

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**PADRÃO DE VARIABILIDADE DO  
VENTO À SUPERFÍCIE, EM  
LAJEADO, RIO GRANDE DO SUL,  
BRASIL:  
IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS**

**Juliana Tomasini**

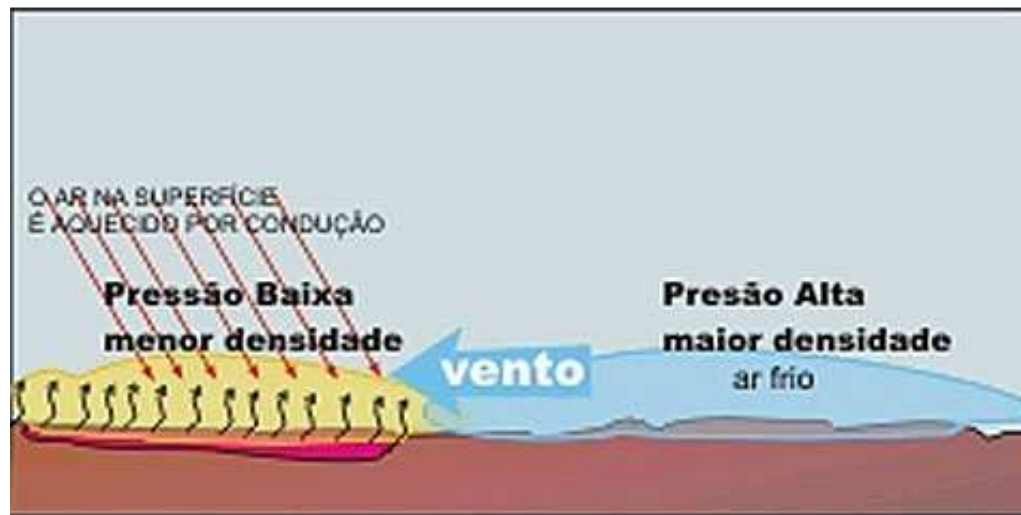
**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Grasiela Cristina Both**

**Lajeado, junho de 2011.**

# INTRODUÇÃO

## VENTO

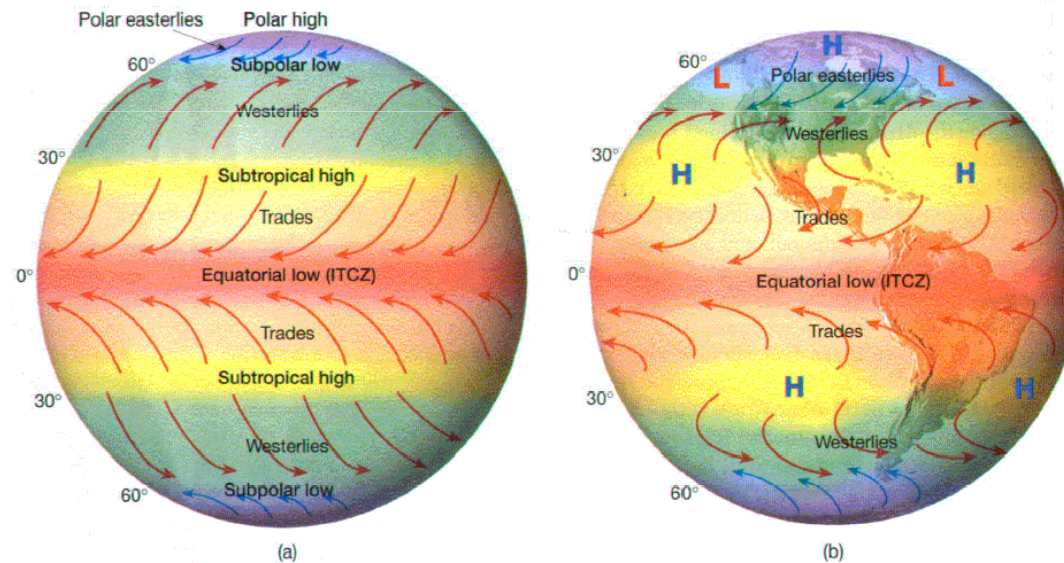
- Resultante das diferenças de temperatura e dos gradientes de pressão entre distintas regiões do planeta, que induzem os movimentos do ar a restabelecer o equilíbrio térmico e barométrico (LINACRE e GEERTS, 1997);



# INTRODUÇÃO

## TIPOS DE VENTO

- Global ou planetários



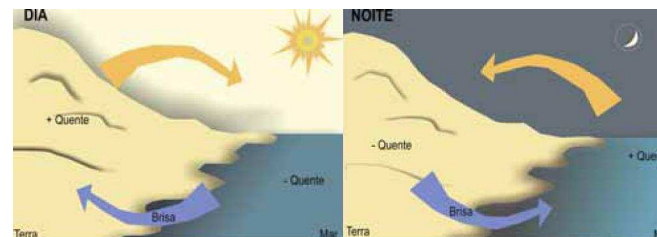
Fonte: ESPERE, 2010.

# INTRODUÇÃO

## TIPOS DE VENTO

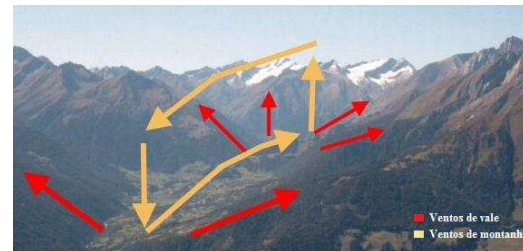
- Regional ou local

- Brisas terrestres e marítimas;



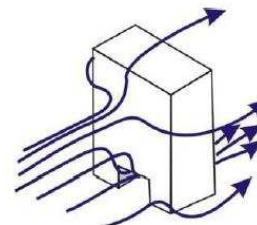
Fonte: Frota e Schiffer (1997).

- Ventos de montanha e de vale;



Fonte: ESPERE, 2010.

- Ventos na Camada Intra-Urbana.



Fonte: Romero, 2000.

# INTRODUÇÃO

## Importância do vento no contexto ambiental

- Planejamento urbano;
- Compreender a dinâmica de dispersão de poluentes atmosféricos em uma cidade;
- Geração de energia eólica.

# OBJETIVOS

## Geral

- Conhecer a velocidade média e a direção predominante dos ventos diurna, mensal, sazonal e anual no município de Lajeado/RS, Brasil;

## Específicos

- Realizar uma análise da influência da topografia regional e mancha urbana no comportamento do vento no município de Lajeado/RS;
- Conhecer o mês e a estação mais ventosa no município.
- Estudar a relação da variabilidade do vento e os sistemas de tempo atuantes em cada estação do ano no município de Lajeado/RS;
- Conhecer os impactos do padrão de variabilidade dos ventos quanto à dispersão de poluentes e aspectos de ventilação urbana do município;
- Contribuir para o conhecimento da climatologia local.

