor noturna no Inverno.

4. CONCLUSÕES

A partir da análise desta pesquisa, pode-se afirmar ainda que a ventilação se apresenta como uma das quatro variáveis climáticas para a definição do conforto dos edifícios, que acontece tanto higienicamente (por proporcionar a

renovação do ar em seu ambiente) quanto termicamente (influenciando nas trocas de calor externas e internas da edificação), se mostrando mais relevante em áreas com o clima caracterizados como quente e úmido - como ocorre em Anápolis nos meses de novembro a abril. Os ventos da região estudada se comportam de modo a favorecer a ventilação natural neste clima, uma vez que o clima quente e seco, que é predominante na cidade nos períodos de maio a outubro, não seja recomendado para este tipo de ventilação, deve-se evitar a entrada de ventos quentes no interior das edificações.

A ventilação natural acontece através de dois mecanismos principais: o efeito chaminé, explicado através da diferença de densidade dos ventos em um ambiente, e a ação dos ventos, em que a força dos ventos promove a movimentação do ar através do ambiente e da diferença de pressão (FROTA; SCHIFFER, 2001). Para a aplicação destes fenômenos em estratégias projetuais, deve-se considerar a existência de edificações localizadas próximo a área de estudo, pois elas podem diminuir a ação dos ventos por se tornarem barreiras físicas. A direção dos ventos também pode ser modificada, já que ela tende a ser redirecionada para o traçado viário por estar situada dentro da área urbana.

Em Anápolis, no começo do ano (Janeiro, Fevereiro e Março) os ventos atingem sua maior média de velocidade dos ventos, 0,55m/s, continuando a ser quente e úmido. Por fim, no equinócio de Outono (Abril, Maio e Junho) já começam a diminuir as velocidades dos ventos, estabelecendo a média de 0,48m/s, voltando também a ser seco e continuando a ser quente. No geral, identifica-se uma maior predominância dos ventos para a direção Leste/ Sudeste, fato que é confirmado na carta anual, com ventos que possuem uma média de velocidade geral de 0,47m/s durante o ano todo. Baseado na análise destes dados, pode-se observar que os ventos com maiores frequências de ocorrência em Anápolis estão voltados para as direções leste (L) e sudeste (SE) na maior parte do ano (de janeiro a agosto), com exceção dos meses de setembro a dezembro, em que os ventos estão voltados para o noroeste (NO), sendo esta a época em que, supostamente, as chuvas começam na região. Nota-se também que os meses de janeiro, março, agosto, outubro e novembro são os períodos em que os ventos são mais fortes, chegando a 0,69 m/s.

Pode-se concluir que o comportamento dos ventos em Anápolis se mostra variável em relação a sua velocidade e direção, uma vez em que existe a relação entre o tipo de clima da cidade (quente e seco ou quente e úmido) com o período estudado (diferentes meses). O que caracteriza a taxa de 59,98% de ventos calmos e estabelecendo os níveis de 0 – 1 pelos números de Beaufort, ou seja, calma e ar leve. Outro fator que influencia na direção e velocidade dos ventos é a inserção de vegetação nos locais, o que pode favorecer o fluxo da ventilação, além da definição das aberturas e suas dimensões de acordo com a direção dos ventos em relação a edificação.

A partir da discussão, coleta e análise das reais relações entre o clima e a arquitetura no município de Anápolis demonstra-se a real necessidade de entender a importância das relações ligadas ao clima das cidades e a arquitetura, evidenciando o fato de como seria fundamental um estudo dos dados climatológicos de todos os municípios do Brasil, já que isto ofereceria uma maior abrangência em relação à riqueza das informações coletadas e o seu fornecimento para uso público, o que amplamente possibilitaria maiores oportunidades para o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ASHRAE. ANSI ASHRAE. Standard 55-2010: Thermal environmental conditions for human occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., Atlanta, EUA, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os Sistemas de Pisos - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para os Sistemas de Coberturas - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 6: Requisitos para os Sistemas Hidrossanitários - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.
- BRAGER e DE DEAR. In: FIGUEIREDO, C. M. Ventilação Natural em Edifícios de Escritórios na Cidade de São Paulo: Limites e Possibilidades do Ponto de Vista do Conforto Térmico. [Dissertação de Mestrado] São Paulo, FAU-USP 2007.
- COSTOLA, D. Ventilação por ação do vento no edifício – procedimentos para quantificação. Tese (mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FIGUEIREDO, C. M. Ventilação Natural em Edifícios de Escritórios na Cidade de São Paulo: Limites e Possibilidades do Ponto de Vista do Conforto Térmico. [Dissertação de Mestrado] São Paulo, FAU-USP 2007.
- FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. Manual de Conforto Térmico. 5ª Edição, São Paulo. Editora Studio Nobel, 2001.
- GONÇALVES, P. H.; MELO, S. do A.; NASCIMENTO, L.S. do; SILVA, M. C. da; ITO, A. P. N. Estudo da carta bioclimática do município de Anápolis e Goiânia - GO. In: Seminário Nacional Pensando o Projeto Pensando a

