

Velocidades e direções predominantes dos ventos associadas a períodos secos e chuvosos em uma bacia litorânea

A análise da velocidade e direção dos ventos durante os períodos secos e chuvosos constitui-se como uma poderosa ferramenta em projetos agrônômicos, monitoramento e gestão de bacias hidrográficas, geração de energia eólica, entre outros. O objetivo do presente estudo foi analisar as velocidades e direções predominantes dos ventos durante os períodos secos e chuvosos na Bacia Hidrográfica Litorânea do Rio Grande do Sul (RS). A metodologia baseou-se em artigos científicos sobre a variável climatológica vento, em recomendações da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e do Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás (SIMEHGO). Os dados climatológicos utilizados foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referente aos municípios pertencentes a Bacia Hidrográfica Litorânea - RS. Os resultados mostram que a bacia apresenta um comportamento predominantemente seco, com período chuvoso apenas nos meses de janeiro e fevereiro, e com direção do vento incidente predominantemente nordeste (NE). Em relação as velocidades, estas variaram entre 0,9 m.s-1 a 6,1 m.s-1, sendo que as velocidades máximas registradas em alguns municípios se caracterizaram como princípio de tornado (valores acima de 17 m.s-1). As velocidades médias já não possuem grande poder de destruição, ao contrário das máximas registradas conforme a escala de desastres eólicos – Escala Anemométrica Internacional de Beaufort. De forma geral, conclui-se que a Bacia Hidrográfica Litorânea se comporta de maneira bastante uniforme.

Palavras-chave: Caracterização dos ventos; Energia eólica; Escala Anemométrica Internacional de Beaufort; Sazonalidade dos ventos; Desastres eólicos.

Predominant speed and directions of winds associated with dry and rainy periods in a coastal basin

The wind's speed and direction analysis during dry and rainy periods is a powerful tool in agronomic projects, monitoring, and management of watersheds, wind energy generation, among others. This study aimed to analyze the predominant speeds and directions of wind during dry and rainy periods in the Rio Grande do Sul Coastal Basin (RS). The methodology was based on scientific articles about the climatological variable wind, based on recommendations from the National Water and Basic Sanitation Agency (ANA), and the Meteorology and Hydrology System of the State of Goiás (SIMEHGO). The climatological data used were provided by the National Institute of Meteorology (INMET), collected on each municipality belonging to the Coastal Basin - RS. The results show that the basin presents a predominantly dry behavior, with a rainy period only in January and February, and also an incident wind direction predominantly northeast (NE). Speeds ranged from 0.9 m.s-1 to 6.1 m.s-1, and the maximum speeds recorded in some municipalities were characterized as the tornado level one (values above 17 m.s-1). The average of speeds no longer has great destructive power, unlike the maximum recorded according to the scale of wind disasters – Beaufort International Anemometric Scale. In summary, the Coastal Basin behaves substantially uniformly.

Keywords: Characterization of winds; Wind power; Beaufort international anemometric scale; Seasonality of the winds; Wind disasters.

Topic: **Meteorologia, Climatologia e Mudanças Climáticas**

Received: **01/11/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Approved: **19/11/2021**

Michaela Bárbara Neto 
Universidade de São Paulo, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1399576299162418>
<https://orcid.org/0000-0002-2626-4202>
michaela.neto@usp.br

Lukas dos Santos Boeira 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7695996899273551>
<https://orcid.org/0000-0002-6139-5750>
lukasdosantosboeira@gmail.com

Lúcio de Araújo Neves
Instituto Federal Sul Rio Grandense, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5766628726427518>
lneves51@gmail.com

Viviane Santos Silva Terra 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2456180398954129>
<https://orcid.org/0000-0002-9020-3148>
vssterra10@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.011.0010

Referencing this:

BÁRBARA, M. N.; BOEIRA, L. S.; NEVES, L. A.; TERRA, V. S. S.
Velocidades e direções predominantes dos ventos associadas a períodos secos e chuvosos em uma bacia litorânea. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.11, p.98-108, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.011.0010>

INTRODUÇÃO

Em uma época que o meio ambiente vem sendo o foco em grandes eventos mundiais, destaca-se a utilização de energias renováveis para sua preservação. Uma das energias renováveis mais promissoras e que gera menor impacto sobre o ambiente é a que usa os ventos para gerar eletricidade, através de aerogeradores (MARIANO et al., 2017). Estudos relacionados aos padrões de ventos têm se tornado cada vez mais comuns, devido a sua influência na arquitetura, hidrologia, meio ambiente e produção agrícola (SOUZA et al., 2018). O conhecimento da velocidade e direção predominante do vento contribui para planejamento de atividades como: a determinação de locais para a instalação de distritos industriais, quebra-ventos, orientações na construção de estábulos e dimensionamento de torres de geração de energia eólica (ARAÚJO et al., 2019). No Brasil, uma das maiores dificuldades relacionadas com estudos da variabilidade espacial e temporal do vento, é a falta de dados observados e a qualidade dos dados disponíveis. Sendo assim, o uso de dados de reanálise (dados obtidos através de modelos) pode ser justificado pela possibilidade de obtenção de dados de vento, com boa consistência física, para atender às necessidades da pesquisa (MARIANO et al., 2017).