## METODOLOGIA

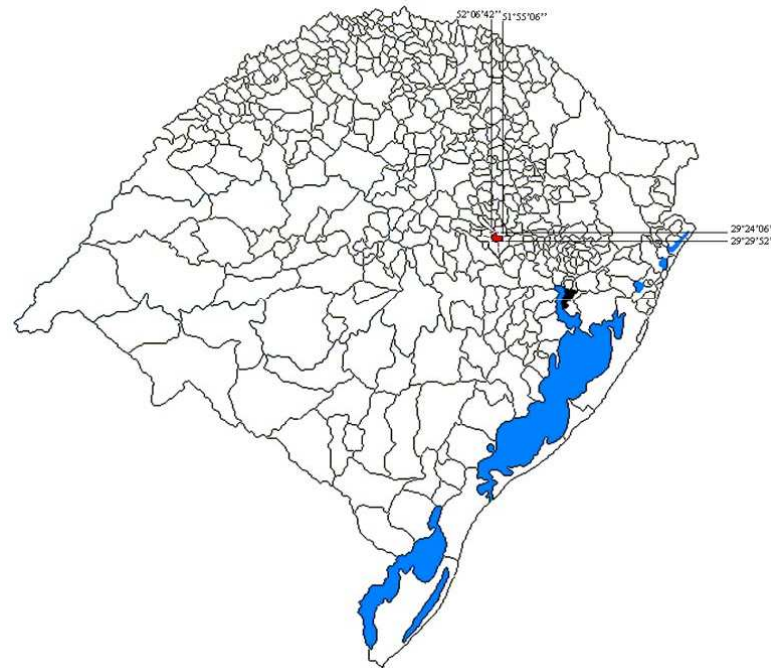
- ÁREA DE ESTUDO;
- COLETA E TRATAMENTO DE DADOS;
  - DIREÇÃO PREDOMINANTE DO VENTO
  - VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO
  - IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS



# METODOLOGIA

## Área de estudo:

- Município de Lajeado, RS;
- Localização: Centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul;
- Área: 90,14 km<sup>2</sup>;
- Coordenadas: 29° 24' 06" e 29° 29' 52" de latitude sul e 51° 55' 06" e 52° 06' 42" de longitude oeste;
- Altitude média: 65 metros.



Fonte: disponível em: <<http://www.lajeado-rs.com.br>>



# METODOLOGIA

## Dados

- Registros horários de velocidade média e direção predominante dos ventos, coletados no período de 2003 a 2011.

## Coleta de dados

- Estação meteorológica localizada no campus da UNIVATES, em Lajeado a 85 metros em relação ao nível do mar;
- Anemômetro rotativo de conchas de formato especial montadas simetricamente formando ângulos retos com um eixo vertical;
- O anemômetro está instalado aproximadamente 10 metros acima da superfície do solo.

# METODOLOGIA

## Tratamento dos dados

### Direção predominante dos ventos

- Análise de observações diárias da frequência de cada direção em planilha eletrônica;

$$f(x) = \frac{n}{N} \cdot 100$$

onde,

f(x): frequência de ocorrência do vento em uma determinada direção;

n: número de ocorrências de uma determinada direção;

N: número total de observações.

- Elaboração de gráficos tipo rosa dos ventos.

# METODOLOGIA

## **Tratamento dos dados**

### Velocidade média do vento

- Utilização de planilha eletrônica;
- Agrupamento de dados diurnos (6h às 17h30) e noturnos (18h00 às 5h30);
- Agrupamento mensal e anual;
- Média por turno, mensal, sazonal e anual;
- Elaboração de gráficos para melhor visualização e análise.

# METODOLOGIA

## **Tratamento dos dados**

### Implicações ambientais

- Elencou-se aspectos intra-urbanos a serem considerados nesta análise, que podem influenciar no comportamento do vento, como: relevo e mancha urbana;
- As implicações analisadas: planejamento urbano, como localização de distrito industrial, aspectos de ventilação urbana e conforto ambiental.

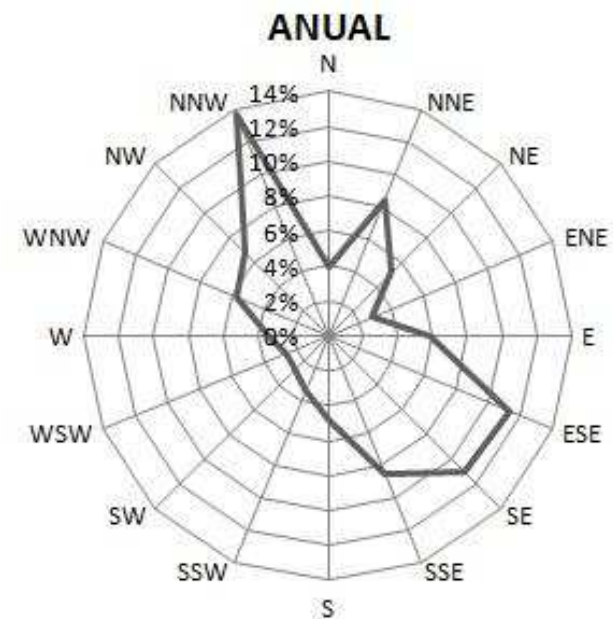
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

- Direção predominante
  - Direção predominante anual
  - Direção predominante mensal
  - Direção predominante sazonal
- Velocidade média
  - Velocidade média anual
  - Velocidade média mensal
  - Velocidade média sazonal
  - Velocidade média anual diurna e noturna
  - Velocidade média mensal diurna e noturna
  - Velocidade média sazonal diurna e noturna
- Direção com maior velocidade
- Implicações ambientais
  - Dispersão de poluentes
  - Ventilação urbana

