

## Caracterização da Ventilação Natural para Planejamento Em Projetos Sustentáveis: O Caso de Tangará da Serra - MT

*Characterization of Natural Ventilation for Planning and Sustainable Projects: The Case of Tangará da Serra – MT*

### **João Carlos Machado Sanches**

Doutor em Urbanismo, UNEMAT, Brasil  
joao.sanches@unemat.br

### **Alyne Cristina Sacoman**

Arquiteta e Urbanista Doutor, Sinop, Brasil  
alynne.sacoman@unemat.br

### **Emeli Aparecida Lalesca da Guarda**

Doutora em Urbanismo, UFMS, Brasil.  
emeliguarda@gmail.com

### **Renata Mansuelo Alves Domingos**

Engenheira Civil, UFSC, Brasil  
mansuelo.alves@gmail.com

## RESUMO

Este estudo explora padrões de vento em Tangará da Serra/MT a serem utilizados no planejamento urbano e estratégias de design arquitetônico. Se concentra em caracterizar as condições do vento nas estações úmida e seca, examinando as mudanças na direção e velocidade do vento ao longo do dia. Os dados de velocidade e direção do vento são provenientes de um anemômetro do campus da UNEMAT, resultando na criação de rosas de vento que ilustram as direções e velocidades do vento predominantes. Na estação seca, ventos de alta velocidade do leste e nordeste na tarde e no início da noite apresentam desafios, sendo quentes, secos e transportando poluentes. Medidas eficazes de bloqueio do vento são essenciais para resolver estas questões. Por outro lado, ventos mais frios e úmidos do sudeste são adequados para ventilação sanitária. Durante a estação chuvosa, os ventos são mais lentos de direções principalmente norte e nordeste na tarde e no início da noite. Isto apresenta oportunidades para regulação de umidade, melhor conforto térmico, e o controle da proliferação de microorganismo. As recomendações incluem a implementação de barreiras para bloquear ventos de temporada seca do leste, preservando a vegetação de árvores, reflorestando áreas abertas e edifícios mais altos em partes apropriadas da cidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Padrões de vento. Planejamento Urbano. Projeto de Edifícios.

## ABSTRAC

*This study explores wind patterns in Tangará da Serra/MT to be used in urban planning and architectural design strategies. It focuses on characterizing wind conditions in wet and dry seasons, examining changes in wind direction and speed throughout the day. Wind speed and direction data are obtained from an anemometer from the UNEMAT campus, resulting in the creation of wind roses that illustrate the prevailing wind directions and speeds. In the dry season, high-speed east and northeast winds in the afternoon and early night present challenges, being hot, dry and carrying pollutants. Effective wind-blocking measures are essential to addressing these issues. On the other hand, cooler and moist winds from the southeast are suitable for sanitary ventilation. During the rainy season, winds are slower from mainly north and northeast directions in the afternoon and early at night. This presents opportunities for moisture regulation, better thermal comfort, and control of microorganism proliferation. Recommendations include the implementation of barriers to block dry season winds from the east, preserving tree vegetation, reinforcing open areas and higher buildings in appropriate parts of the city.*

**KEYWORDS:** Wind Patterns, Urban Planning, Building Design.

## 1 INTRODUÇÃO

O regime dos ventos é determinado pelos padrões de circulação em diferentes espaços temporais, sendo influenciado pelo relevo e volumes predominantes na região. A compreensão do regime de ventos local é fundamental tanto para o planejamento urbano quanto para o projeto de edificações, uma vez que a ventilação natural é uma estratégia importante para garantir o conforto térmico e a qualidade do ar nas edificações e nos espaços livres.

A ventilação natural pode ser uma importante aliada na busca por condições ambientais favoráveis, tanto com relação ao conforto térmico quanto à higiene dos ambientes. Deve, no entanto, ser utilizada com cautela em regiões com período quente e seco ao longo do ano, já que o vento tende a ser aquecido e com grande presença de partículas em suspensão.

A partir da caracterização do vento para uma determinada cidade, projetistas e planejadores poderão desenvolver edifícios e loteamentos com maior conforto e menor consumo energético, com a adoção de estratégias bioclimáticas mais específicas para o caso estudado. Podem ainda fazer uso de valores de velocidade e direção dos ventos mais precisos, evitando cálculos de ventilação natural e dimensionamentos de aberturas incoerentes (SANTOS; SANCHES, 2011).

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo geral caracterizar as condições dos ventos na cidade de Tangará da Serra - MT, possibilitando observar os valores de direção e velocidade do vento na estação chuvosa e na estação seca (nos diferentes períodos do dia), além de apontar as diferenças nesses períodos com relação ao aproveitamento da ventilação natural nas edificações e no espaço urbano, propondo diretrizes de projeto e planejamento adequadas.

## 2 IMPORTÂNCIA DA VENTILAÇÃO NATURAL PARA OS ESPAÇOS CONSTRUÍDOS

Em climas quentes, o conhecimento dos efeitos do fluxo de vento, já na fase conceitual da concepção, pode ser aproveitado para alcançar a ventilação natural nos edifícios. A posição dos edifícios, o tamanho dos espaços públicos entre eles, bem como a altura dos prédios, também afeta o caráter do fluxo de vento.

