



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

FRANCIS VALDEMAR FERNANDES

**CARACTERIZAÇÃO DO VENTO E SUA INFLUÊNCIA NA AGRICULTURA EM
SÃO LUIZ GONZAGA – RS.**

**CERRO LARGO
2019**

FRANCIS VALDEMAR FERNANDES

**CARACTERIZAÇÃO DO VENTO E SUA INFLUÊNCIA NA AGRICULTURA EM
SÃO LUIZ GONZAGA – RS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul como requisito para obtenção do grau
de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

Co-orientador: Prof. Dr. Anderson Spohr Nedel

CERRO LARGO

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Fernandes, Francis Valdemar
CARACTERIZAÇÃO DO VENTO E SUA INFLUÊNCIA NA
AGRICULTURA EM SÃO LUIZ GONZAGA RS / Francis Valdemar
Fernandes. -- 2019.
46 f.:il.

Orientador: Dr. Sidinei Zwick Radons.
Co-orientador: Dr. Anderson Spohr Nedel.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2019.

1. Vento. 2. Direção. 3. Velocidade. 4. Irrigação. 5.
Pulverização. I. Radons, Sidinei Zwick, orient. II.
Nedel, Anderson Spohr, co-orient. III. Universidade
Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

FRANCIS VALDEMAR FERNANDES

CARACTERIZAÇÃO DO VENTO E SUA INFLUÊNCIA NA AGRICULTURA EM
SÃO LUIZ GONZAGA – RS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul como requisito para obtenção do grau
de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

06/11/2019

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons - UFFS



Prof. Dr. Anderson Spohr Nedel - UFFS



Eng. Agr. Lana Bruna de Oliveira Engers - UFFS

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido a vida, ter guiado pelo caminho escolhido e pela realização do sonho de me formar no curso de Agronomia. Por colocar em minha vida pessoas maravilhosas, que de várias formas contribuíram nesta trajetória.

Agradeço aos meus pais (*in memoriam*) Noemi e Valdemar a pessoa que me tornei, pela formação do meu caráter, pela educação recebida, pelos ensinamentos no tempo em que estivemos juntos. Agradeço ao meu irmão Diego pelas conversas, ensinamentos e companheirismo.

Agradeço em especial a minha esposa Adriana pois sem ela este momento não aconteceria. Foram muitas conversas, planos, dificuldades, alegrias, momentos para recordar e alguns para esquecer nestes cinco anos, mas enfim a hora chegou.

Aos meus familiares, tias, tios e primos que sempre incentivaram.

Aos colegas, aqueles que muitas horas passamos junto na busca do mesmo objetivo, resolvendo os mesmos problemas e acima de tudo adquirindo o conhecimento necessário para nossa formação.

Agradeço ao professor Dr. Sidinei Zwick Radons, que mais que um orientador é também um amigo que levo da universidade. Obrigado por me conceder a oportunidade de participar de seu grupo de pesquisas, pela indicação de estágio e principalmente por todos os ensinamentos ao longo do curso. Ao Co-orientador deste trabalho professor Dr. Anderson Spohr Nedel pelos ensinamentos compartilhados.

A Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS através de seus profissionais, que disponibilizaram as condições necessárias para minha formação.

Bem, gostaria de agradecer a todos que em algum momento participaram desta caminhada. Saibam que todos foram importantes! E meus mais sinceros agradecimentos a todos.

RESUMO

O vento tem influência direta em várias atividades humanas, dentre as quais as atividades agrícolas. Este trabalho tem objetivo de determinar a velocidade média, frequência média da direção e velocidade média e direção da rajada do vento, além de horários de maior favorabilidade para irrigação por aspersão e pulverização agrícola em São Luiz Gonzaga – RS, utilizando os dados da estação meteorológica automática do INMET localizada no município. Os dados foram analisados com planilhas eletrônicas e gráficos. Como resultado obteve-se velocidade média do vento de $3,17 \text{ m s}^{-1}$, e direção do vento predominante leste. Quanto a favorabilidade para pulverização agrícola os resultados mostraram como melhor horário o das 19h com velocidade de vento observada de 3 a 10 km h^{-1} , (62,90% de dias favoráveis) e na velocidade de até 10 km h^{-1} (72,02% de dias favoráveis). Quanto a favorabilidade para irrigação por aspersão, na faixa de velocidade de vento de 0 a 4 m s^{-1} o horário mais favorável é o das 19h (93,39% de dias favoráveis), e quanto a rajada em São Luiz Gonzaga a direção é norte.

Palavras-chave: Vento. Direção. Velocidade. Irrigação. Pulverização.