# RESULTADOS E DISCUSSÕES

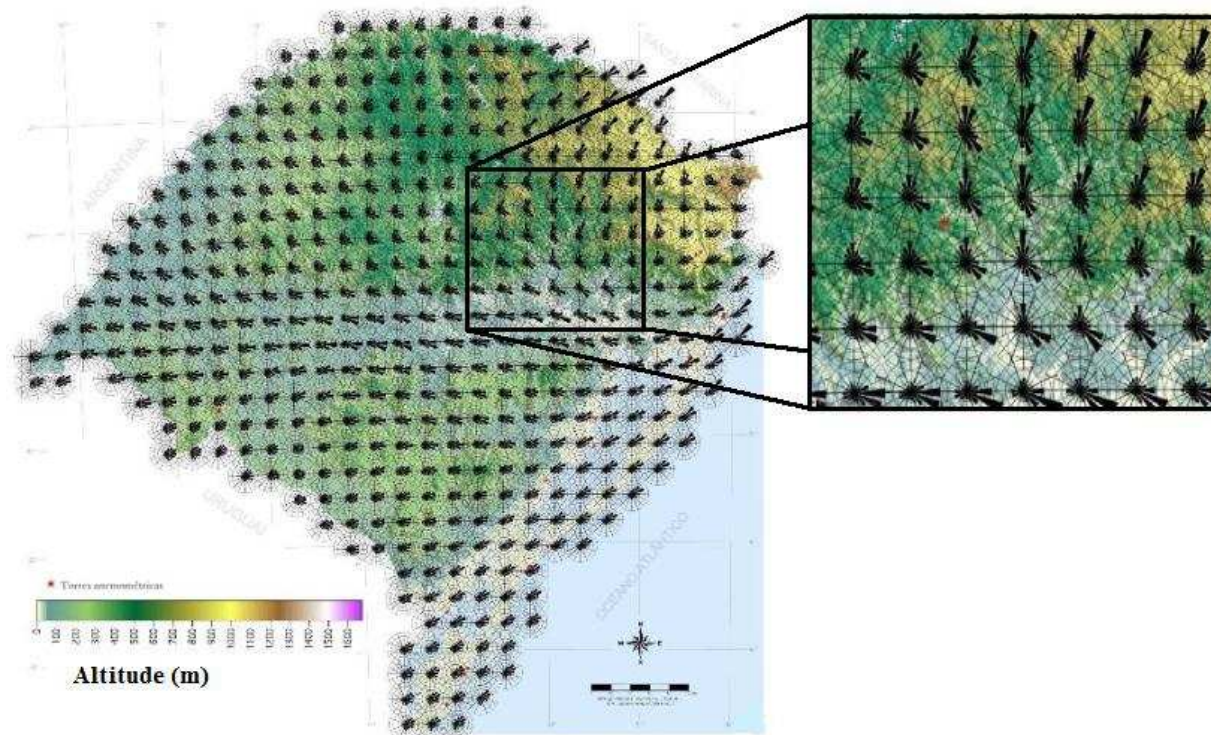
## Direção do vento anual

- As direções norte–noroeste (NNW), leste-sudeste (ESE) e norte-nordeste (NNE) predominaram ao longo do ano, tendo estas, respectivamente, os seguintes valores médios: 13,79%, 11,28% e 11,03%.
- Resultados semelhantes aos observados pelo Atlas Eólico do Rio Grande do Sul (2002).



# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Direção do vento anual



Fonte: Adaptado pela autora com base em Atlas Eólico do Rio Grande do Sul (2002).



# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Direção mensal

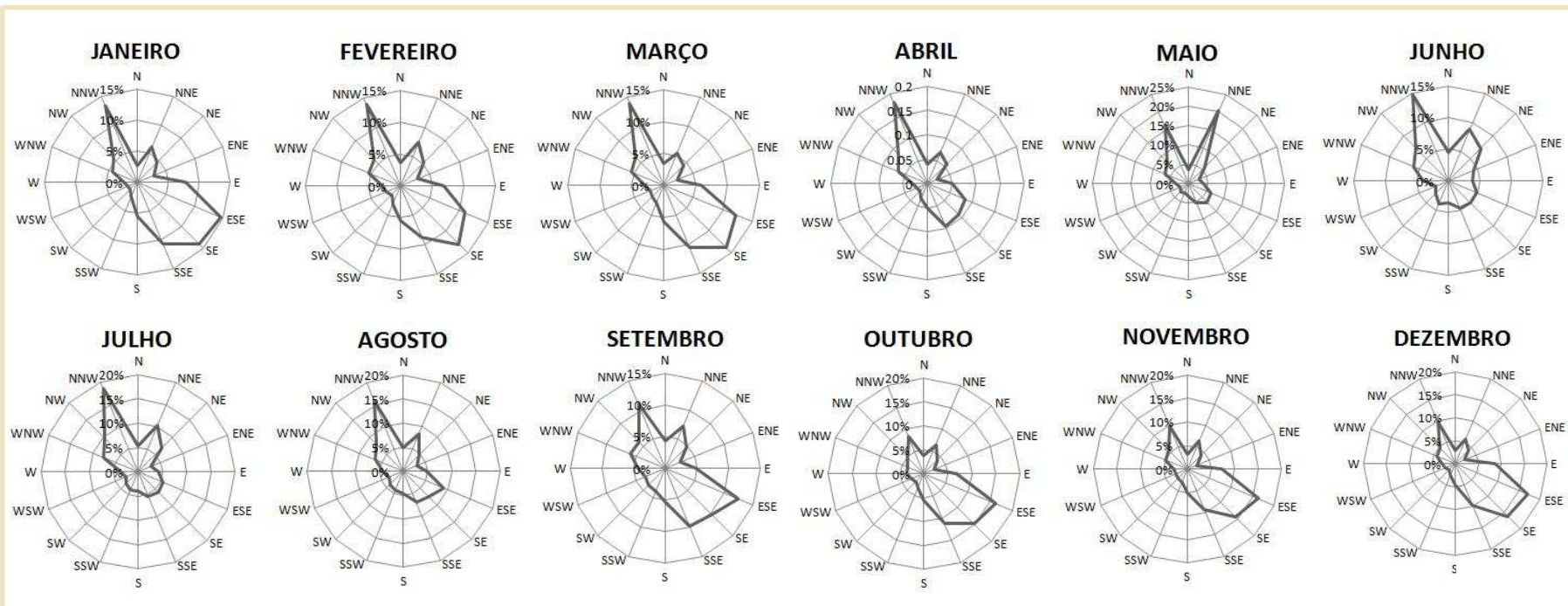
- Na maioria dos meses predominou vento NNW, excetuando-se os meses de janeiro, setembro, outubro, novembro e dezembro, que apresentam maiores frequências de vento ESE;
- A frequência de ventos NNE também foi observada, mas em menor frequência.

## Direção sazonal

- Observou-se duas direções principais: ESE durante a primavera e verão e NNW durante os meses que compreendem o outono e inverno.

# RESULTADOS E DISCUSSÕES

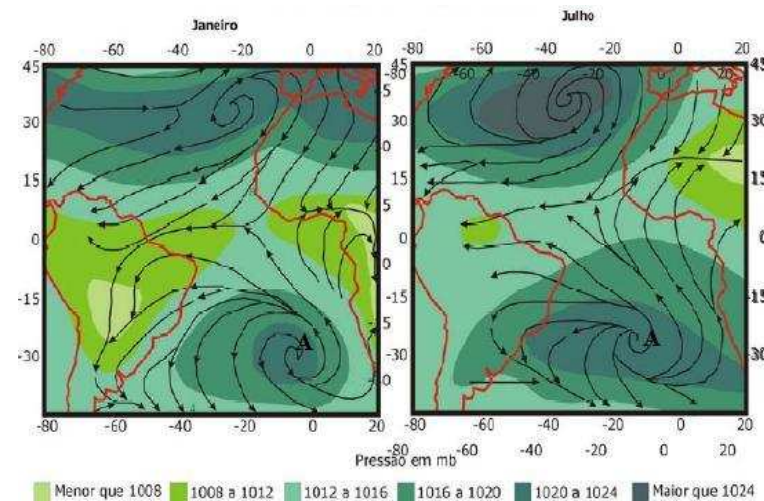
## Direção do vento mensal e sazonal



# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Sistemas de tempo condicionantes do padrão de variabilidade observado

- Maior frequência de ventos de quadrante norte no inverno se deve ao gradiente de pressão estabelecido pelo avanço de frentes frias pelo RS;
- Ventos predominantes nas direções leste e nordeste deve-se provavelmente a movimentação sazonal dos centros de alta pressão do Atlântico (Anticiclone semifixo do Atlântico sul).