Ao longo dos anos, a variável vento vem sendo objeto de estudo para diversos cientistas Brasileiros. Segundo análises do Scopus¹, o termo “wind” foi registrado pela primeira vez no Brasil em 1961, no total há 5.382 registros de artigos contendo o termo. Contudo, destes apenas 43 são relacionados a estudos eólicos em bacias hidrográficas, sendo o primeiro registro em 2013. Ainda a respeito das análises, a partir de 2018 houve aumento exponencial nas pesquisas sobre ventos incidentes nas bacias hidrográficas, em especial em quatro áreas, “Ciência Ambiental” (33,8%), “Terra e Ciências Planetárias” (20,8%), “Ciência social” (14,3%) e, “Agricultura e Ciências Biológicas” (9,1%). Estudos sobre o comportamento dos ventos em bacias hidrográficas como ferramenta de planejamento, tem se mostrado uma poderosa aliada no monitoramento e controle de corpos hídricos, promovendo resultados relevantes para atividades relacionadas a agricultura, defesa civil e meio ambiente.

Viana et al. (2020), em estudos sobre fenômenos meteorológicos incidentes na costa norte do Rio Grande do Sul detectaram que ventos fortes provenientes do fenômeno maré meteorológica foram capazes de causar inundação e erosão através da intensificação das ondas na região, causando grande impacto econômico, social e ambiental. Oliveira et al. (2018), em observação a região marinha adjacente à costa do Espírito Santo caracterizaram as condições predominantes de direção e velocidade do vento na região, os resultados alertam para possíveis implicações das condições típicas de vento sobre processos oceanográficos e sedimentares no local. Neste contexto, estudos sobre a Baía Hidrográfica Litorânea são cada vez mais necessários na compreensão dos fenômenos incidentes e nos impactos gerados por eles.

Localizada na porção leste e sul do Rio Grande do Sul, a Baía Hidrográfica Litorânea é composta pelos cursos d’água que drenam para o sistema lagunar ou diretamente para o Oceano, ocupa aproximadamente 54.000 km² e compreende uma costa com 622 km de extensão (SEMA, 2012). Devido à

¹ <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic>

sua extensão, a bacia apresenta uma ampla planície sedimentar cenozoica, com um conjunto de feições geomorfológicas sob condições de clima subtropical úmido costeiro, caracterizada por baixa fertilidade natural e alta suscetibilidade eólica (FEPAM, 2017). Sua população está estimada em 1.231.293 habitantes, correspondendo a 10% da população do Rio Grande do Sul, distribuídos em 64 municípios (FEPAM, 2017). Esta bacia possui um dos maiores complexos lagunares do mundo, a Laguna dos Patos, e sobre seus usos hídricos destacam-se a irrigação de arroz, o turismo, a pesca, e a atividade industrial relacionada, principalmente, ao ramo químico e petroquímico (SEMA, 2021). Estes usos nobres da água fomentam as atividades socioeconômicas da Bacia.

A Bacia possui ventos com intensidade e direção variáveis de grande interesse nos estudos de geração de energia eólica. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar as velocidades e direções predominantes dos ventos durante os períodos secos e chuvosos em municípios localizados na Bacia Hidrográfica Litorânea no estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica Litorânea, localizada na costa do estado do Rio Grande do Sul- RS, sendo o centro da bacia na longitude $52^{\circ}30'00''$ e latitude $31^{\circ}00'00''$ (Figura 1). O clima predominante na região segundo a classificação proposta por Köppen é Cfa, subtropical com verão quente, temperaturas superiores a 22°C , com a presença de meses secos e precipitação de 30 mm ao mês (KÖPPEN, 1931; EMBRAPA, 2017).

Os municípios que compõe a Bacia Hidrográfica Litorânea são: Jaguarão, Mostardas, Rio Grande, Torres, Tramandaí, Bagé, Caçapava do Sul, Camaquã, Canguçu, Chuí, Dom Pedrito, compreendendo um total de 11 municípios (Figura 1).