ABSTRACT

Wind has a direct influence on various human activities, including agricultural activities. This work aims to determine the average speed, average frequency of direction and average speed and direction of the gust of wind, as well as the most favorable times for sprinkler irrigation and agricultural spraying in São Luiz Gonzaga - RS, using data from the weather station. INMET located in the municipality. Data were analyzed with spreadsheets and charts. The result was an average wind speed of 3.17 m s^{-1} and predominant east wind direction. As for the favorability for agricultural spraying, the results showed the best time at 19h with observed wind speed of 3 to 10 km h^{-1} , (62.90% of favorable days) and the speed of up to 10 km h^{-1} (72.02% favorable days). As for the favorability for sprinkler irrigation, in the wind speed range from 0 to 4 m s^{-1} the most favorable time is 19h (93.39% of favorable days), and the gust in São Luiz Gonzaga the direction north.

Keywords: Wind. Direction. Velocity. Irrigation. Pulverization.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação da velocidade do vento segundo a escala de Beaufort.	20
Quadro 2: Favorabilidade mensal (%) da velocidade do vento para pulverização agrícola em diferentes horários do dia em São Luiz Gonzaga - RS, considerando o intervalo de velocidade entre 3 – 10 km h ⁻¹	35
Quadro 3: Favorabilidade mensal (%) da velocidade do vento para pulverização agrícola em diferentes horários do dia em São Luiz Gonzaga - RS, considerando o intervalo de velocidade entre 0 - 10 km h ⁻¹	36
Quadro 4: Favorabilidade mensal da velocidade do vento para irrigação por aspersão em diferentes horários do dia em São Luiz Gonzaga - RS, considerando o intervalo de velocidade entre 0 – 4 m s ⁻¹	38

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Modelo de circulação geral da atmosfera.....	16
Figura 2: Localização da estação meteorológica automática em São Luiz Gonzaga.	24
Figura 3: Velocidade média ($m s^{-1}$) mensal segundo as direções do vento em São Luiz Gonzaga, RS.....	29
Figura 4: Velocidade média anual segundo as direções do vento em São Luiz Gonzaga, RS.....	30
Figura 5: Frequência média mensal (%) da direção dos Ventos em São Luiz Gonzaga, RS.	31
Figura 6: Frequência média anual (%) da direção dos Ventos em São Luiz Gonzaga, RS.	33
Figura 7: Favorabilidade anual da velocidade do vento para pulverização agrícola nas diferentes horas do dia em São Luiz Gonzaga - RS, considerando os intervalos de velocidade entre $3 - 10 km h^{-1}$ e até $10 km h^{-1}$	34
Figura 8: Favorabilidade anual da velocidade do vento para irrigação por aspersão em diferentes horários do dia em São Luiz Gonzaga - RS, considerando o intervalo de velocidade entre $0 - 4 m s^{-1}$	37
Figura 9: Frequência de ocorrência de vendaval em São Luiz Gonzaga em diferentes meses do ano e direções do vento.....	39
Figura 10: Velocidade média mensal das rajadas de vento ($m s^{-1}$) e direção dos ventos em São Luiz Gonzaga, RS.	40
Figura 11: Velocidade média anual das rajadas ($m s^{-1}$) e direção dos ventos em São Luiz Gonzaga, RS.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização da direção do vento conforme os pontos cardeais Norte (N), Sul (S), Leste (E) e Oeste (O) e pontos colaterais Nordeste (NE), Sudeste (SE), Sudoeste (SO) e Noroeste (NO) e o intervalo que representa cada direção em graus.

.....26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla/Símbolo	Significado
%	Porcentagem
°	Graus
m s ⁻¹	Metros por segundo
km h ⁻¹	Quilômetros por hora
N	Norte
NE	Nordeste
L	Leste
NO	Noroeste
O	Oeste
S	Sul
SE	Sudeste
SO	Sudoeste
h	Hora
kt	Nó
PROAGRO	Programa de Garantia da Atividade Agropecuária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
EMA	Estação Meteorológica Automática
RS	Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 VENTO.....	14
2.2 VENTOS NO BRASIL	17
2.3 VENTOS NO RIO GRANDE DO SUL	17
2.4 DIREÇÃO DO VENTO	18
2.5 VELOCIDADE DO VENTO	19
2.6 VENTO NA AGRICULTURA	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 LOCAL ESTUDADO E CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO	24
3.2 FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA DO INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (EMA-INMET) DA CIDADE DE SÃO LUIZ GONZAGA – RS.....	24
3.3 DIREÇÃO DO VENTO	25
3.4 VELOCIDADE DO VENTO	26
3.5 DETERMINAÇÃO DA FAVORABILIDADE PARA IRRIGAÇÃO.....	26
3.6 DETERMINAÇÃO DA FAVORABILIDADE PARA PULVERIZAÇÃO	27
3.7 DETERMINAÇÃO DA OCORRENCIA DE VENDEVAIS SEGUNDO O CRITÉRIO DO PROAGRO	27
3.8 DESCRIÇÃO DOS DADOS	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 VELOCIDADE MÉDIA SEGUNDO AS DIREÇÕES DO VENTO.....	28
4.2 DIREÇÃO DOS VENTOS	30
4.3 FAVORABILIDADE DO VENTO PARA PULVERIZAÇÃO	33
4.4 FAVORABILIDADE DO VENTO PARA IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO	36
4.5 EVENTOS DE VENDEVAL SEGUNDO O PROAGRO	38
4.6 RAJADAS E DIREÇÃO DO VENTO	39
5 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

As condições climáticas têm influência na vida de todas as pessoas. Direta ou indiretamente, o vento e sua velocidade podem influenciar na disponibilidade de alimento há milhares de pessoas. Estudá-lo e entendê-lo é fundamental, na região das missões são escassos os estudos sobre velocidade e direção do vento.