Da mesma forma, as características espaciais urbanas, incluindo a organização das ruas, quadras e lotes, a altura e a diversidade de alturas entre os edifícios, influenciam a dispersão de poluentes nas áreas densamente povoadas.

Por outro lado, é possível alterar a arquitetura dos edifícios existentes e projetados, com pilotis, aberturas entre os pavimentos e formas mais aerodinâmicas, de modo a contribuir para a redução das cargas de vento sobre as superfícies. Isso tende a evitar gastos excessivos com o sistema estrutural, permitindo ainda uma maior permeabilidade aos ventos, evitando o efeito barreira de grandes construções e favorecendo a ventilação das edificações vizinhas (DEKAY; BROWN, 2004).

Para os pedestres, os impactos negativos do vento são percebidos através do nível de conforto ao ar livre. O vento pode ser acelerado entre edifícios, resultando em uma passagem de pedestres desconfortável.

Por outro lado, uma barreira eólica bem projetada pode desviar o fluxo de ar, atuando como um redutor de velocidade e resultando em maior conforto no nível da rua. Além disso, a colocação de uma barreira porosa (como vegetação) em regiões quentes e secas resulta na diminuição de partículas em suspensão. (Kabošová, et. al., 2023).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Qualquer avaliação dos efeitos do vento em ambientes urbanos deve ter em conta a variabilidade natural do vento. Dados detalhados da frequência do vento recolhidos em estações climatológicas por longos períodos são a fonte mais comum de dados de vento usados para determinar a probabilidade relativa de eventos de vento em um determinado local. Esta abordagem é necessária para determinar o nível de risco associado ao potencial dano ou benefício de um efeito do vento urbano.

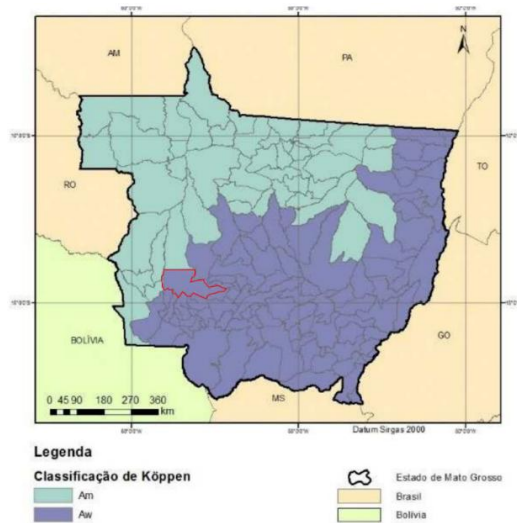
O município de Tangará da Serra possui área de 11.636,825 km<sup>2</sup>, com área urbanizada 30,97 km<sup>2</sup>, com distância até Cuiabá, capital do Estado, é de 242 km. Pertence à mesorregião sudoeste mato-grossense, microrregião de Tangará da Serra, sendo um Centro Sub-regional A (3A), sendo uma cidade que exerce influência sobre os demais centros próximos, fornecendo bens, serviços e atividades culturais (BRASIL, 2021).

O município apresenta o clima tipo climático Aw<sup>1</sup>, segundo a classificação de Köppen (Figura 01), denominado como clima tropical de savanas, com inverno seco e precipitação pluviométrica máxima de verão inferiores a 2.000 mm/ano. Agosto, o mês mais seco do ano, apresenta precipitação inferior a 60 mm, o que corresponde a menos de 4% do total anual de chuvas.

---

<sup>1</sup> O clima **Aw** é o tropical com estação seca, caracterizado por uma estação seca bem definida e uma estação chuvosa concentrada em poucos meses, comum em regiões tropicais. O clima **Am** é o tropical de monção, com uma estação chuvosa prolongada e seca curta, encontrado em áreas influenciadas pela monção, ambos na classificação de Köppen.

Figura 1 – Classificação climática de Köppen para o estado de Mato Grosso, com Tangará da Serra destacado em traçado vermelho



Fonte: Adaptado de TRES et. all (2016)

Tangará da Serra está inserida no Patamar da Serra de Tapirapuã, na unidade III C4 do Zoneamento Sócio-econômico-ecológico de Mato Grosso, e apresenta precipitação entre 300 e 600mm anuais, temperatura média anual entre 23 e 24,5°C, com estação seca entre maio e setembro (MAITELLI, 2005).

Contudo, já se observa a mudança no regime das chuvas no sul da Amazônia e em parte do Centro-Oeste, com atraso nas chuvas torrenciais, sendo cada vez mais comum as secas agrícolas e ecológicas.

O desmatamento e a degradação da terra são as principais causas, e são atribuídos principalmente ao aumento da agricultura extensiva e intensiva, afetando ecossistemas frágeis, como as margens da floresta amazônica e o Cerrado, contribuindo para o agravamento das mudanças climáticas (CASTELLANOS et. all., 2022).