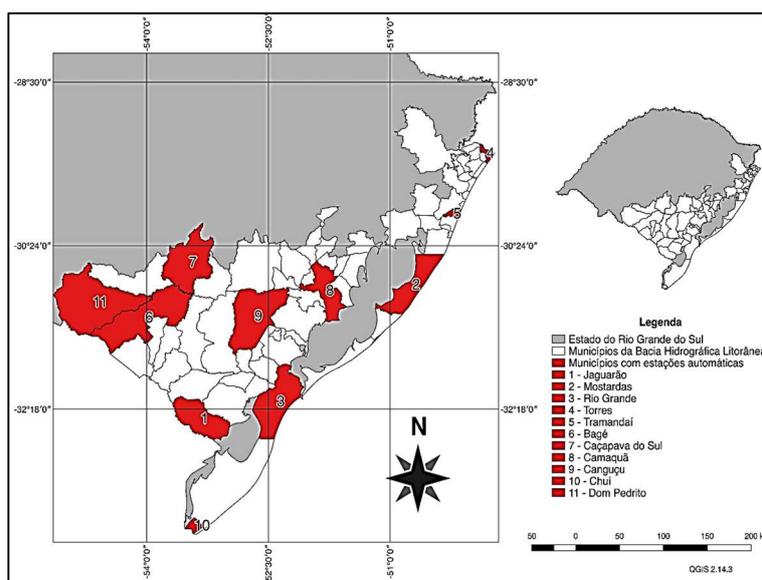


Figura 1: Municípios com estações meteorológicas automáticas na Bacia Hidrográfica Litorânea- RS.

Os dados das variáveis climatológicas, precipitação e vento (direção e velocidade), foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Estes dados foram coletados de hora em hora, através de

estações automáticas, localizadas nos municípios citados acima, totalizando 11 estações. A localização geográfica das estações automáticas com os seus referidos códigos e o período de estudo em cada município dentro da Bacia Hidrográfica Litorânea encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Coordenadas geográficas das estações automáticas na Bacia Hidrográfica Litorânea – RS.

Municípios	Código OMM	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Período
Torres	86981	29°21'S	49°43'W	4,66	2007 a 2016
Tramandaí	86990	30°00'S	50°08'W	1	2009 a 2016
Caçapava do Sul	86986	30°32'S	53°28'W	420	2007 a 2016
Mostardas	86994	31°14'S	50°54'W	10	2009 a 2016
Rio Grande	86995	32°01'S	52°06'W	2,46	2002 a 2016
Camaquã	86989	30°48'S	51°50'W	90,66	2007 a 2016
Jaguarão	86996	32°33'S	53°22'W	47	2008 a 2016
Bagé	86992	31°20'S	54°00'W	230	2008 a 2016
Canguçu	86993	31°24'S	52°42'W	464	2008 a 2016
Dom Pedrito	86985	30°59'S	53°48'W	170	2011 a 2016
Chuí	86998	33°45'S	53°21'W	13	2009 a 2016

Para a seleção das séries históricas foram levantados os dados de cada uma das 11 estações automáticas existentes na Bacia, compreendendo o período de 2002 a 2016. Após o levantamento, foi realizada uma filtragem dos dados de precipitação, velocidade e direção do vento. Tal filtragem foi necessária para estabelecer quais estações e anos seriam utilizados no estudo.

O filtro dos dados (Figura 2), foi elaborado a partir de recomendações da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), da United State Geological Survey (USGS) e Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás (SIMEHGO) sobre como deve ser realizado o tratamento de dados climáticos.