O conhecimento sobre esta e outras variáveis climáticas que influenciam na vida cotidiana é de grande importância. Com maior conhecimento de seu comportamento (diário, mensal e anual), pode-se fazer um planejamento de forma que as mesmas tenham menor influência negativa sobre as atividades humanas, tanto na área rural como urbana.

Projetos tanto para a produção agrícola, quanto para outras áreas, buscam informações sobre velocidade e direção do vento para embasar a tomada de decisão sobre sua implantação. Na agricultura o vento possui grande importância como na polinização ou facilitador da mesma, na influência sobre evaporação e evapotranspiração, no transporte de calor, massas de ar e vapor de água, pelo processo de advecção. Com o conhecimento sobre a velocidade e a direção dos ventos obtêm-se parâmetros para implantação de quebra ventos e conforto térmico para animais em projetos rurais (LOPES; MOURA 2002).

Para Aragão (2009), a desuniformidade da radiação recebida do sol a transformação em energia cinética e a rotação do planeta geram o movimento do ar na superfície da terra. Segundo Silveira; Alves; Murara (2014), anemômetros/anemógrafos e cata-vento do tipo wild são instrumentos utilizados nas estações meteorológicas (convencionais ou automáticas) para o monitoramento da direção e velocidade do vento.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar a ocorrência do vento em São Luiz Gonzaga – RS. Os objetivos específicos são: (i) determinar a velocidade e direção do vento; (ii) determinar a direção predominante do vento nos meses do ano; (iii) determinar velocidade de rajada e sua direção; (iv) determinar a velocidade do vento predominante nos meses do ano; (v) definir quais os meses que apresentam a maior e a menor velocidade do vento; (vi) definir a velocidade média do vento que ocorre nas várias direções; (vii) determinar a ocorrência de condições de PROAGRO no período; (viii) definir favorabilidade do vento para irrigação por aspersão; (ix) definir favorabilidade do vento para pulverização agrícola;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 VENTO

A circulação geral da atmosfera produz diversos fenômenos, e um dos mais importantes é o vento. Fortes ventos podem causar estragos em estruturas construídas pelo homem. A importância do vento também ocorre na distribuição de chuvas e nevoeiros, devido a estes fatores estudos detalhados deste fenômeno são de grande importância (FERREIRA, 2006).

O vento é originado pela diferença de gradiente de pressão atmosférica, que gera o deslocamento do ar. O deslocamento ocorre de zonas de maior pressão para menor, o movimento de rotação da terra, a força centrífuga além da topografia e o atrito com a superfície influenciam neste deslocamento (TUBELIS; NASCIMENTO, 1984)

A velocidade e direção do vento são dados que o caracteriza como grandeza vetorial, já que o vento se trata de uma variável meteorológica diferenciada de outras grandezas escalares, desta forma, pode-se denominar como vento o componente meridional e horizontal do vetor velocidade do ar. Tanto a direção do vento como a velocidade tem grande variação espaço-temporal pois são grandezas instantâneas e pontuais (MARIN; ASSAD; PILAU, 2008). Força do gradiente de pressão, força de Coriolis, aceleração centrípeta e força de fricção são os fatores que possuem controle sobre o movimento horizontal do ar próximo a superfície da terra (AYOADE, 2010).

A força do gradiente de pressão incide através do aquecimento do ar causado pela radiação solar a que a atmosfera está exposta, gerando assim expansão do ar, a pressão atmosférica é menor na linha do Equador, devido a um maior aquecimento do ar em baixas latitudes devido a este maior aquecimento ocasionar a subida do ar aquecido. Em latitudes próximas a 30° ocorrem zonas de altas pressões devido ao menor aquecimento do ar que resulta nesta maior pressão pois o ar ascendente ocorre em menor quantidade nesta latitude, desta forma o vento é gerado pelo movimento do ar horizontalmente entre as zonas de alta e baixa pressão (MENDONÇA; DANI-OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Marin; Assad; Pilau (2008), podemos observar no globo terrestre que as faixas de altas e baixas pressões estão distribuídas de forma que se alternam. Podemos usar a linha do equador e as linhas de latitude para especificá-las,

devido ao alto aquecimento temos uma zona de baixa pressão na linha do Equador. Na latitude de 30° existe o predomínio de zonas de alta pressão, na latitude de 60° em ambos os hemisférios existem zonas de baixa pressão, as zonas de alta pressão reaparecem nos dois polos do globo.