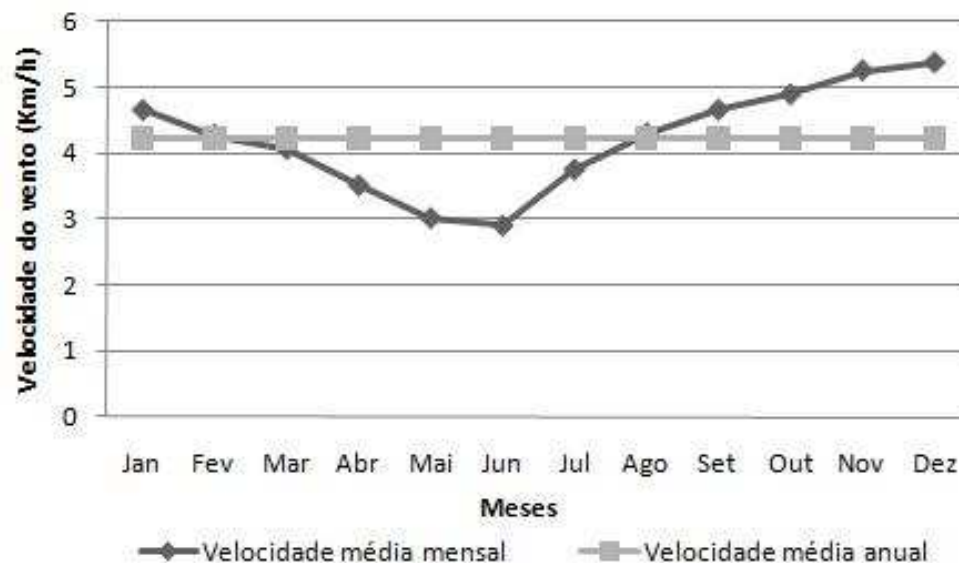


Fonte: Adaptado pela autora com base em Riehl (1979).

# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Velocidade média mensal e anual do vento

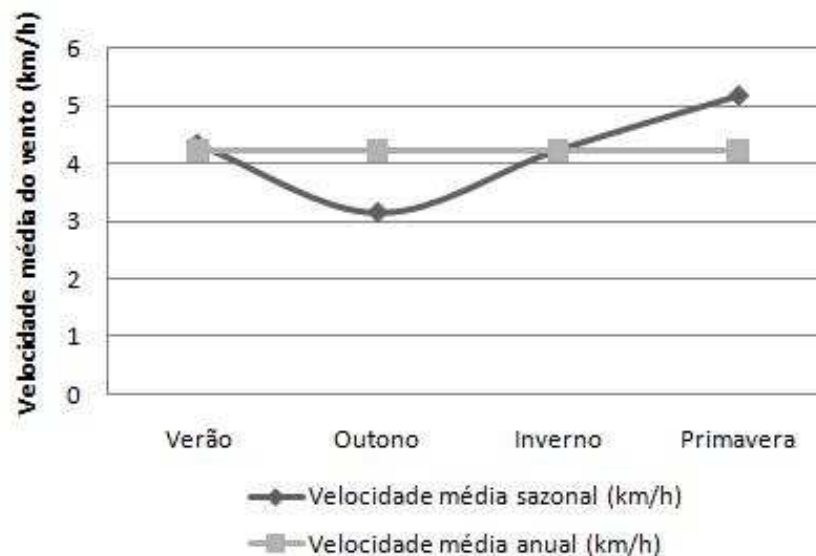
- A velocidade média anual foi igual a 4,23 km/h;
- A maior velocidade foi encontrada no mês de dezembro (5,37 km/h) e a menor velocidade no mês de junho (2,91 km/h).



# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Velocidade média sazonal do vento

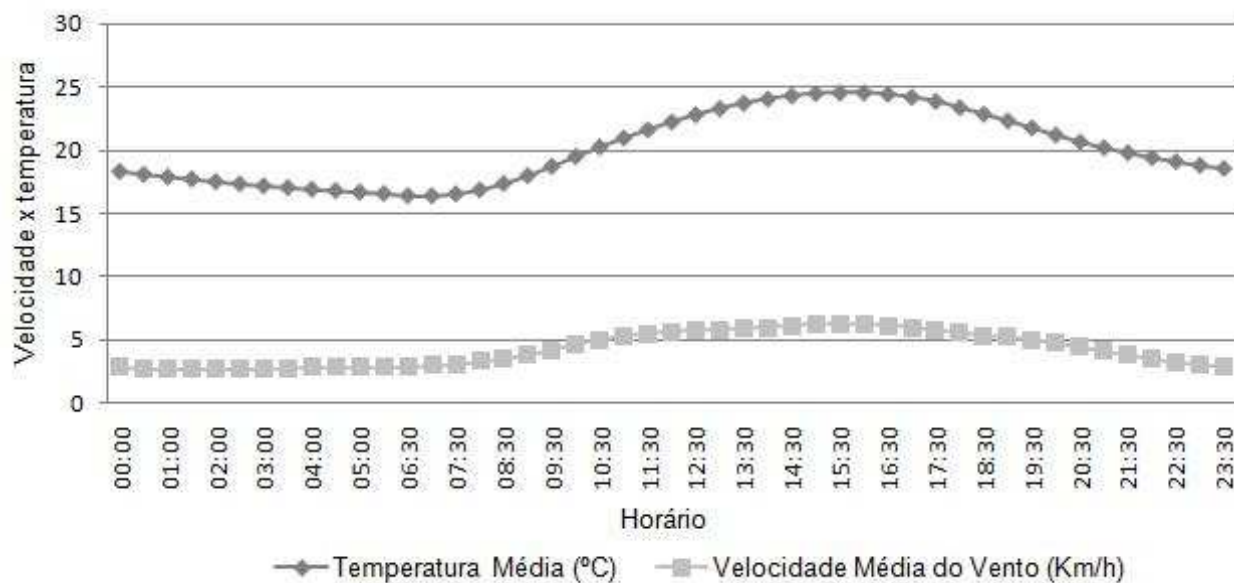
- A primavera apresentou as maiores velocidades e o outono as menores velocidades;
- As grandes variações na velocidade média do vento na região em estudo devem-se entre outros fatores a sua localização.



# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Velocidade média dos ventos diurnos e noturnos

- No período diurno a velocidade média anual foi de 4,91 km/h e para o noturno de 3,54 km/h, indicando um aumento médio de 28% nas velocidades dos ventos diurnos em relação aos noturnos.

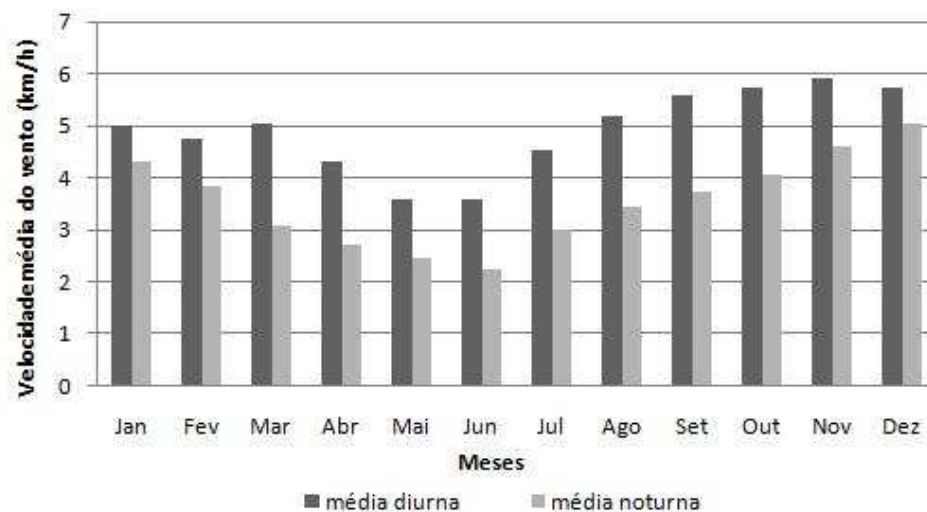




# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Velocidade média mensal dos ventos diurnos e noturnos

- Nos meses de março e setembro os ventos diurnos apresentaram os maiores valores em relação aos noturnos de 39% a 33%, respectivamente. Nos meses de janeiro e dezembro essa diferença se reduz, mas os ventos diurnos ainda superam os noturnos com diferenças de 14% a 12%, respectivamente.

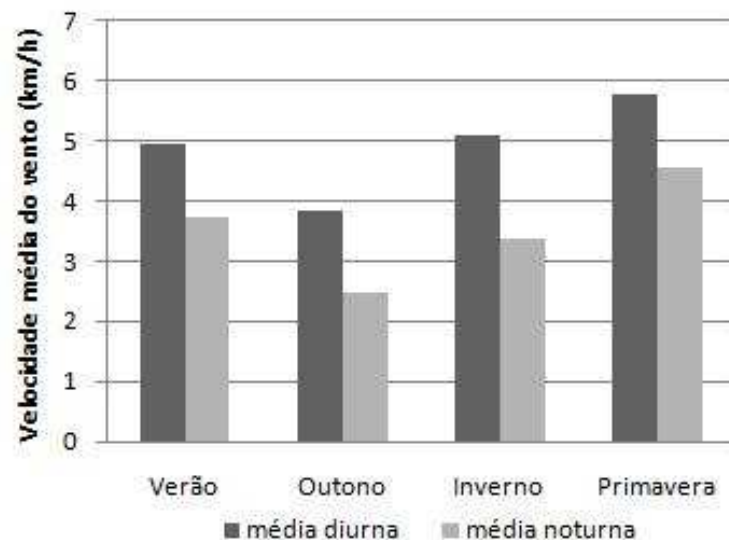




# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Velocidade média sazonal dos ventos diurnos e noturnos

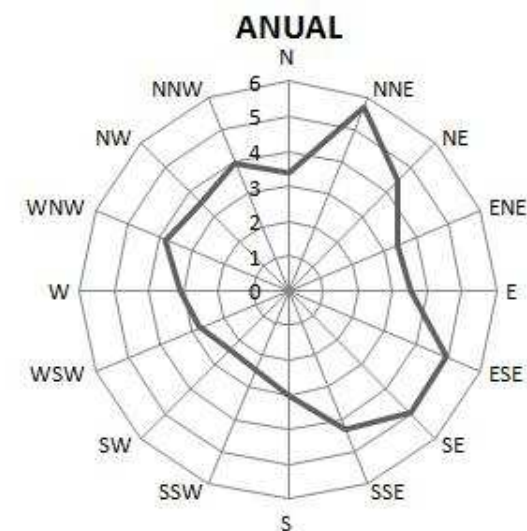
- A primavera apresentou as maiores velocidades (5,79 km/h – diurnos e 4,55 km/h noturnos), e o outono as menores velocidades (3,84 km/h -diurnos e 2,47 km/h -noturnos).