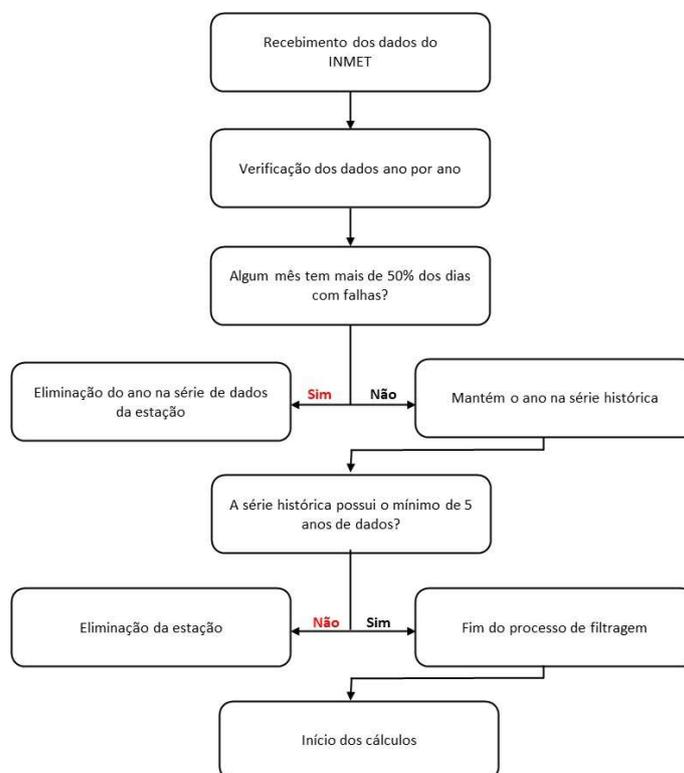


Figura 2: Fluxograma de filtragem de dados realizado para a obtenção do número de estações e anos que serão utilizados no estudo.

No final do processo de filtragem foram selecionadas 9 estações para a análise, compreendendo no mínimo 5 anos de dados, não necessariamente contínuos. Os municípios de Chuí e Dom Pedrito não

passaram no filtro, sendo eliminados por não satisfazerem os requisitos do filtro. As séries históricas foram analisadas pontualmente, indicando o início em datas diferentes para cada uma das 9 estações (Tabela 2).

Tabela 2: Séries históricas das estações automáticas da Baía Litorânea – RS.

Municípios	Período	Anos analisados
Torres	2007 a 2016	2007/08/09/10/11/13/14/16
Tramandaí	2009 a 2016	2009/10/11/12/13/14
Caçapava do Sul	2007 a 2016	2007/08/09/10/11/13/14/15/16
Mostardas	2009 a 2016	2009/12/13/15/16
Rio Grande	2002 a 2016	2006/10/11/12/13/14
Camaquã	2007 a 2016	2007/08/09/10/13/15/16
Jaguarão	2008 a 2016	2008/09/10/11/13/15
Bagé	2008 a 2016	2008/09/10/11/12/13/14/15
Canguçu	2008 a 2016	2009/10/13/15/16
Dom Pedrito*	2011 a 2016	Menos de 5 anos de dados
Chuí*	2009 a 2016	Menos de 5 anos de dados

*Municípios com estações descartadas.

Nenhum tratamento de falhas foi realizado neste estudo. Todas as variáveis climatológicas foram manipuladas em planilha eletrônica. A metodologia empregada no processo de seleção dos períodos secos e chuvosos foi a mesma apresentada por Wolf (1977). Foi atribuído como período seco todos os valores de precipitação inferior a 5mm e para o período chuvoso foi estipulado o valor de precipitação igual ou superior a 5mm.

Foi determinada a média diária mensal para cada mês do ano. Logo após, foi verificado se cada mês presente na série histórica possuía precipitação diária igual ou superior a 5 mm. Segundo a metodologia para o mês ser considerado chuvoso deve ocorrer 50% de precipitação diária igual ou superior a 5mm, caso contrário é considerado um mês seco. A precipitação foi monitorada de hora em hora, durante pelo menos 5 anos e foi utilizada a escala acumulada diária para apresentar os resultados anuais das 9 estações automáticas em cada um dos municípios.

Os dados de velocidade e direção do vento foram obtidos a 10m de altura do solo. A velocidade média mensal do vento foi determinada através dos valores apresentados na série histórica de cada mês dos anos que compõem cada município. Logo após, foi realizada a média dos valores para todos os meses de janeiro, obtendo assim um valor representativo do mês. Esse procedimento foi realizado para todos os outros meses do ano em cada uma das 9 estações e em períodos que compreendem os anos de 2002 a 2016 (os anos variam em cada estação).

Também foi determinada a amplitude dos valores de velocidade média mensal segundo a classificação da Escala Anemométrica Internacional de Beaufort, com indicações visuais na superfície terrestre. A faixa de velocidade encontrada na Escala de Beaufort (MENDONÇA et al., 2007) também será comparada a Escala Fujita de Classificação de Tornados.

A velocidade máxima do vento foi determinada através da análise de todos os anos da série histórica para cada uma das estações (9), selecionando assim o maior valor de velocidade registrado pela estação. Após a obtenção do maior valor de velocidade máxima, este também foi classificado de acordo com a Escala Anemométrica Internacional de Beaufort, com indicações visuais na superfície terrestre e também pela Escala Fujita de Classificação de Tornados.