Os ventos formados na superfície nas zonas de alta pressão próximas das latitudes 30° são chamados de ventos alísios e sopram de leste para oeste se dirigindo da zona de trópicos para a linha do Equador. Centros de alta pressão são chamados de anticiclone e centros de baixa pressão são chamados de ciclone ou depressões (MENDONÇA; DANI-OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Barry; Chorley (2013), com a rotação da terra existe uma força defletora dos objetos, ela é a força de Coriolis explicada pelo matemático francês Gustave-Gaspard Coriolis que diz que a magnitude da deflexão é diretamente proporcional a velocidade horizontal e ao seno da latitude, portanto ela é nula no Equador e tem seu efeito máximo nos polos.

A força de Coriolis demonstra que a direção do vento não sofre influência apenas da pressão. A rotação da terra em seu próprio eixo também possibilita a existência do vento, caso a terra não girasse, o vento seguiria uma linha reta, assim o deslocamento da rotação terrestre influencia no deslocamento do ar. A força de Coriolis não influencia a velocidade do vento, mas sim a sua direção. Ela atua sobre a trajetória para a direita no hemisfério norte e para a esquerda no hemisfério sul, indiferente a qual foi a direção inicial do movimento (STEINKE, 2012).

Segundo Ayoade (2010), a força de fricção ocorre devido aos obstáculos que existem na superfície terrestre. Ela é uma força contrária ao vento e assim ajuda em seu controle reduzindo sua velocidade e mudando a sua direção, desta forma também tem consequências na força de Coriolis que depende em parte da velocidade.

Com o efeito da aceleração centrípeta o fluxo de ar é curvo e mantido pela aceleração que atua em direção ao centro. Este efeito normalmente tem baixa magnitude, podendo ter maior relevância onde ventos com grandes velocidades possam se mover em vórtices com baixa pressão (BARRY; CHORLEY, 2013).

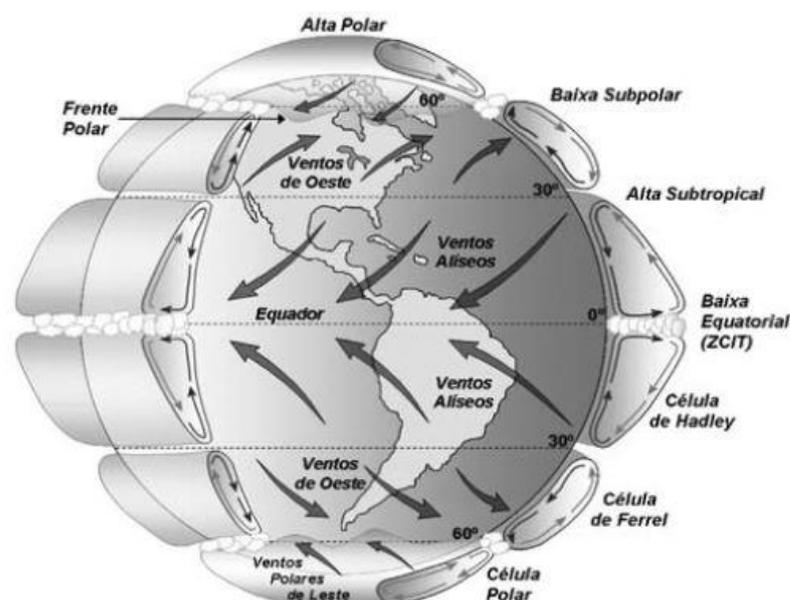
As brisas marinhas e terrestre são exemplos de ventos locais. Estas brisas ocorrem de um gradiente de pressão atmosférica local, devido a variação do aquecimento da superfície continental e da água do oceano entre o dia e a noite. A noite o vento sopra do continente para o oceano pois nesse período o continente se resfria mais rapidamente que a água do oceano, estabelecendo uma região de baixa

pressão acima do oceano. Esse fenômeno chamamos de brisa terrestre. Durante o dia ocorre o fenômeno chamado de brisa marinha que é o contrário, com o aquecimento do continente sendo maior que o da água do oceano ocorre a formação de uma região de alta pressão acima do oceano e de baixa pressão acima do continente, assim o vento sopra do oceano em direção ao continente (STEINKE, 2012).

Segundo Mendonça; Dani-Oliveira (2007); e Ayoade (2010), fatores como circulação geral da atmosfera, umidade, relevo, localização, estação do ano, temperatura do ar, cobertura da superfície, pressão atmosférica são influenciadores do vento que ocorre em nosso planeta.

A circulação geral da atmosfera é mantida por alguns mecanismos: desequilíbrio da radiação entre as latitudes, momento angular da terra e sua atmosfera, umidade entre as latitudes (AYOADE, 2010). Na figura 1 temos o modelo de circulação global de três células e seus ventos associados. O padrão apresentado mostra que entre a zona do Equador e a latitude de 30° norte e sul em superfície os ventos se direcionam para o Equador e em altitude para os polos, formando assim a célula de Hadley. A célula de Ferrel, tem sentido da circulação oposto à de Hadley, na superfície o movimento é em direção ao polo e em altitude ao contrário. A célula polar se encontra mais próxima aos polos com movimentação em baixa altitude em direção ao Equador e movimentação em altitude em direção ao polo (STEINKE, 2012).