Isso denota o aumento da aridez e/ou das queimadas, com impactos significativos nos setores econômicos ligados à agricultura.

De maneira geral, há forte tendência de que nas próximas décadas, haja na região SAM (South America Monsoon), onde está Tangará da Serra, um acréscimo das temperaturas médias e das ondas de calor extremo, assim como o aumento das tempestades e dos ventos fortes. Há ainda a expectativa de secas prolongadas e aumento dos incêndios florestais, em um período do ano, e de inundações frequentes no período chuvoso.

A fim de identificar a direção e velocidade dos ventos predominantes no município, utilizou-se o banco de dados disponibilizado pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. A estação encontra-se instalada no campus da UNEMAT Tangará da Serra - MT, Latitude 14,65, Longitude 57,41 e 321,5 metros de altitude. Para registrar a média horária da velocidade e direção dos ventos, há um anemômetro instalado na estação, a 10 metros de altura em relação ao solo.

Dentre todos os registros disponibilizados pelo INMET, os mais completos e com maior confiabilidade coletados são dos anos de 2004 a 2015. Com os dados da velocidade (m/s) e direção conforme o dia, hora e ano, gerou-se a média entre os anos analisados.

Utilizando o software WRPLOT View - Freeware Wind Rose Plots for Meteorological Data, desenvolvido pelo Lakes Environmental, foram gerados gráficos de frequência que apresentam a direção predominante dos ventos e a velocidade. O software gera as rosas dos ventos a partir da contagem de frequência dos ventos para cada direção referente aos pontos cardeais e colaterais.

Uma rosa dos ventos consiste de um diagrama circular dividido em segmentos, com cada segmento representando uma gama específica de direções do vento (de 16 a 32 setores). O comprimento do raio de cada segmento representa a frequência ou porcentagem de tempo que o vento sopra a partir dessa direção específica. Quanto maior o raio, mais prevalente é o vento dessa direção.

Os segmentos são codificados em cores para fornecer informações adicionais, como as faixas de velocidade do vento associadas a cada direção. Isto permite uma compreensão mais abrangente dos padrões de vento, incluindo tanto a direção do vento predominante e a variabilidade nas velocidades do vento.

Para melhor análise, foram geradas rosas dos ventos analisando diferentes intervalos, o ano todo, a estação seca de maio a setembro e a estação chuvosa de outubro a abril. Dentro de cada uma dessas, ainda é analisado o período diurno e noturno, das 06:00 às 18:00 e das 18:00 às 6:00.

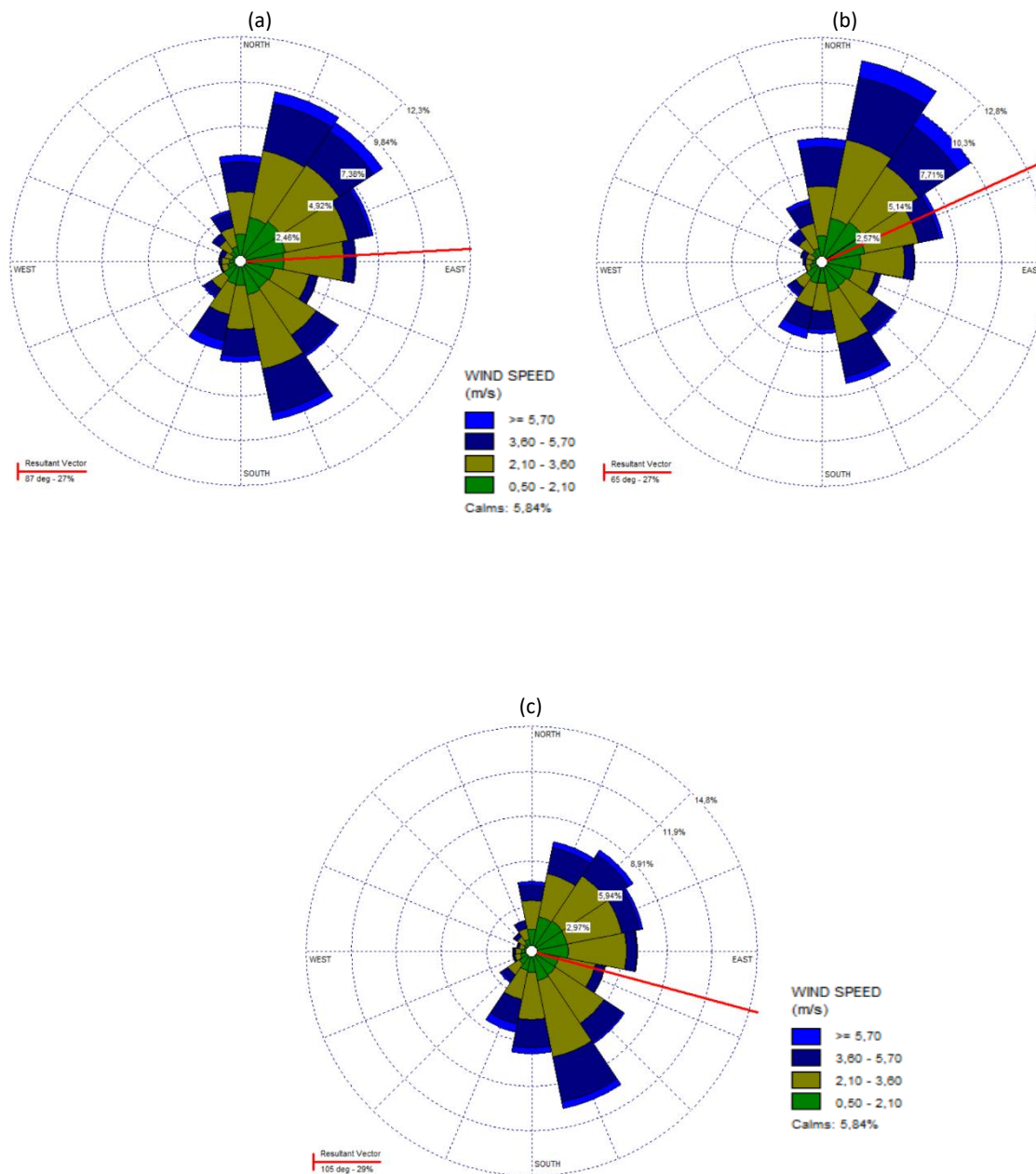
Todos os dados são ainda organizados, de acordo com Olgyay (1998), em tabela mostrando o gradiente de velocidades e as direções do vento, para cada período do dia, em cada mês do ano, de modo a facilitar a visualização dos resultados.