A direção predominante do vento foi elaborada através de uma análise da frequência das observações horárias de toda a série histórica. Esta análise foi realizada através da utilização de um histograma de frequência absoluta e frequência percentual. Primeiramente foram atribuídas as seguintes classes no processo: 0 a 45°, 45 a 90°, 90 a 135°, 135 a 180°, 180 a 225°, 225 a 270°, 270 a 315° e 315 a 360°, ou seja, 8 direções de ventos. Posteriormente foi analisada a frequência de ocorrência de cada uma das classes e por último qual o percentual atingido por cada.

O mesmo procedimento foi realizado para a direção predominante anual, direção predominante no período seco e a direção predominante no período chuvoso. Os resultados foram apresentados na forma de gráfico de radar, sendo elaborado em planilha eletrônica com as devidas indicações da rosa dos ventos, classificadas em: norte (N), nordeste (NE), leste (E), sudeste (SE), sul (S), sudoeste (SO), oeste (O) e noroeste (NO). Serão apresentados 3 tipos de gráficos para cada um dos municípios pertencentes ao estudo, sendo divididos em: direção anual, direção no período seco e direção no período chuvoso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados no total 102 anos de dados, sendo estes distribuídos em 11 estações, totalizando 893.520 dados computados de hora em hora. Após o processo de filtragem dos dados, apenas 9 estações se mostraram adequadas para os procedimentos. Através da metodologia empregada para a precipitação obteve-se os períodos secos e chuvosos da presente Bacia Hidrográfica Litorânea (Tabela 3).

Tabela 3: Períodos secos e chuvosos nos municípios da Bacia Hidrográfica Litorânea – RS, durante o período de 2002 a 2016.

Município	Períodos secos e chuvosos											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Torres	C	C	C	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tramandaí	C	S	S	S	S	S	C	S	C	S	C	S
Caçapava do Sul	C	C	S	S	S	S	C	S	S	C	S	S
Mostardas	S	S	S	S	S	S	S	S	C	S	S	S
Rio Grande	S	C	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Camaquã	C	C	S	S	S	S	C	S	C	S	S	S
Jaguarão	S	S	S	S	C	S	S	C	S	S	S	S
Bagé	S	C	S	S	S	S	S	S	C	C	S	S
Canguçu	C	S	S	S	S	S	S	S	S	C	S	S

c= chuvoso; s= seco.

De forma geral, a Bacia Hidrográfica Litorânea apresenta um comportamento predominantemente seco, destacando os meses de abril, junho e dezembro como sendo os meses em que todos os municípios foram classificados em período seco. Ressalta-se que em janeiro e fevereiro a predominância é de período chuvoso. Este resultado corrobora com os procedimentos de outorga de uso da água no Rio Grande do Sul - RS, em especial a licença para irrigação emitida pela FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS), onde se indica que as licenças são ativadas para captação de água para irrigação por superfície, com início a partir do mês de novembro e término no início de março. Sendo os meses de novembro e dezembro o período com mais ocorrência de retiradas de água do manancial, consequentemente nos outros meses essa quantidade diminui de forma decrescente (SIOUT, 2017).

Conforme o SEMC (2014), a precipitação no Rio Grande do Sul não ocorre de forma constante entre

as estações do ano (verão, outono, inverno e primavera). O Estado acaba tendo uma boa distribuição das chuvas ao longo do ano, o que dificulta a caracterização dos períodos secos e chuvosos com precisão. Isso se deve ao fato de diferentes sistemas atmosféricos influenciarem a precipitação ao longo do ano, tais como: os sistemas frontais, linhas de estabilidade, ciclones, complexos convectivos de mesoescala e circulação de brisa (REBOITA, 2012).

Em um segundo momento, através da metodologia empregada para a velocidades médias e máximas dos ventos, obteve-se as velocidades médias mensais e a máxima registrada do vento a 10 m de altura do solo (Tabela 4).

Tabela 4: Velocidade média mensal do vento a 10m de altura do solo para os municípios da Bacia Hidrográfica Litorânea – RS, durante o período de 2002 a 2016.

Município	Velocidade (m.s ⁻¹)												
	Máx.	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Torres	13,1	2,9	2,7	2,7	2,7	2,6	2,4	2,5	2,9	3,2	3,4	3,4	3,2
Tramandaí	20,0	4,6	4,3	4,6	4,1	3,6	3,6	3,8	4,4	5,0	5,2	5,4	5,1
Caçapava do Sul	18,7	3,8	3,7	3,7	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3	4,4	4,2	4,1	4,0
Mostardas	18,7	5,7	5,1	5,6	5,1	4,5	4,2	5,4	5,1	5,7	6,1	5,8	5,6
Rio Grande	14,7	4,0	3,8	3,6	3,1	2,9	2,9	3,1	3,5	3,9	4,0	4,3	4,1
Jaguarão	16,5	2,8	2,7	2,5	2,3	2,3	2,6	2,6	3,1	3,2	3,2	3,3	3,2
Camaquã	8,7	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	1,1	1,5	1,5	1,5	1,4
Bagé	18,1	3,4	3,2	2,8	2,5	2,7	2,9	3,3	3,7	3,7	3,5	3,6	3,3
Canguçu	17,7	4,9	4,6	4,7	4,5	4,5	4,7	4,9	5,4	5,3	5,1	5,0	5,0

Obs: Valores acima de 17, 2m.s⁻¹ é um indicativo de possíveis tempestades violentas, ciclones e tornados, segundo a classificação de Beaufort e Fujita.

