

## #Análise Sinótica da Malha Urbana de Piracicaba/SP Por: Guilherme Landim-Santos

A representação cartográfica do clima ou das condições atmosféricas momentâneas (tempo) possui uma longa trajetória histórica, com os primeiros mapas surgindo já no século XVII. Assim como os demais mapas temáticos, as representações climáticas (ou meteorológicas) atendiam às necessidades da ciência, que se sistematizava, e às aplicações práticas, como a orientação às navegações, a compreensão da dinâmica das chuvas para a agricultura, entre outras inúmeras possibilidades.

Uma observação meteorológica consiste na medição, registro ou determinação de todos os elementos que, em seu conjunto, representam as condições meteorológicas num dado momento e em determinado lugar, utilizando instrumentos adequados e valendo-se da vista. Estas observações realizadas de maneira sistemática, uniforme, ininterrupta e em horas estabelecidas, permitem conhecer as características e variações dos elementos atmosféricos, os quais constituem os dados básicos para confecção de cartas de previsão do tempo, para conhecimento do clima, para a investigação de leis gerais que regem os fenômenos meteorológicos, etc. As observações devem ser feitas, invariavelmente, nas horas indicadas e sua execução terá lugar no menor tempo possível.

O levantamento meteorológico para a experimentação de um mapa sinótico foi realizado através do uso dos dados obtidos pela estação meteorológica da ESALQ/USP, utilizando como referência a data de 31/12/2021. O objetivo do trabalho foi experimentar a manipulação de vetores de direção dos ventos obtidos pela estação meteorológica, e a velocidade em m/s para entender o hábito climático do dia em análise.

Portanto, o presente experimento possui como objetivo realizar uma análise sinótica diária do perímetro urbano de Piracicaba através da manipulação de vetores de direção do vento em função de seu ângulo. A tabela 1 informa sobre os dados específicos do Posto meteorológico de Piracicaba:

Tabela 1: Informações topográficas do Posto meteorológico de Piracicaba/SP.

POSTO METEOROLÓGICO DE PIRACICABA, SP	
BASE DE DADOS DA ESTAÇÃO AUTOMÁTICA	
ÁREA DE FÍSICA E METEOROLOGIA - LEB - ESALQ - USP	
Local	Piracicaba, SP - Brasil
Coordenadas	
Latitude	22o 42' 30" SUL
Longitude	47o 38' 00" OESTE
Altitude	546 m
Superfície	2062 m <sup>2</sup>
Dados Diários	
Fonte:	<a href="http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/automatica/pagina5.ht">http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/automatica/pagina5.ht</a>

#Pacotes instalados

Para a exploração preliminar foi utilizada a linguagem Python para este conhecimento, com a modelagem dos dados através da plataforma Google Colab. Para a experimentação foram utilizadas as seguintes bibliotecas e pacotes para a manipulação e visualização gráfica dos vetores:

Matplotlib;

Numpy;

Pandas;

Geopandas;

Windrose.

*#0 comando "pip" instala os pacotes necessários para análise dos dados obtidos através do banco de dados da ESALQ/USP*

```
!pip install numpy --upgrade
!pip install pandas
!pip install contextily
!pip install geopandas
!pip install matplotlib
!pip install windrose
```

*#importa os pacotes necessários para a modelagem dos dados*

```
import pandas as pd
import contextily as cx
import io
import geopandas as gpd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/statsmodels/tools/
_testing.py:19: FutureWarning: pandas.util.testing is deprecated. Use
the functions in the public API at pandas.testing instead.
import pandas.util.testing as tm
```

*#Modelagem e obtenção dos dados*

Para isso, primeiro houve a extração dos dados de leitura através do pacote Pandas, para imprimir todos os dados de direção dos ventos, e velocidade referente ao dia 31/12/2021, dada pela função abaixo:

```
#imprime e extrai os dados obtidos pela tabela do excel
df1 = pd.read_csv('/content/Testel.csv')
print(df1)
```