#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Figura 02(a) apresenta a rosa dos ventos que compreende os dados das médias para todos os anos utilizados (de 2004 a 2015). A partir do vetor resultante, conclui-se que o sentido dos ventos na cidade de Tangará da Serra-MT, considerando o ano todo, é Leste. Prevaecem as velocidades do vento entre 2,10 e 3,60 m/s, sendo a velocidade média anual de 2,69 m/s. Considerando apenas o período diurno, no ano todo (Figura 02b), tem-se um resultado parecido com a média geral anual em relação à velocidade média, de 2,73 m/s. A diferença é registrada no vetor resultante, que indica ângulo de 135° no sentido Nordeste.

Já no período noturno, durante o ano todo (Figura 02c), observa-se menor velocidade média, na ordem de 2,65 m/s. Nesse período, o vetor resultante é de 220° no sentido Sudeste. Diante disso, pode-se concluir que a direção Leste não pode ser utilizada como parâmetro para a admissão dos ventos na cidade e nas edificações. Isso devido ao fato de que no período seco, a ventilação diurna deve ser evitada, uma vez que os ventos carregam poluição, são em geral quentes e retiram o pouco de umidade disponível.

Figura 02 - (a) Rosa dos ventos para o ano todo; (b) Rosa dos ventos para o ano todo, período diurno; (c) Rosa dos ventos para o ano todo, período noturno.



Fonte: Autores. (2023)

Para melhor descrever como deve ser o aproveitamento desta variável, é fundamental observar as análises seguintes, onde são separados os períodos de chuva e de estiagem.

De 2004 a 2015, observa-se uma velocidade média do vento de 2,95 m/s.