Figura 1: Modelo de circulação geral da atmosfera.



A anemometria é a forma quantitativa de expressar os valores de direção e velocidade do vento, através de anemômetros ou anemógrafos. Um anemógrafo universal pode registrar a velocidade instantânea, a velocidade média e a direção do vento, este equipamento pode ser encontrado frequentemente em estações meteorológicas convencionais. Este equipamento possui sensor de velocidade, sensor de direção e sensor de rajada de vento (VAREJÃO-SILVA, 2006). Segundo Marin; Assad; Pilau (2008), a velocidade do vento no Sistema Internacional é expressa em metros por segundo ($m s^{-1}$), quilômetros por hora ($km h^{-1}$), ou em algumas atividades como knot (kt).

2.2 VENTOS NO BRASIL

Para entendermos o clima precisamos ter conhecimento das massas de ar atuantes que são um importante fator para classificação climática. O Brasil sofre em seu território influência de várias massas de ar responsáveis pelas condições climáticas na América do Sul. Estas massas são: Equatorial atlântica, Equatorial continental, Equatorial pacífica, Equatorial Norte, Tropical atlântica, Tropical continental, Tropical pacífica, Antártica, Polar atlântica, Polar pacífica, Superior (NIMER, 1989).

Segundo Amarante et al. (2001), os sistemas de alta pressão Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e do Atlântico Norte, juntamente com a faixa de baixas pressões da Depressão Equatorial tem maior influência sobre a distribuição geral dos ventos sobre o Brasil. A Depressão Equatorial tem atuação de oeste a leste sobre a região Norte brasileira, também sobre o Oceano Atlântico adjacente. Ela é uma zona de ventos fracos e pequenos gradientes de pressão, ao seu Norte os ventos são de leste a nordeste, ao seu Sul os ventos são de leste a sudeste entre o Anticiclone subtropical Atlântico e a Depressão Equatorial. Ao sul da Depressão Equatorial o Anticiclone subtropical Atlântico juntamente com a Depressão do Nordeste da Argentina que possui baixas pressões, controlam a circulação atmosférica. A diferença de pressão entre os dois causa o escoamento de nordeste nesta região.

2.3 VENTOS NO RIO GRANDE DO SUL

A dinâmica da atmosfera no estado do Rio Grande do Sul tem como maiores influenciadores o anticiclone subtropical Atlântico, a depressão barométrica da Argentina e o deslocamento das massas polares, a atuação do anticiclone subtropical Atlântico resulta predominantemente em ventos de leste-nordeste. Já a depressão barométrica do nordeste da Argentina está ligada ao bloqueio que os Andes causam sobre a circulação geral atmosférica e potencializado pelo aquecimento das planícies de baixa altitude que ocorrem nesta região. A direção leste-nordeste do vento é resultado da diferença de pressão entre a depressão do nordeste da Argentina e o anticiclone subtropical Atlântico (CAMARGO, 2002).

2.4 DIREÇÃO DO VENTO

Para determinar a frequência relativa do vento em cada direção usa-se anemogramas, que são medidas contínuas da direção dos ventos por um longo período de anos. Desta forma pode-se elaborar tabelas que contenham a direção do vento a cada hora do dia. Para demonstrar graficamente os resultados usualmente usa-se a rosa dos ventos que é um sistema com quatro eixos cruzando pelo mesmo ponto, onde entre os eixos existe um ângulo de 90° , em quatro pontas estão os pontos cardinais: Norte (N), Sul (S), Leste (L) e Oeste (O), nos eixos diagonais os pontos colaterais: Nordeste (NE), Noroeste (NO), Sudeste (SE) e Sudoeste (SO) (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Segundo Marin; Assad; Pilau (2008), expressa-se a direção do vento pela direção que ele tem origem e não para a direção que ele está soprando, desta forma quantificando a partir do norte geográfico, ventos de origem leste terão direção de 90° , ventos de origem sul terão direção de 180° e ventos de origem oeste terão direção de 270° e norte $360^\circ/0^\circ$.

Na proximidade da superfície o vento sofre influência do relevo e de obstáculos que caracterizam o escoamento do ar sobre estes locais, também podendo gerar turbulências no fluxo. Entre 50 e 100m de altura acima da superfície encontra-se a camada superficial que é onde ocorre a maior influência da superfície sobre o vento. Próximo a superfície o vento passa a se comportar no sentido da força do gradiente de pressão (MARTINS; GUARNIERI; PEREIRA, 2007). O vento pode ter sua direção aferida com maior precisão em camadas superiores da atmosfera onde não ocorre grande influência de fatores da superfície (MARIN; ASSAD; PILAU, 2008).

Segundo Biscaro (2007), a direção predominante do vento sofre influencia diretamente do relevo e se caracteriza pela direção de maior ocorrência do vento.