- Cidade, Set., 2016, Goiânia. Anais... Faculdade de Artes Visuais – Universidade Federal de Goiás, Goiânia. p. 903-917.
- INMET. Revisão de literatura - Ventos. In: SANTANA, Lêda Valéria Ramos. Análise do comportamento da velocidade do vento na região Nordeste do Brasil utilizando dados da ERA-40. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014. Cap. 3, p. 12.
- ISO. Standard 7730/2005. Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specifications of the conditions for thermal comfort, Geneva: International Organization for Standardization, 2005.
- LAMBERTS, Roberto. Desempenho térmico de edificações – Ventilação Natural: Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina-LabEEE–Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. 2016. Disponível em:<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20Ventilacao_Natural_0.pdf> Acesso em: set. 2017.
- LEÃO, Marlon. Desempenho térmico em habitações populares para regiões de clima tropical: estudo de caso em Cuiabá-MT. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2006. Cap. 2, p. 27.
- MARQUES, Ricardo Souza; ARAUJO, Virginia Maria Dantas de. A influência das prescrições urbanísticas na Ventilação urbana: o caso da orla da praia do meio em Natal/RN. Acessado em 05 Fev. 2016. Disponível em: <ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP1351d.pdf>
- MEIRIÑO, M. Projeto arquitetônico deve incorporar elementos de eficiência energética. Revista Projeto Design. Edição 291. 2004.
- MORAIS, J. M. da S. C. Ventilação natural em edifícios multifamiliares do “Programa Minha Casa Minha Vida”. Campinas, 2013. 229p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas.
- PEREIRA, I.; ALVES, T.; PINHEIRO, R.; ASSIS, E. Metodologia de tratamento de dados climáticos para inserção em softwares de simulação energética de edifícios. In: I Conferência latino-americana de construção sustentável, x encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 10., 2004, São Paulo. Anais... São Paulo: ANTAC, 2004.
- SOUZA, D.M.S.; NUNES, C. S.; PEREIRA, F. T.; FIGUEIREDO, L. C. O.; FONTES, C. V. A.; PEREIRA, C. R. Comportamento do vento na região litoral da costa verde Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu – MG, Anais..., Caxambu: 2007. p. 154-159.
- SACRAMENTO, A; MANHAS, M.; COSTA, A.N.; RIBEIRO, S.; BITTENCOURT, L. Análise da ventilação natural de uma edificação multifamiliar em Maceió-AL: Estudo em apartamentos do Condomínio Arte Vida. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 13, 2010, Canela. Anais... Canela: ANTAC, 2010.
- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. C. L. do. Meteorologia descritiva. Fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo, Nobel, 1984. 374p.
- VECCHI, Renata de. Condições de conforto térmico e aceitabilidade da velocidade do ar em salas de aula com ventiladores de teto para o clima de Florianópolis/SC. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Cap. 2, p. 12.
- VIANNA, N. O estado da arte em ensino e pesquisa na área de conforto ambiental no Brasil. São Paulo, 2001. 309p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

ANALYSIS OF WIND CLIMATOLOGICAL DATA FROM ANÁPOLIS-GO MUNICIPALITY FOR PROJECTAL SOLUTIONS

Abstract. *This article aims to conduct studies about the speed and direction of winds and possible projective strategies that can be developed in conjunction with the architecture in the buildings of the city of Anápolis-GO. For this, these data were collected during the year 2014 from three meteorological stations located in different territorial levels and altitude, and later organized in Microsoft Excel and inserted into WRPlot Software View - Lakes Environmental. From the year analyzed data, the results indicated the winds with higher frequencies of occurrence in the city, which are facing East and Southeast during the period from January to August, in addition to the average direction of the winds, which have values that ranging until 5,7 m/s, but the predominance, during 60% of the year is, range from 0,39m.s to 0,69 m/s. The purpose of this work is to transform and deliver these more complex information in easy to interpret data to the local population, such as students in the area of civil construction and architectural professionals, so they can be used in new design solutions that emphasize comfort thermal spaces.*

Key words: *Thermal comfort; Architecture, Climate data.*