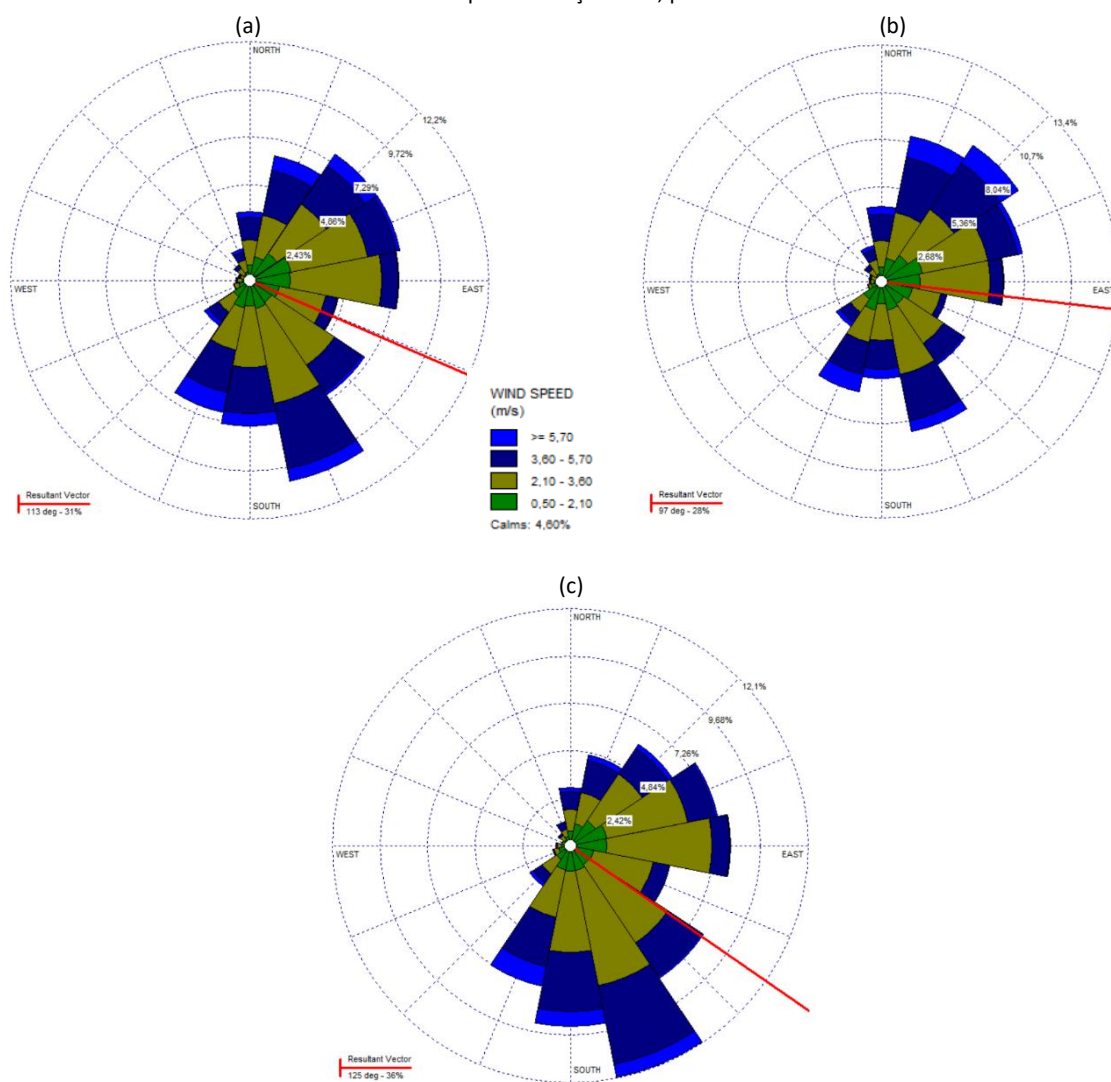
No período diurno desta estação (Figura 03b), o vetor resultante se aproxima de 185°, proveniente de Leste com velocidade média de 2,95 m/s.

Já no período noturno (Figura 03c), o vetor resultante é de direção Sudeste, apresentando velocidade média semelhante ao período anterior.

No período diurno, na estação seca, os ventos chegam do sentido leste, trazendo consigo ar mais quente e poluído, o que destaca a necessidade de barreiras urbanas e de se evitar aberturas nas edificações nessa direção.

Por outro lado, no período noturno, a temperatura tende a diminuir e a umidade do ar aumentar, o que torna esse momento mais propício para a ventilação higiênica dos ambientes. Diante disso, os ventos nessa fase, predominantemente provenientes do Sudeste, devem ser aproveitados para promover a ventilação natural nos ambientes construídos.

Figura 03 - (a) Rosa dos ventos para a estação seca; (b) Rosa dos ventos para a estação seca, período diurno; (c) Rosa dos ventos para a estação seca, período noturno.



Fonte: Autores. (2023)