2.5 VELOCIDADE DO VENTO

Os anemômetros mecânicos, equipamento usado para medir a velocidade do vento. Utilizam três canecas ou hélices para esta determinação, contabilizando os giros das canecas ou hélices consegue-se calcular a velocidade e também o espaço percorrido com o auxílio de um odômetro e assim obtém-se a velocidade média (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

O balanço de radiação da atmosfera tem influência na velocidade do vento devido a velocidade do vento ser diretamente proporcional ao balanço de radiação, desta forma em horários com balanço de radiação negativo como a noite a velocidade do vento será menor, já durante o dia este saldo será positivo e haverá maior velocidade o vento. As estações do ano e a região também influenciam na velocidade do vento. No Brasil o início do verão é marcado por ventos mais fracos, já a primavera é a estação de ventos mais fortes (BISCARO, 2007).

Próximo a superfície a velocidade do vento é nula, já em níveis mais altos da atmosfera ela é aproximadamente geostrófica, ou seja, o vento geostrófico é o vento atmosférico que é ignorado o atrito e pode ser descrito pelo equilíbrio da força do gradiente de pressão e da força de Coriolis (MARTINS; GUARNIERI; PEREIRA, 2007).

De acordo com Marin; Assad; Pilau (2008), a altitude do terreno exerce influência de diferentes maneiras no vento, em altitudes menores, ou seja, mais próximo ao nível médio do mar devido ao atrito a velocidade do vento é menor. Já em altitudes maiores, devido ao menor atrito a velocidade do vento será maior. O efeito provocado pelo vento pode ser estimado visualmente e pela Escala de Beaufort (Tabela 1) pode-se chegar a sua velocidade sem o uso de aparelhos de medição.

Quadro 1: Classificação da velocidade do vento segundo a escala de Beaufort.

Escala bft	Velocidade do Vento m/s	Velocidade Do Vento Km/h	Classificação	Fenômenos observáveis
0	<0,3	<1,0	Calmo	Fumaça sobe na vertical
1	0,3 a 1,5	1 a 5	Corrente Leve	Fumaça inclinada na direção do vento
2	1,6 a 3,3	6 a 11	Brisa Leve	Folhas das árvores movem
3	3,4 a 5,4	12 a 19	Brisa Suave	Vento move ramos finos e bandeiras se agitam
4	5,5 a 7,9	20 a 28	Brisa Moderada	Poeira e papéis são levantados, agitam os galhos das árvores
5	8 a 10,7	29 a 38	Brisa Fresca	Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas, cristas de espuma se forma em lagos
6	10,8 a 13,8	39 a 49	Vento Fresco	Difícil usar guarda-chuva, assobio do vento nos fios dos postes e árvores
7	13,9 a 17,1	50 a 61	Vento Forte	Dificuldade em andar no vento
8	17,2 a 20,7	62 a 74	Ventania	Dificuldade elevada em andar no vento, galhos de árvores são quebrados, barcos permanecem nos portos
9	20,8 a 24,4	75 a 88	Ventania Forte	Impossível andar contra o vento, pequenos danos nas casas
10	24,5 a 28,4	89 a 102	Tempestade	Árvores são arrancadas e danos consideráveis nas casas
11	28,5 a 32,6	103 a 117	Tempestade Violenta	Danos generalizados em construções
12	>32,7	>118	Furacão	Destruição e devastação significativa

Fonte: Mendonça; Dani-Oliveira (2007).

2.6 VENTO NA AGRICULTURA

O vento é um elemento do clima que exerce influência sobre o microclima local, podendo causar efeitos que favoreçam ou desfavoreçam o desenvolvimento das culturas. Os quebra-ventos podem ter origem natural ou podem ser construídos e podem ser utilizados em áreas rurais onde o excesso de vento possa representar problemas e, assim, forma-se uma proteção para as culturas implantadas no local (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007). A instalação de quebra-ventos deve ser feita de forma que a posição seja perpendicular à direção do vento que oferece

risco de dano a cultura implantada, para isso deve-se levar em consideração a direção e a velocidade que o vento sopra (VAREJÃO-SILVA, 2006)

O Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) utiliza a escala de Beaufort como base para suas decisões referentes a ação do vento. Nesta escala, o programa utiliza o número 09 que corresponde a ventos com velocidade superior a 75 km h^{-1} , denominados vendavais para o Proagro. Acima desta velocidade existe perdas que se tornam irreversíveis aos cultivos (CUNHA, 1999).

O vento intenso pode causar o acamamento de diversas culturas o que leva prejuízo ao seu desenvolvimento. As plantas em florescimento podem perder suas estruturas reprodutivas e o metabolismo de plantas acamadas pode sofrer alterações o que gera prejuízo em sua produção (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009).