Então, também foi obtida o desenho da malha urbana em shapefile para que os dados de direção dos ventos fossem combinados com o desenho da cidade para a semiótica da carta sinótica de Piracicaba, para isso, utilizou-se o pacote GeoPandas para esta plotagem:

```
#importa do shapefile com o desenho da cidade de Piracicaba  
>>cidade_pira = gpd.read_file('/content/Cidadepira.shp')
```

Os dados, quando obtidos pela função gpd para a orientação do objeto, e gerou um polígono único com a informação geométrica do ambiente condensado em todos os eixos num único atributo, necessitando uma separação dos objetos de latitude e longitude em X e Y para a combinação dos dados vetoriais. Para isso, utilizou-se o argumento de lambda para a separação das variáveis para a modelagem dos seus valores predefinidos de geometria. A função é dada pela lógica seguinte:

```
#Converte a geometria da cidade organizada em eixos de x e y  
>>af = cidade_pira["geometry"].apply(lambda p:  
list(p.exterior.coords)).explode().apply(pd.Series).rename(columns={0  
:"x", 1:"y"}))x
```

af

```
      x      y  
0 -47.644908 -22.767681  
0 -47.647719 -22.767385  
0 -47.648159 -22.765031  
0 -47.646926 -22.763351  
0 -47.650298 -22.760940  
..      ..  
0 -47.637063 -22.765388  
0 -47.638450 -22.766009  
0 -47.640856 -22.766650  
0 -47.642636 -22.766806  
0 -47.644908 -22.767681
```

[197 rows x 2 columns]

A partir dos dados obtidos, a modelagem foi iniciada pela nomeação das variáveis, onde:

Lon – x;

Lat – y;

u- direção do vento em u;

v- direção do vento em v;

m- velocidade do vento em m/s;

São objetos randômicos de fenômeno não-linear. Pela direção dos ventos nos vetores em u e v apresentarem a aleatoriedade em sua direção, a normalidade em relação à sua direção

para a obtenção dos multigrafos com relação à direção em m/s pela variável  $m$  é necessária.

#Plotando os dados obtidos

Então, seja o domínio de  $u$  e  $v \in \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^2$ ,  $u$  e  $v$  são produtos parametrizados de vetores unitários de seus próprios objetos distribuídos na área da escala,

∴

$$\int_u^v \left( \frac{u}{\sqrt{u^2+v^2}} \right) du \text{ e } \int_u^v \left( \frac{v}{\sqrt{u^2+v^2}} \right) dv$$

Utilizando a lógica, os dados foram plotados em multigrafos da função quiver, pela representação gráfica, as múltiplas direções do vento compartilhando de uma mesma vértice para a distribuição das diferentes arestas em cada um dos pontos do plano cartesiano em referência de X e Y.

Para a malha urbana de Piracicaba a prova dos vetores seguiu que quiver eram os elementos de direção do vento em relação à velocidade com diferentes colorações da escala de Viridis para cada variável de velocidade do vento obtida para cada objeto direcionado.