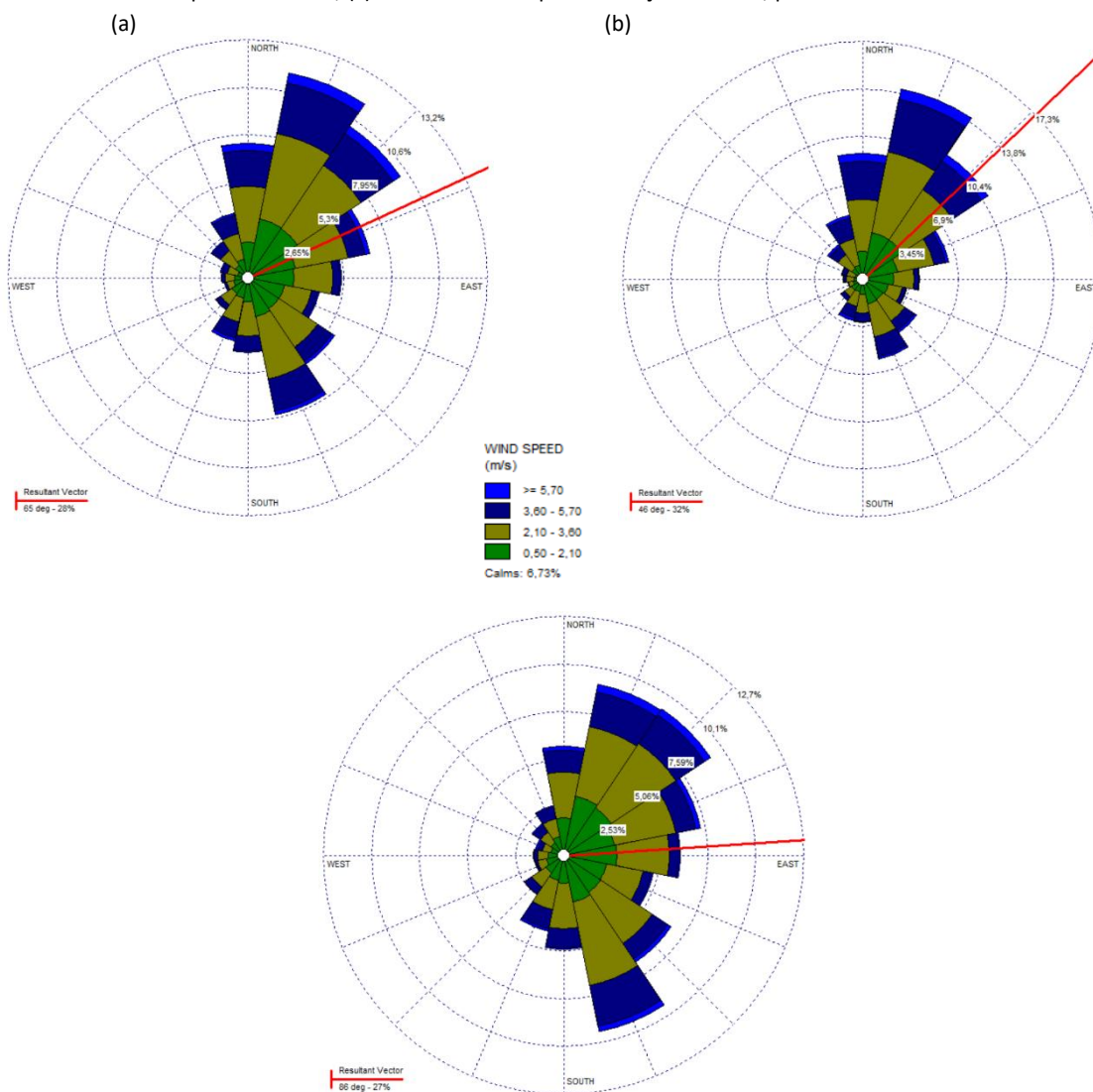
As rosas dos ventos da estação chuvosa são representadas pela figura 04, que correspondem aos meses de outubro a abril, período em que as chuvas são mais frequentes no município. De acordo com o vetor resultante, os ventos predominantes ocorrem no sentido Nordeste, com uma velocidade média de 2,51 m/s.

Durante o período diurno (Figura 04b), o vetor resultante também está direcionado para o Nordeste, com a velocidade média atingindo 2,59 m/s. Já durante o período noturno (Figura 04c), o vetor se acentua em direção ao Leste, com uma velocidade média ligeiramente menor, de 2,45 m/s.

Durante o período diurno, na estação chuvosa, os ventos predominam do Nordeste e tendem a ser frios e úmidos. Com isso, aberturas nesse sentido são mais recomendadas para trazer ventos frescos e ajudar a retirar o excesso de umidade.

Apesar do vetor resultante da rosa dos ventos no período noturno indicar sentido Leste, é importante considerar que ainda há muita incidência de ventos vindos do Nordeste, o que torna essa direção bastante importante. Com isso, deve-se tomar as mesmas medidas do período diurno para o período noturno na estação chuvosa.

Figura 04 - (a) Rosa dos ventos para a estação chuvosa; (b) Rosa dos ventos para a estação chuvosa, período diurno; (c) Rosa dos ventos para a estação chuvosa, período noturno



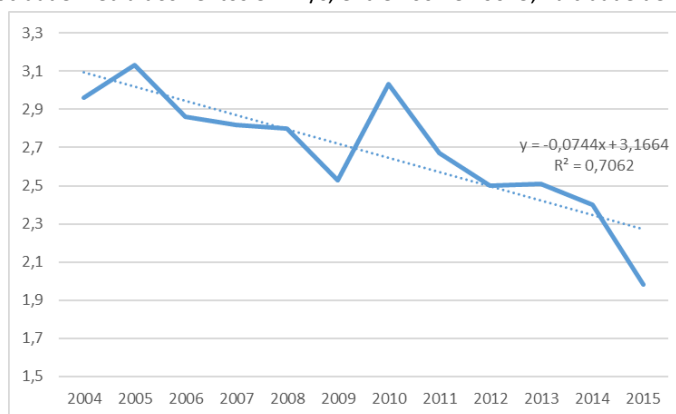
Fonte: Autores. (2023)

Observa-se ainda que, ao longo de todos os anos avaliados, houve uma queda considerável na velocidade média dos ventos na cidade, com destaque para o ano de 2005, quando foi registrada a maior média do período analisado (3,15 m/s). Já em 2015, foi registrado o menor valor médio, com 1,95 m/s (Figura 05), o que indica uma diminuição significativa e constante da ventilação na cidade.