As velocidades médias mensais dos ventos estão bem distribuídas ao longo do ano, oscilando entre 0,9 e 6,1 m.s⁻¹. As velocidades máximas registradas pelas estações estão entre 8,7 e 20 m.s⁻¹. Os menores valores de velocidade média foram encontrados em Camaquã e os valores mais altos em Mostardas e Canguçu (Figura 3).

Os resultados de velocidade média mensal dos ventos corroboram com os obtidos nos estudos de potencial eólico para o Rio Grande do Sul, onde as regiões em estudo são classificadas de acordo com seu potencial eólico da seguinte forma crescente: Camaquã, Caçapava do Sul, Torres, Bagé, Jaguarão, Canguçu, Rio Grande, Tramandaí e Mostardas (SEMC, 2014).

Sobre o comportamento da velocidade do vento no decorrer do ano pode-se afirmar que diferentemente dos períodos secos e chuvosos, o regime é bem definido (Figura 3). As velocidades médias dos ventos tendem a diminuir no outono e inverno, e seus picos tendem a acontecer na primavera. Este resultado é confirmado pelo estudo realizado sobre o potencial eólico no Rio Grande do Sul, o mesmo mostra que no outono são os meses com as menores velocidades e a primavera com os de maior velocidade média (SEMC, 2014).

Munhoz et al. (2008) considera em seu estudo sobre a caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para localidade de Ituverava – SP, que as velocidades médias mais elevadas ocorreram na primavera e as menores no outono.

Na Tabela 5, as velocidades foram classificadas conforme seu potencial para gerar um desastre eólico, através da relação de velocidade do vento e Escala de Beaufort, e em casos extremos na escala de Fujita para tornados.

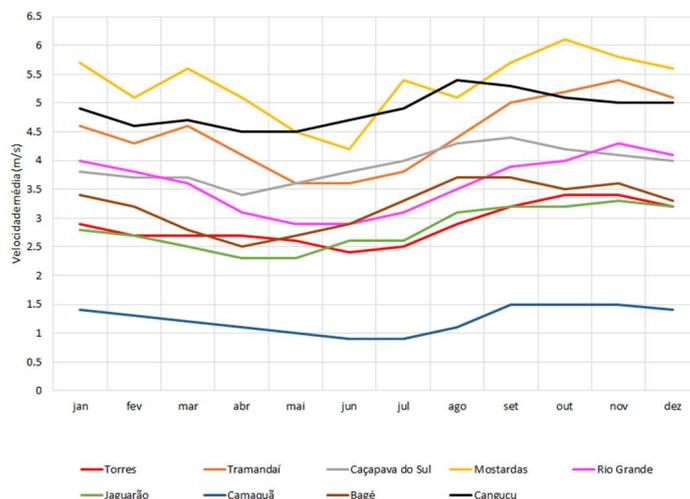


Figura 3: Gráfico das velocidades médias mensais do vento a 10 m do solo, na Bacia Litorânea - RS.

Tabela 5: Relação entre velocidade do vento e escala de Beaufort nos municípios da Bacia Hidrográfica Litorânea – RS, durante o período de 2002 a 2016.

Município	Escala de Beaufort (nº da escala)												
	Máx.	jan	Fev	mar	abr	mai	Jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Torres	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2
Tramandaí	8*	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Caçapava do Sul	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mostardas	8	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Rio Grande	7	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Jaguarão	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camaquã	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bagé	8	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2
Canguçu	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Obs.: *nº 8 corresponde a F0 na Escala Fujita – Classificação de Tornados.

Observa-se que os valores de velocidade do vento correspondem na Escala de Beaufort a valores entre as escalas 1 a 4 (Aragem a Brisa Moderada), em um total de 12 escalas. Já as velocidades máximas registradas nas estações são alarmantes, uma vez que há um predomínio de velocidades máximas correspondentes na Escala de Beaufort as escalas 7 e 8 (Vento Forte e Ventania), sendo classificadas também como princípio de tornado (escala F0, 1ª classificação) algo alarmante para defesa civil. Por último, através da metodologia empregada para direção dos ventos obteve-se as direções predominantes no ano, no período seco e no período chuvoso (Tabela 6).