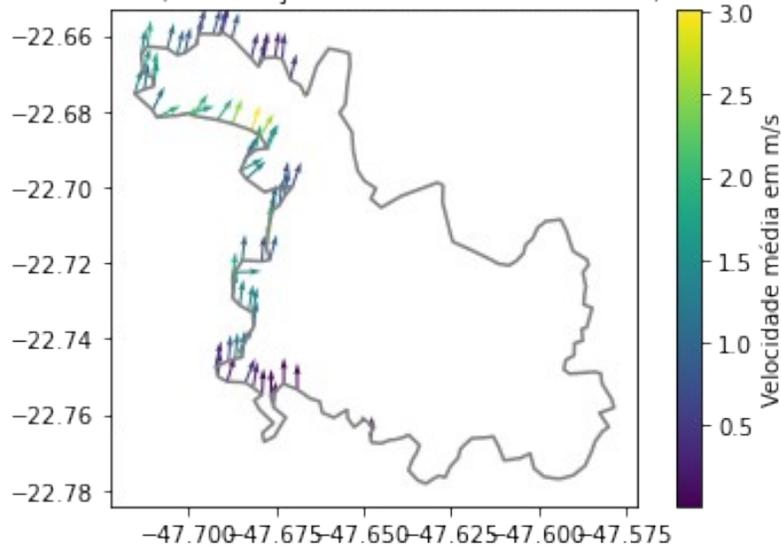
```
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.colors as mcolors
import matplotlib.cm as cm
import numpy as np
#indica os vetores a serem processados
lon= (af.x)
lat= (af.y)
m= df1['Vvento_ms_AVG']
u= df1['Dvento_D1_WVT']
v= (df1['Dvento_SD1_WVT'])

#normaliza os dados vetoriais na escala proposta
u_norm = u / np.sqrt(u ** 2.0 + v ** 2.0)
v_norm = v / np.sqrt(u ** 2.0 + v ** 2.0)

#plotagem dos dados
fig, ax = plt.subplots()
q = ax.quiver(lon, lat, v_norm, u_norm, m, scale=20,
             pivot = "tail", alpha=1)
cbar = plt.colorbar(q, ax=ax)
cbar.set_label('Velocidade média em m/s')
plt.title("Velocidade média em m/s e direção do vento em Piracicaba/SP
em 31/12/2021")
cidade_pira.boundary.plot(ax=ax, color='gray', zorder=2)

<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7efcb9484250>
```

Velocidade média em m/s e direção do vento em Piracicaba/SP em 31/12/2021



A mesma lógica foi realizada para a direção dos ventos sem a referência de coordenada do shape, para a projeção da cidade junto dos ventos. Dessa vez o X e Y foram utilizados sendo diferenças centrais precisas de segunda ordem nos pontos internos e diferenças unilaterais precisas de primeira ou segunda ordem nos limites, isso transformou as posições em sistemas lineares, dada a função `np.gradient`, do pacote Numpy.

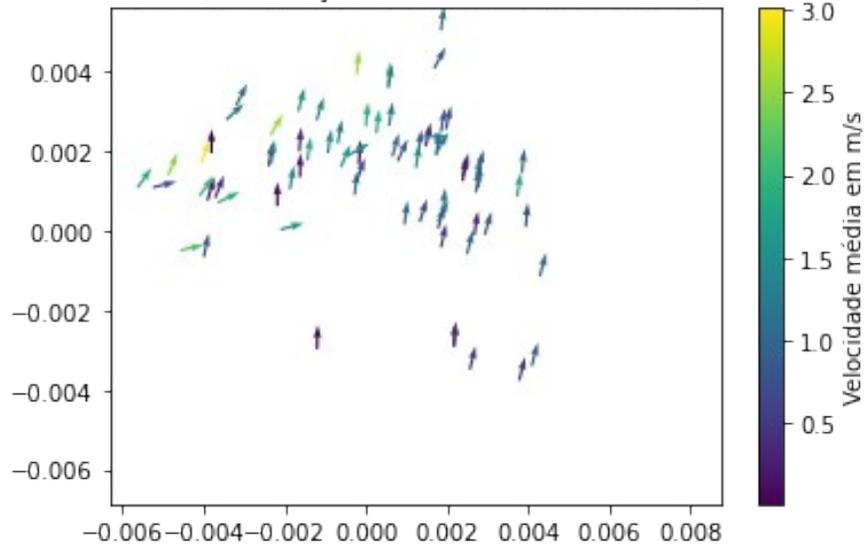
Contudo, combinado os dados, a saída foram de vetores em maiores quantidades com a mesma direção dos ventos, mas em uma escala aproximada, talvez o vento “soprado” naquela data.

```
lon= np.gradient(af.x)
lat= np.gradient(af.y)
m = df1['Vvento_ms_AVG']
u= df1['Dvento_D1_WVT']
v= df1['Dvento_SD1_WVT']
u_norm = u / np.sqrt(u ** 2.0 + v ** 2.0)
v_norm = v / np.sqrt(u ** 2.0 + v ** 2.0)

fig, ax = plt.subplots()
q = ax.quiver(lon, lat, v_norm, u_norm, m)
cbar = plt.colorbar(q, ax=ax)
cbar.set_label('Velocidade média em m/s')
plt.title("Velocidade média em m/s e direção do vento em Piracicaba/SP em 31/12/2021")

Text(0.5, 1.0, 'Velocidade média em m/s e direção do vento em Piracicaba/SP em 31/12/2021')
```