Essa tendência de queda pode ter impactos negativos na qualidade do ar, no conforto térmico e na saúde da população, e está relacionada ao crescimento acelerado e desorganizado da cidade.

Além disso, a falta de áreas verdes significativas dentro da malha urbana torna-se um fator determinante para a diminuição da ventilação, já que essas áreas contribuem para formação local de fluxos de ventos frescos e úmidos, melhorando a circulação do ar.

Figura 05 - Velocidade média dos ventos em m/s, entre 2004 e 2015, na cidade de Tangará da Serra.

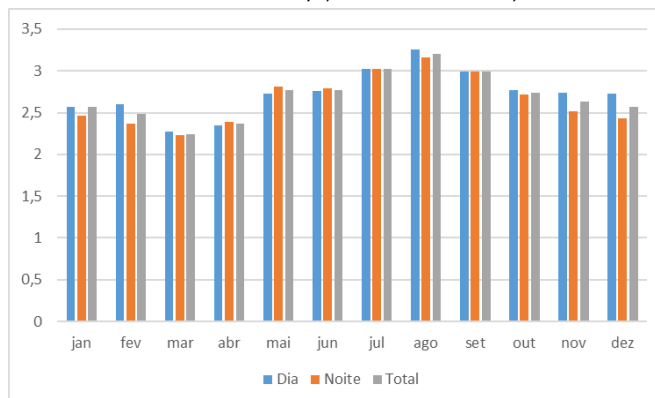


Fonte: Autores (2023)

A Figura 06 apresenta a velocidade dos ventos a partir das médias mensais, demonstrando que os ventos de maior intensidade (acima de 2,5 m/s considerando o total) correspondem à estação seca, de maio a setembro.

Observa-se ainda o equilíbrio entre as velocidades médias medidas no período diurno em comparação ao noturno, com ligeira superioridade do período diurno na estação chuvosa.

Figura 06 - Velocidade média dos ventos em m/s, nos meses do ano, na cidade de Tangará da Serra.



Fonte: Autores. (2023)

A partir do Diagrama de regime de ventos com velocidade média horária e direção predominante em Tangará da Serra - MT (Figura 07), é possível observar que durante a estação seca, de maio a setembro, há registro de maiores velocidades dos ventos (entre 2,8 e 4,2 m/s), vindos do sentido Leste e Nordeste, principalmente no período da tarde e início da noite (entre 12 e 21 horas).

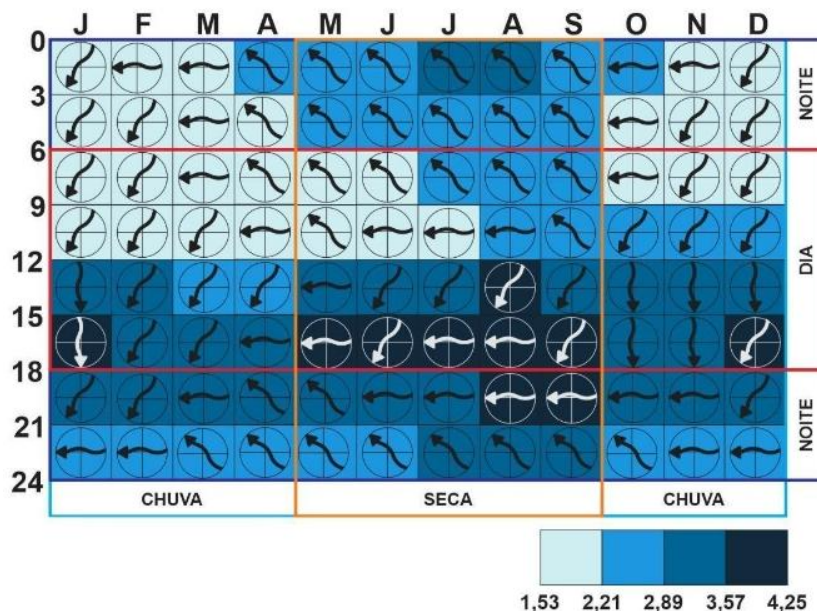
Isso evidencia a necessidade de obstruir a passagem dos ventos provenientes dessas direções, tanto no tecido urbano quanto nas edificações. Tratam-se de ventos com velocidades substanciais, aquecidos, secos e carregados de poluentes.

Vale destacar que a direção Sudeste se destaca durante a seca no fim da noite e durante a madrugada, períodos quando os ventos são mais frescos e úmidos, sendo aceitos para fins de ventilação higiênica nos ambientes.

Durante a estação chuvosa, de outubro a abril, foram observadas as maiores velocidades também no período da tarde e início da noite, com velocidades menores em relação à estação seca. São ventos predominantemente vindos dos sentidos Norte e Nordeste.

Deve-se, portanto, favorecer a admissão dos ventos provenientes dessas direções nessa estação, de modo a contribuir com a regulação da elevada umidade do ar nesse período. Isso tende a melhorar as condições de conforto térmico, além de controlar a proliferação de microrganismos nocivos à saúde.