Tabela 6: Direção dos ventos nos municípios da Bacia Hidrográfica Litorânea – RS, durante o período de 2002 a 2016.

Município	Direção predominante nos períodos (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO)		
	Anual	Seco	Chuvoso
Torres	NE	NE/S	NE
Tramandaí	NE	N/NE	NE
Caçapava do Sul	NE	NE	NE
Mostardas	NE	NE	NE
Rio Grande	NE	NE	NE
Jaguarão	NE	NE	NE
Camaquã	SE	SE	SE
Bagé	E	NO/E	E
Canguçu	E	E	E

Obs.: norte (N), nordeste (NE), leste (E), sudeste (SE), sul (S), sudoeste (SO), oeste (O) e noroeste (NO).

A Bacia apresenta uma predominância de ventos oriundos da direção nordeste (NE) durante o ano (Figura 4). Ressalta-se a diferença apresentada pelos municípios de Camaquã com ventos sudeste (SE), Bagé e Canguçu com ventos leste (E).

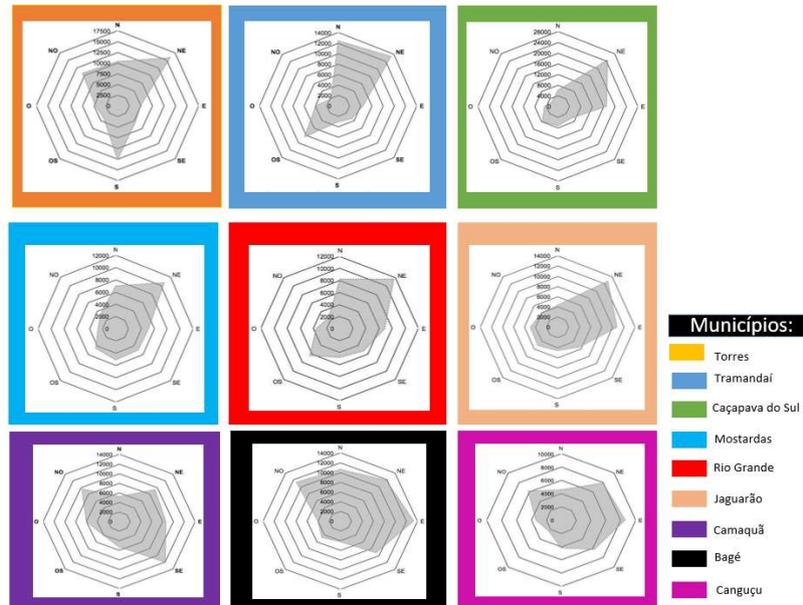


Figura 4: Direção predominante anual do vento na Bacia Hidrográfica Litorânea – RS.

Nos períodos de secos a predominância foi de ventos da direção nordeste (NE), porém houve a ocorrência de ventos da direção norte (N) em Tramandaí, leste (E) em Canguçu e Bagé, sudeste (SE) em Camaquã e noroeste (NO) em Bagé (Figura 5). De maneira geral os ventos no período seco não seguem o mesmo padrão anual e chuvoso da bacia, de acordo com a Tabela 6.

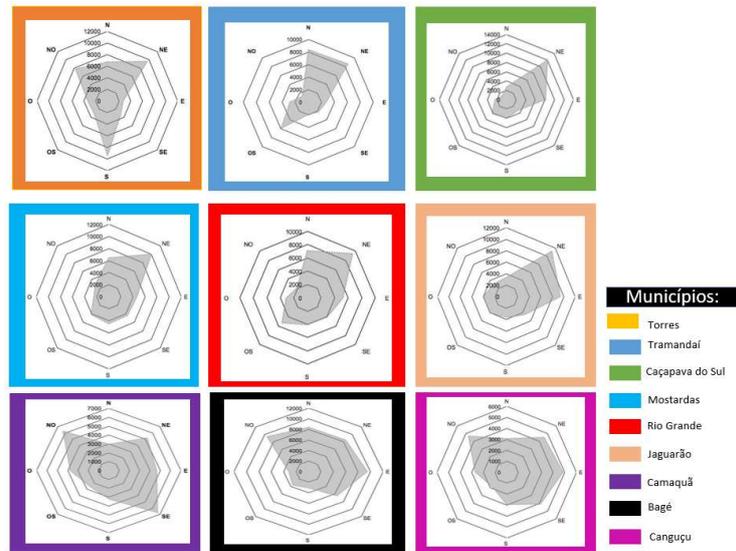


Figura 5: Direção predominante do vento no período seco na Bacia Hidrográfica Litorânea – RS.