Velocidade média em m/s e direção do vento em Piracicaba/SP em 31/12/2021

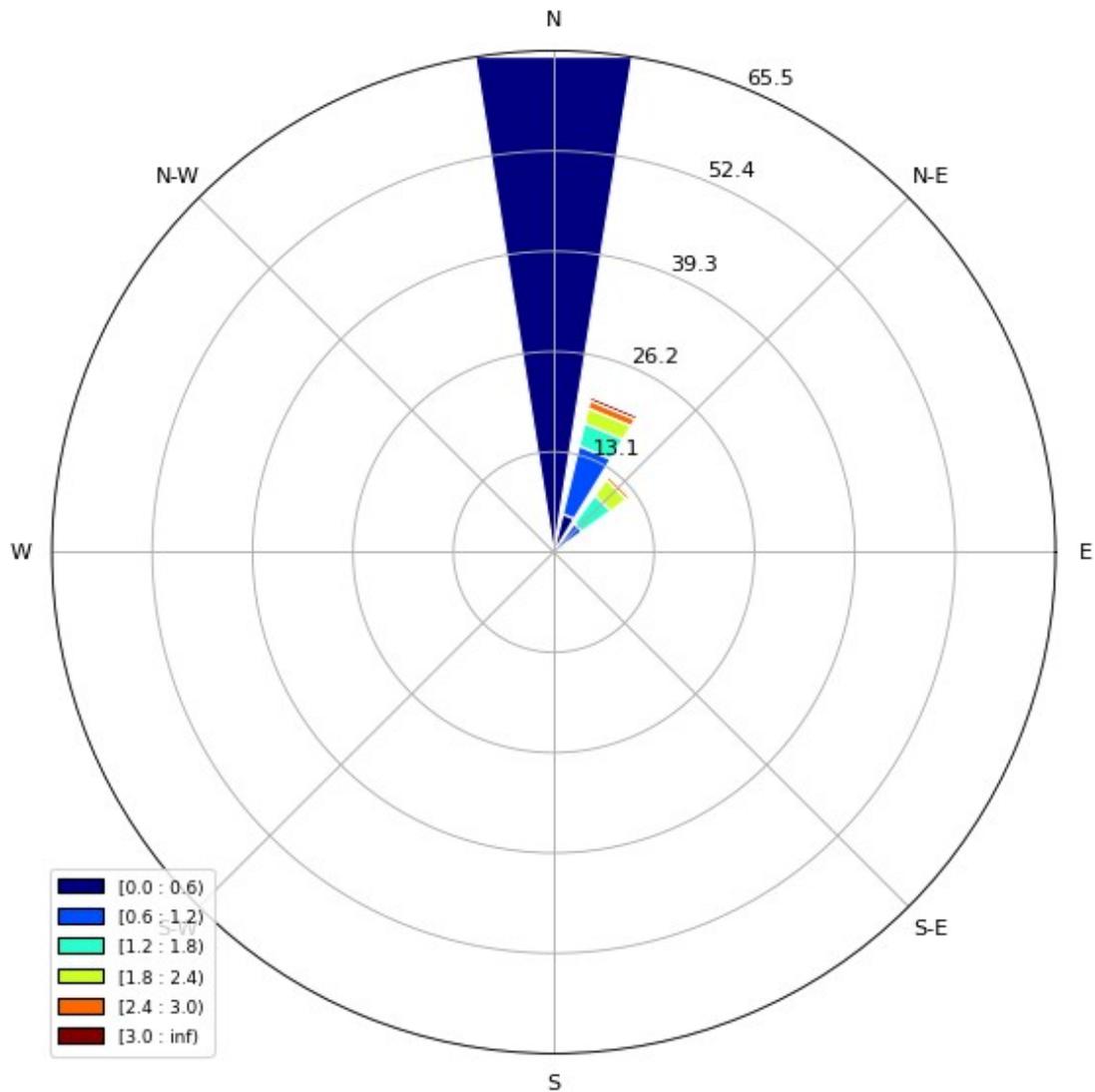


A direção foi confirmada através da rosa dos ventos, obtida pelo pacote WindRose que também indicou a mesma direção para os dados levantados, indicando a singularidade que a representação destes vetores possui.

*#verificação da direção e velocidade em rosa dos ventos*

```
from windrose import WindroseAxes
uv = df1['Dvento_G']
ax = WindroseAxes.from_ax()
ax.bar(v, m, normed=True, opening=0.8, edgecolor='white')
ax.set_legend()
```

<matplotlib.legend.Legend at 0x7efcb91ca3d0>



### #Interpretando a velocidade dos ventos

A leitura dos dados de 31/12/2021 indicaram um dia de bafage e aragem, por conta da sua velocidade em m/s pela escala de Beaufort. Neste dia o vento na malha urbana em aspecto da terra, indicava o um dia de calmaria com alguns tremores de folhas de árvores com uma leve sensação de vento no rosto.

Grau	Designação	nós	km/h	m/s	Aspecto do mar	Efeitos em terra
0	<i>Calmaria</i>	<1	<2	<1	Espelhado	Fumaça sobe na vertical
1	<i>Bafagem</i>	1 a 3	2 a 6	1 a 2	Pequenas rugas na superfície do mar	Fumaça indica direcção do vento
2	<i>Aragem</i>	4 a 6	7 a 11	2 a 3	Ligeira ondulação sem rebentação	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	<i>Fraco</i>	7 a 10	13 a 19	4 a 5	Ondulação até 60 cm, com alguns <i>carneiros</i>	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento
4	<i>Moderado</i>	11 a 16	20 a 30	6 a 8	Ondulação até 1.5 m, <i>carneiros</i> frequentes	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	<i>Fresco</i>	17 a 21	31 a 39	9 a 11	Ondulação até 2.5 m, muitos <i>carneiros</i>	Movimentação de árvores pequenas; superfície dos lagos ondula
6	<i>Muito Fresco</i>	22 a 27	41 a 50	11 a 14	Ondas grandes até 3.5 m; borrifos	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda chuva aberto
7	<i>Forte</i>	28 a 33	52 a 61	14 a 17	Mar revolto até 4.5 m com espuma e borrifos	Movem-se as árvores grandes; dificuldade em andar contra o vento
8	<i>Muito Forte</i>	34 a 40	63 a 74	17 a 21	Mar revolto até 7.5 m com rebentação e faixas de espuma	Quebram-se galhos de árvores; circulação de pessoas difícil
9	<i>Duro</i>	41 a 47	76 a 87	21 a 24	Mar revolto até 9 m; borrifos afectam visibilidade	Danos em árvores; impossível andar contra o vento
10	<i>Muito Duro</i>	48 a 55	89 a 102	25 a 28	Mar revolto até 12 m; superfície do mar branca	Árvores arrancadas; danos na estrutura de construções
11	<i>Tempestade</i>	56 a 63	104 a 117	29 a 32	Mar revolto até 14 m; pequenos navios sobem nas vagas	Estragos abundantes em telhados e árvores
12	<i>Furacão</i>	>64	>119	>33	Mar todo de espuma; visibilidade nula	Grandes estragos