A uniformidade da aplicação de água em sistemas de irrigação por aspersão é afetada principalmente pela velocidade do vento. Em estudos com sistemas convencionais de aspersão e canhões hidráulicos observou-se que com o aumento da velocidade do vento a uniformidade de aplicação diminuiu, a direção do vento teve influência, porém menos significativa (AZEVEDO et al., 2000). A deriva provocada pelo vento é o fator de maior influência na perda de eficiência na aplicação de água, quanto maior a altura e menor o tamanho da gota maior pode ser a perda por deriva (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2009). A velocidade do vento oferece forte influência sobre a evaporação e arraste, a uniformidade da distribuição de uma irrigação pode ter perda de 20% com velocidade de vento superior a 4 m s^{-1} , a partir desta velocidade recomenda-se não se utilizar o sistema de irrigação, segundo Alves e Castro (1995) e Tarjuelo e Martinez (1993).

A ocorrência de doenças em plantas pode ter ligação com o vento, isso ocorre de diferentes formas, a principal é o transporte do inóculo da doença de plantas doentes para plantas saudáveis, desta forma a doença vai sendo disseminada. O vento também pode ocasionar danos mecânicos favorecendo a infecção da planta por patógenos que não tem capacidade de romper a sua cutícula, outro fator que o vento tem influência na ocorrência de doenças é sobre o molhamento da planta, com a ocorrência de vento é acelerada a evaporação no interior do dossel da cultura e desta forma ele pode influenciar para que ocorra ou não uma maior disseminação da doença (MONTEIRO; SENTELHAS; CHIAVEGATO, 2006).

A anemocoria é uma estratégia de disseminação de sementes usada por plantas daninhas, desta forma plantas que produzem diásporos com pelos e sementes

ou diásporos pequenos e leves e diásporos alados (menos comum) como a *Conyza spp.* popularmente conhecidas como buva, que conseguem através do vento disseminar suas sementes (CARVALHO, 2013).

A erosão eólica tem como causador o vento, áreas com períodos de estiagem, solo descoberto, planas ou suavemente onduladas sem obstáculos naturais, com solos arenosos sofrem ação do vento. Velocidade de vento superior a 13 km h^{-1} é suficiente para remoção de partículas e deposição em local diferente (PES; GIACOMINI, 2017). De acordo com Rovedder; Eltz (2008), nas estações da primavera e verão onde existe maior ação do vento no sudoeste gaúcho, ocorreu em seu experimento maior transporte de areia pela ação do vento mesmo em locais de reconstituição de vegetação.

Uma das causas de deriva em aplicações com pulverizadores é o vento, as gotas que foram lançadas ao ar podem ser carregadas para locais não desejados e causar danos a plantas nativas ou cultivadas além de poluição (ANDEF, 2010). Segundo Antuniassi (2005 apud CHECHETTO, 2011) a velocidade de vento ideal para aplicação é entre 3 e 10 km h^{-1} .

Segundo Borges; Souza (2004), o cultivo de bananeira (*Musa spp.*) pode ser influenciado pelo vento, os danos podem causar pouco prejuízo ou até a destruição da plantação. Há relatos de perdas entre 20 e 30% da produção total causadas por vento. Ventos de até 40 km h^{-1} são suportados pela maior parte das variedades, com velocidades entre 40 e 55 km h^{-1} danos moderados são observados, ventos acima de 55 km h^{-1} de velocidade podem causar destruição total da lavoura, apesar disto existem variedades de porte baixo que suportam velocidades de vento em torno de 70 km h^{-1} . Os autores recomendam o uso de quebra-ventos em regiões de incidência de ventos com alta velocidade.

A cultura do milho (*Zea mays*) pode sofrer danos com fortes ventos, os maiores ocorrem durante o período de alongamento do colmo, já no início do ciclo os danos podem ser de pequeno porte. Lavouras com alta densidade de plantas podem sofrer grandes danos do vento, como plantas quebradas pois devido à alta densidade e maior competição entre plantas os colmos podem se tornar mais frágeis facilitando acamamento ou a quebra do colmo, refletindo na produção final. Uma forma de combate é o uso de quebra-ventos próximo a lavoura, além de proteger a lavoura ele pode ajudar com menor consumo de água na lavoura causado pela redução da velocidade do vento (BERGAMASCHI; MATENAUER, 2014).

Em culturas florestais especificamente as espécies do gênero *Eucalyptus* pode ocorrer quebra de árvores ou seu tombamento devido a velocidades extremas de vento, desta forma causa queda de produtividade, desuniformidade da plantação, gastos com replantio além de perda de matéria prima. Uma alternativa é a produção de plantas com maior teor de lignina e maior flexibilidade nos locais de grande incidência de vento (RIBEIRO et. al, 2009).

De acordo com Silva et al. (2006), a cultura do trigo (*Triticum aestivum*) pode sofrer acamamento devido a ação do vento, a influência sobre o rendimento de grãos dependerá do estágio de desenvolvimento da planta o qual ela sofra com a ação do vento ou também de outro fator externo. Segundo Cunha et al. (2009), velocidade de ventos acima de 40 km/h, causa acamamento e sua severidade aumenta a partir da floração.