# RESULTADOS E DISCUSSÕES

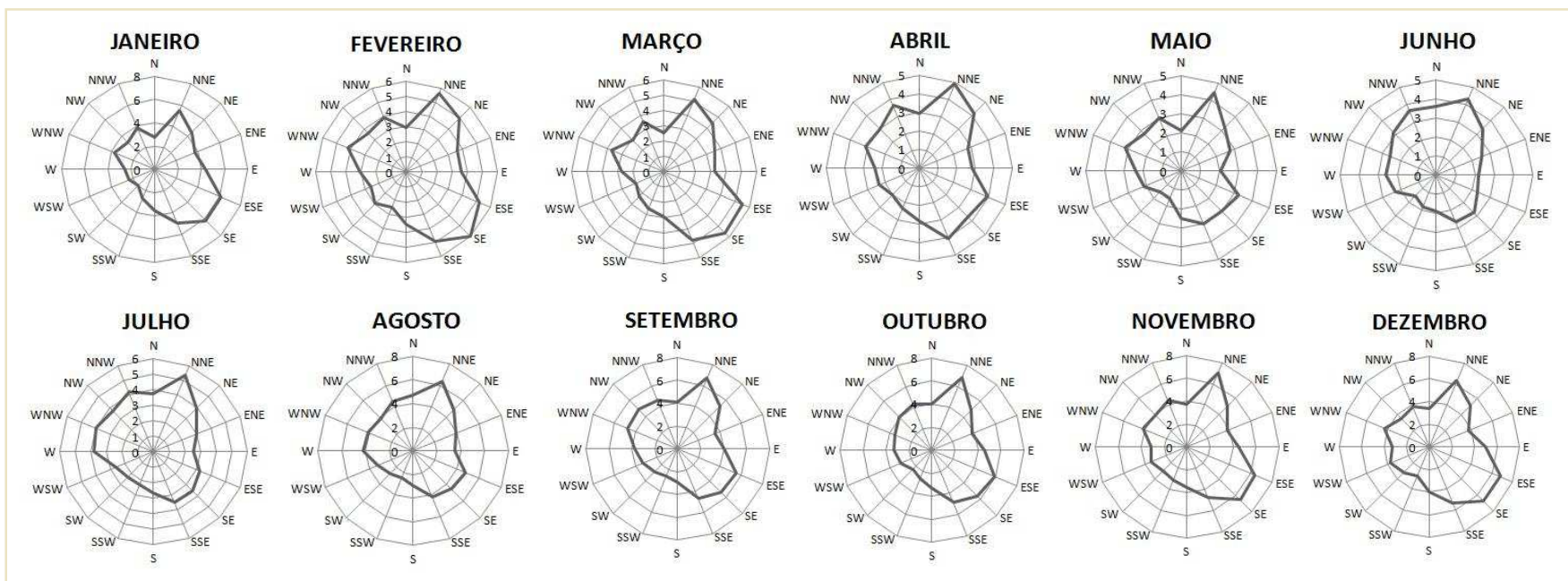
## Direção com maior velocidade

- As direções NNE e SE apresentaram as maiores velocidades médias anuais, apresentando valores, respectivamente de 5,71 e 4,96 km/h;
- Observou-se um aumento gradativo dos valores nas direções NNE e SE nos meses de primavera e verão;
- O mês de novembro apresentou a maior velocidade média de ventos de direção NNE, com valor igual a 6,99 km/h e o mês de julho apresentou o menor valor igual a 4,33 km/h.



# RESULTADOS E DISCUSSÕES

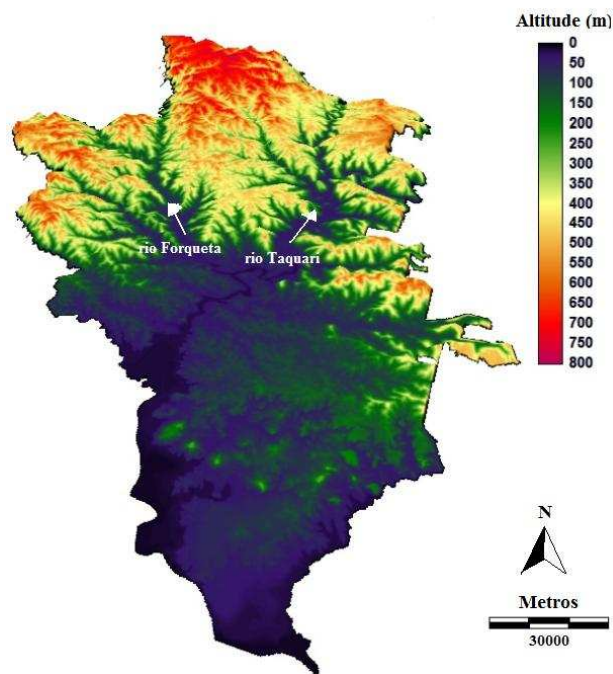
## Direção com maior velocidade



# RESULTADOS E DISCUSSÕES

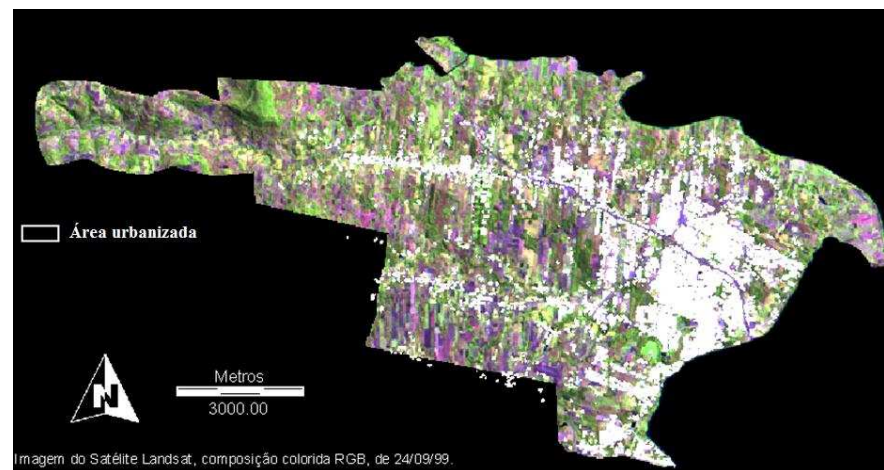
## Influência de alguns aspectos regionais e locais no comportamento do vento no município de Lajeado/RS

### ○ Relevo Regional



Fonte: Adaptado pela autora com base em Eckhardt (2008).

### ○ Mancha urbana

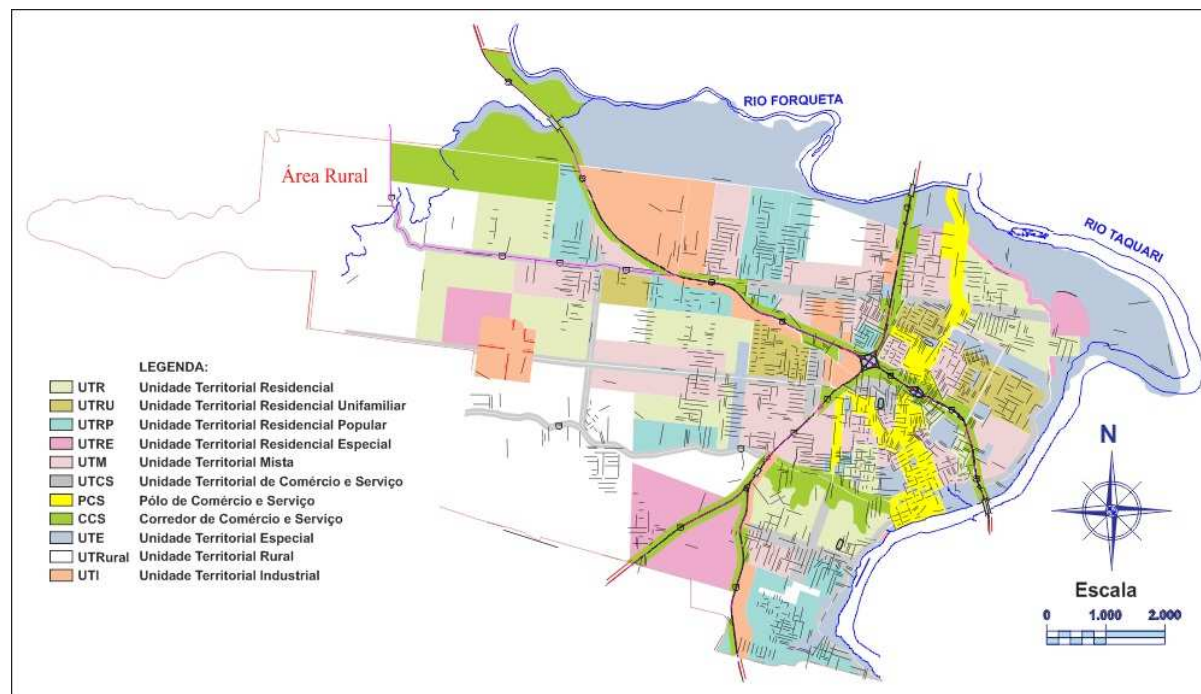


Fonte: Adaptado pela autora com base em Ferreira et al. (2002).

# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Implicações ambientais

- Dispersão de poluentes



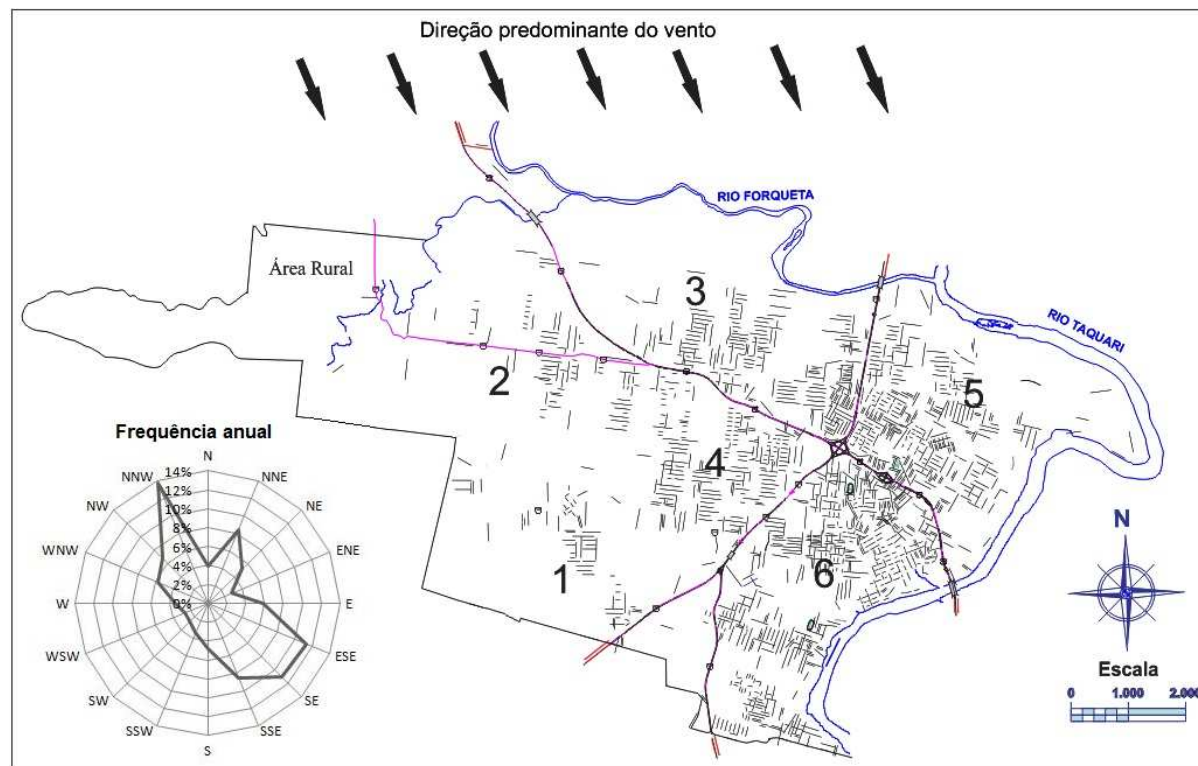
Fonte: Adaptado pela autora com base em Prefeitura Municipal de Lajeado, 2011.



# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Implicações ambientais

- Dispersão de poluentes

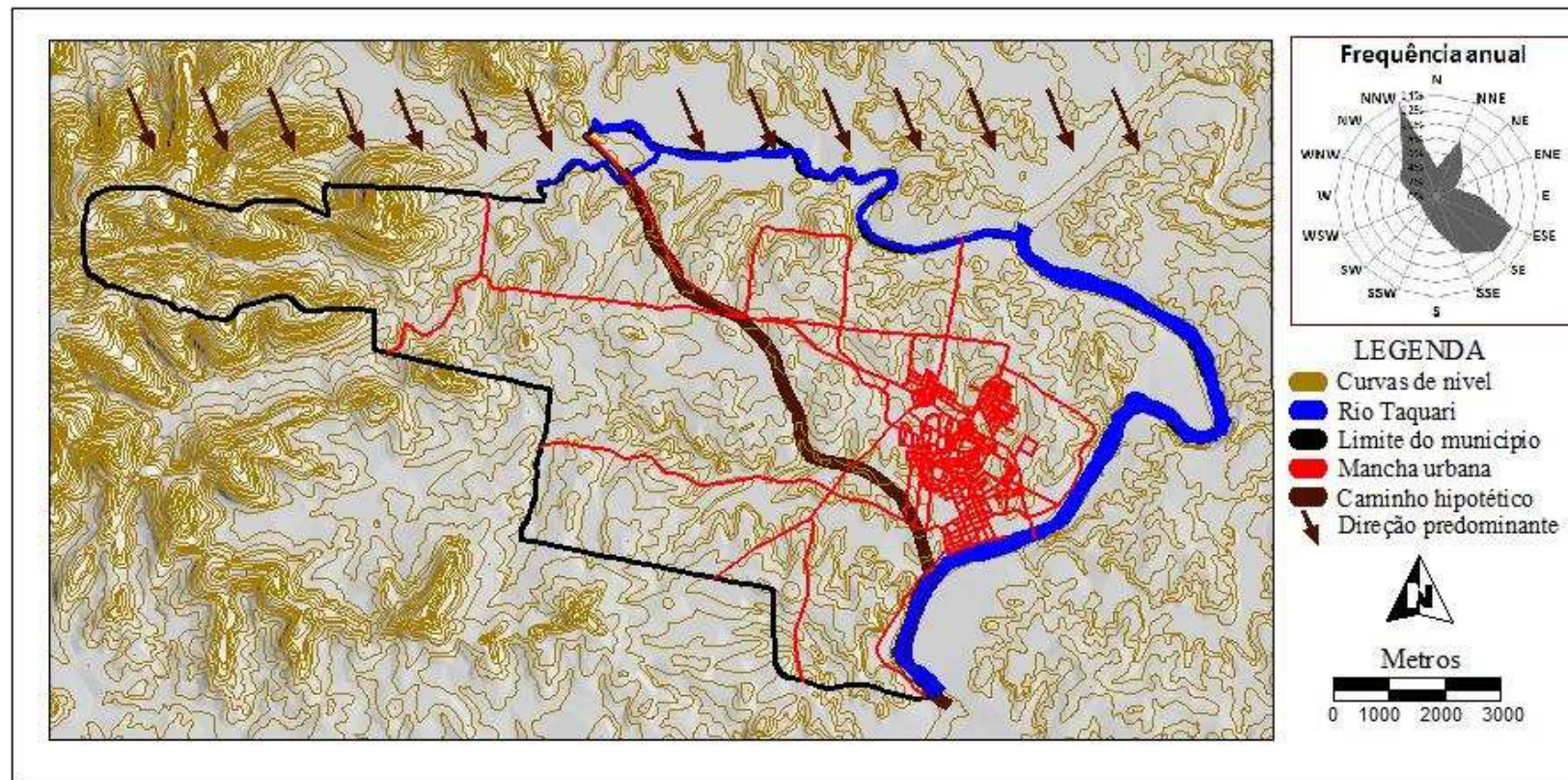


Fonte: Adaptado pela autora com base em Prefeitura Municipal de Lajeado, 2011.

# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Implicações ambientais

### ○ Ventilação urbana

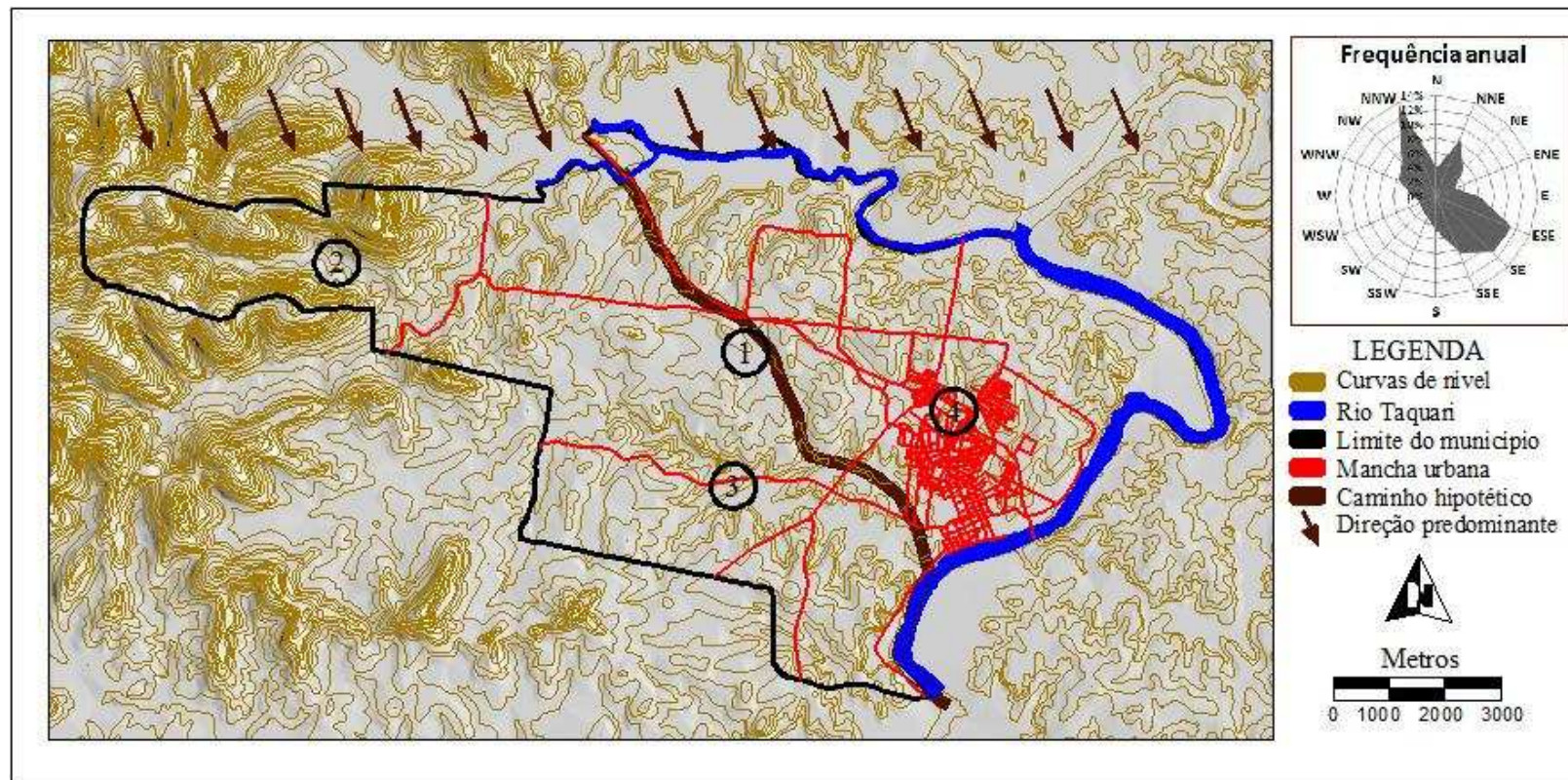




# RESULTADOS E DISCUSSÕES

## Implicações ambientais

### ○ Ventilação urbana



# CONCLUSÃO

- A direção predominante anual é nortenoroeste (NNW) gerado pelo anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul, com pequena mobilidade ao longo do ano;
- a velocidade média anual dos ventos mostrou-se baixa em relação aos estudos realizados em outras regiões do RS;
- A primavera é a estação mais ventosa;
- Na primavera e no verão, a predominância dos ventos é na direção sudeste (SE) e no outono e inverno norte – noroeste (NNW);
- Ao longo do dia, as maiores velocidades encontram-se por volta das 15 horas;
- A utilização dos resultados obtidos tanto para sugestão de um local para instalação de um distrito industrial quanto para analisar aspectos de ventilação urbana em Lajeado mostrou-se satisfatória.

# REFERÊNCIAS

**Atlas eólico: Rio Grande do Sul.** Elaborado por Odilon A. Camargo...[et al.] e editado pela Secretaria de Energia Minas e Comunicações. Porto Alegre: SEMC, 2002. 70p: Il., mapas

ECKHARDT, R.R.. **Geração de modelo cartográfico aplicado ao Mapeamento das áreas sujeitas às inundações Urbanas na cidade de Lajeado - RS.** Programa de pós-graduação em sensoriamento remoto. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. P. Porto Alegre, 2008.

ESPERE, Climate Encyclopaedia. Disponível em: <  
[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1fbf84249ab2b15a9d1efa63be37d9a4,0/Service/Home\\_2qb.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1fbf84249ab2b15a9d1efa63be37d9a4,0/Service/Home_2qb.html)>  
Acesso em 07/09/2010.

FERRERA, E. R., ECKHARDT, R. R., STROCHSHON, E. **Relatório Técnico do projeto de pesquisa: Diagnóstico das Águas Subterrâneas do município de Lajeado, RS:** Lajeado, UNIVATES, 2002.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto térmico.** 4a Ed. São Paulo: Annablume Editora, 1997.

LINACRE, E.; GEERTS, B. **Climates & Weather Explained.** Routledge, 1997.

Prefeitura Municipal de Lajeado. Disponível em: <[http://www.lajeado-rs.com.br/internas.php?conteudo=fisgeo\\_loc.php](http://www.lajeado-rs.com.br/internas.php?conteudo=fisgeo_loc.php)>. Acesso em: 11/10/10, às 19:35.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** 2. ed. São Paulo: ProEditores, 2000. p. 128.