A partir da Figura 6, é possível verificar que os períodos chuvosos se comportaram de maneira similar ao comportamento anual.

Os resultados referentes aos ventos anuais predominantes já eram esperados, uma vez que em estudos climáticos realizados sobre o Rio Grande do Sul em 1950 e 1972, as direções climáticas encontradas foram ventos predominantes no quadrante leste (NE, E e SE) (MUNHOZ, 2008).

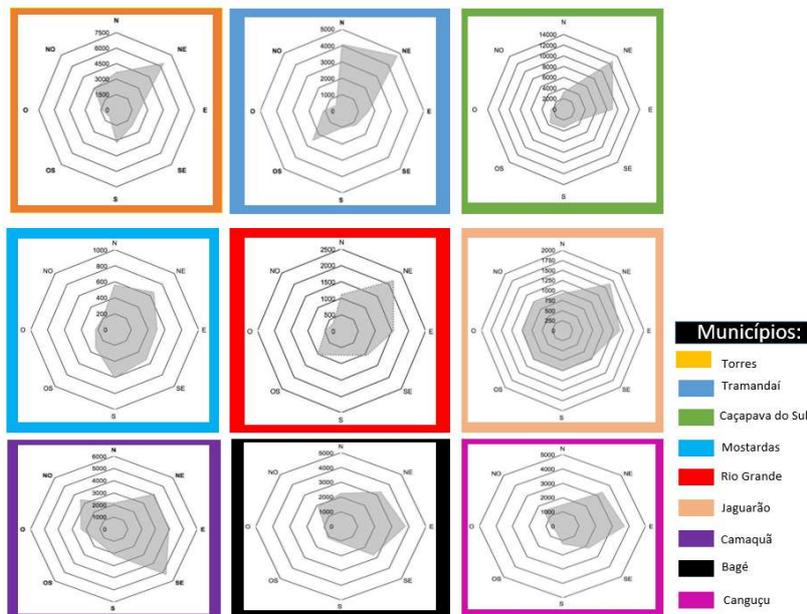


Figura 6: Direção predominante do vento no período chuvoso na Bacia Hidrográfica Litorânea – RS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Bacia Hidrográfica Litorânea apresenta em média valores de precipitação anual entre 1.149 mm a 1.790 mm. Apesar das chuvas serem bem distribuídas no Estado, o comportamento da bacia tende a ser seco. Tratando-se das velocidades médias mensais dos ventos apresentam valores entre 0,9 a 6,1 m.s⁻¹, o que corresponde na Escala de Beaufort, Aragem a Brisa Moderada.

Referente as velocidades máximas registradas na maioria das estações utilizadas são alarmantes para a defesa civil, pois elas são correspondentes a classificação inicial de tornado, o que ressalta a importância de elaboração de um plano emergencial para desastres eólicos. A Bacia apresenta uma predominância de ventos provindos da direção nordeste (NE) durante todo o ano. Agradecimento aos autores agradecem à INMET pela disponibilidade dos dados utilizados no presente estudo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. N.; QUEIROZ, M. G.; JARDIM, A. M. R. F.; SILVA, M. J.; PEREIRA, P. C.; SILVA, T. G. F.. Caracterização da direção predominante, velocidade máxima e média do vento do município de Petrolina-PE. *Pensar Acadêmico, Manhauçu*, v.17, n.1, p.43-49, 2019.

SEMC. Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. **Atlas eólico Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Clima**. Brasília, 2017.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Rossier. **Região Hidrográfica do Litoral**. Porto Alegre, 2017

KÖPPEN, W.. **Grundriss der Klimakunde**: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter, 1931.

MARIANO, E. B.; CAVALCANTI, E. P.; BESERRA, E. A.. Análise Comparativa da Velocidade do Vento Simulado Pelo BRAMS

com Dados Observados e de Reanálises. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.32, n.2, p.269-276, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-778632220160128>

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D.. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MUNHOZ, F. C.; GARCIA, A.. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para localidade de Ituverava-SP. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.23, n.1, p.30-34, 2008.

OLIVEIRA, K. S. S.; QUARESMA, V. S.. Condições típicas de vento sobre a região marinha adjacente à costa do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.22, p.501-523, 2018.

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.P.. Entendendo o tempo e o clima na América do sul. *Terra Didática*, v.8, p.34-50, 2012.

SEMA. Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre,

2012.

SEMA. Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Bacias hidrográficas do RS**. Porto Alegre, 2012.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.