Figura 07 - Diagrama de regime de ventos com velocidade média horária (m.s-1) e direção predominante em Tangará da Serra - MT.



Fonte: Autores. (2023)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ventilação natural é uma das estratégias bioclimáticas mais relevantes para o clima da cidade de Tangará da Serra, sendo importante considerar as direções predominantes do vento na implantação de aberturas nos edifícios e na configuração do ordenamento e projeto urbanos.

Este trabalho demonstra que se deve considerar a implantação de aberturas para ventilação nas fachadas de orientações próximas ao Norte e Nordeste (voltadas para essas direções ou próximas delas). É importante destacar que a direção Nordeste é frequente na estação seca durante o dia e deve ser evitada nesse período. Isso evidencia a necessidade de que as aberturas nessa direção possam ser operadas de modo a se fecharem nessa situação (ventilação seletiva)

Nesse sentido, é ainda importante a instalação de aberturas nas fachadas opostas a essas, nas fachadas de direções próximas ao Sul e ao Sudoeste, de modo a promover a ventilação cruzada e melhorar o conforto térmico.

Com relação ao espaço urbano, observa-se a necessidade de promoção de barreiras na direção Leste e adjacências da cidade. Isso impediria o acesso dos ventos indesejáveis na estação seca. A manutenção de vegetação arbórea remanescente e o reflorestamento de áreas abertas e desmatadas, além do incentivo à verticalização dessa porção da cidade, são estratégias apropriadas.

O Norte é uma região especialmente importante devido ao seu padrão de crescimento urbano, considerando que a cidade tem se expandido principalmente em direção norte e ao leste. A ocupação desordenada dessas áreas pode obstruir os ventos provenientes desse sentido, que são benéficos durante a estação chuvosa, por serem mais frescos e úmidos. Por isso, recomenda-se que, nessa região, o solo seja regulado para evitar edificações verticais e em grandes blocos.

Por isso, deve-se prever corredores de vento dessas direções para o centro da cidade. Isso pode ser feito aproveitando os cursos de água presentes e os vazios urbanos existentes, a serem preferencialmente ocupados por parques urbanos vegetados.

A configuração de Tangará da Serra, marcada por uma malha viária predominantemente ortogonal e uma concentração de densidade na área central, exige um planejamento cuidadoso nas regiões de expansão. O crescimento urbano acelerado pode intensificar a ineficiência térmica se não forem observadas diretrizes que preservem os fluxos naturais de ventilação. Portanto, este estudo destaca a importância de considerar as condições climáticas locais, propondo estratégias urbanísticas e arquitetônicas que favoreçam a ventilação natural e garantam um ambiente urbano mais saudável e confortável.

Por fim, este trabalho reforça a importância do detalhamento das condições de ventilação natural nas cidades, com base em levantamentos técnicos e representações gráficas acessíveis. Desse modo, propicia a participação de todos os atores envolvidos nas atividades de projeto e planejamento urbanos, propiciando melhores condições de habitabilidade para os cidadãos.

## Referências

ASCE's Task Committee on Urban Aerodynamics. *Urban Aerodynamics: Wind Engineering for Urban Planners and Designers*. [S. l.]: **Amer Society of Civil Engineers**, 2011. 76 p.

BRASIL. Instituto brasileiro de geografia e estatística. *Panorama do município de Tangará da Serra, Mato Grosso*. In: **IBGE Cidades, 2021**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/tangara-da-serra/panorama> Acessado em: 22/03/2023.

DEKAY, M. e BROWN G.Z. *Sol, Vento e Luz. Estratégias para o projeto de arquitetura*. 415 p., 2004 Trad. Alexandre F. da Silva. 2a.ed. **Ed. Bookman**. Porto Alegre.

KABOŠOVÁ, L.; KATUNSKÝ, D.; KMET', S. **Designing with the Wind: Climate-Derived Architecture**. Springer: [s. n.], 2023. (eBook) <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-24441-4>.

MAITELLI, G.T.; MORENO, G; HIGA, T.C.S. (org.). **Geografia De Mato Grosso: Território, Sociedade, Ambiente**. p. 248. Cuiabá, Mato Grosso, 2005.

OLGYAY, V. *Arquitectura Y Clima: Manual De Diseño Bioclimático Para Arquitectos Y Urbanistas*. [S. l.]: Gustavo Gili, 1998. 216 p.

SANTOS, L.H.; SANCHES, J.C. *Direção E Velocidade Dos Ventos Como Parâmetro De Projetos Arquitetônicos Em Sinop/Mt*. In: **Anais do 5º Seminário Mato-grossense de Habitação de Interesse Social**. 2011.

TRES, Addressa; TETTO, Alexandre França; SOARES, Ronaldo Viana; WENDLING, William Thomaz; MENGATTO, Ana Paula Rigo. CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DE MATO GROSSO SEGUNDO SISTEMA DE ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**: Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 13, ed. 23, p. 330 - 343, 20 jun. 2016. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/agrarias/classificacao%20do%20estado.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2023.