Em videiras (*Vitis vinífera*) a ação do vento por ter influência direta na produção tanto por danos físicos ou fisiológicos, brotos jovens podem ser quebrados na planta com ventos moderados, danos ao cacho ou a casca da uva também podem ocorrer. As injúrias causadas pelo vento podem causar problemas a videira como entrada de patógenos ou diminuição de área foliar. Ventos fracos podem trazer efeito positivo como secamento de folhas e inflorescências, ventos intensos dependendo do estado vegetativo podem causar até mesmo a derrubada do vinhedo se for associado a chuva (MANDELLI; MIELE; TONIETTO, 2009).

Velocidades de vento acima de 12 m s^{-1} diminuem a viabilidade floral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), pois ocorre o aumento da taxa de abscisão principalmente nos estádios de desenvolvimento, a redução pode chegar a 35% de vagens com velocidade de vento de 12,5%, conforme aumenta seu desenvolvimento as flores tornam-se menos sensíveis, após se tornar vagem não sofrem mais influência do vento (HEINEMANN; STONE; SILVA, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

Os dados utilizados neste trabalho foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e foram coletados na estação meteorológica automática localizada em São Luiz Gonzaga no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A referida estação meteorológica automática está localizada na latitude $28^{\circ}25'01,60''\text{S}$, longitude $54^{\circ}57'44,14''\text{O}$ e a altitude no local é de 245,11 metros acima do nível do mar conforme figura 2. Segundo a classificação de Köppen o clima da região de São Luiz Gonzaga é Cfa que se caracteriza por ser subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida (PESSOA, 2017).

Figura 2: Localização da estação meteorológica automática em São Luiz Gonzaga.



Fonte: Google Earth

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), as Normais Climatológicas do Brasil de 1981-2010 mostram que em São Luiz Gonzaga a velocidade média do vento não ultrapassa $3,1 \text{ m s}^{-1}$. Os meses com maior velocidade são setembro e outubro com $3,1 \text{ m s}^{-1}$ e o mês com menor velocidade é março com $2,5 \text{ m s}^{-1}$. Já a média anual foi de $2,8 \text{ m s}^{-1}$. A direção predominante do vento (pontos cardiais e colaterais) é Nordeste (NE), isto em todos os meses do ano. Já a direção resultante do vento (graus) é na média do período de $81,4^{\circ}$.

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

A análise das variáveis realizou-se a partir de dados extraídos da estação meteorológica automática da cidade de São Luiz Gonzaga – RS. Pode-se acessar os dados da referida estação via internet no link (<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>), e consultar o banco de dados dos últimos 365 dias. A série de dados analisados corresponde ao período de 25 de julho de 2007 até 31 de dezembro de 2018. Os dados estão disponíveis em planilhas eletrônicas e referem-se à velocidade de vento, direção de vento e rajada de vento.

A série recebida estava organizada em dados horários, sendo um total de 24 leituras diárias em horário UTC (*Coordinated Universal Time*) que foram atualizados para horário local não considerando horário de verão. Onde existiam horários falhos os mesmos foram desconsiderados, para melhor elucidação do comportamento do vento.

Através da análise dos dados pode-se caracterizar as variáveis de acordo com o horário, analisando a direção e frequência mensal de maior e menor ocorrência e também a média durante o ano. Os dados foram divididos por horário, para cada um dos meses de cada ano durante todo o período analisado para se ter a frequência e a média com que ocorriam, semelhante à metodologia utilizada por Brand (2014).

3.3 DIREÇÃO DO VENTO

A direção do vento foi registrada na estação automática em graus ($^{\circ}$), entre 0° e 360° . De acordo com Silva, Alves; Cavalcanti (2002), as leituras foram divididas com a seguinte definição de direções: N - Norte, NE - Nordeste, E - Leste, SE - Sudeste, S - Sul, SO - Sudoeste, O - Oeste e NO - Nordeste (Tabela 1), desta forma os pontos cardeais e colaterais correspondem a 45° cada um deles.

Tabela 1: Caracterização da direção do vento conforme os pontos cardeais Norte (N), Sul (S), Leste (E) e Oeste (O) e pontos colaterais Nordeste (NE), Sudeste (SE), Sudoeste (SO) e Noroeste (NO) e o intervalo que representa cada direção em graus.

Direção	Intervalo de dados	
N	338° a 360 °	0° a 23°
NE	23°	68°
E	68°	113°
SE	113°	158°
S	158°	203°
SO	203°	248°
O	248°	293°
NO	293°	338°

Fonte: Adaptado de Brand, (2014).

Com a análise dos dados foi possível determinar a direção predominante do vento em cada horário do dia, também caracteriza-los nos meses e durante o período estudado.

3.4 VELOCIDADE DO VENTO

A velocidade do vento foi registrada na estação automática em m s^{-1} . As análises de frequência da ocorrência de cada velocidade seguiram a classificação por classes de vento, que faz a divisão em intervalos de 1 m s^{-1} conforme Filho et al. (2011).

A frequência das velocidades do vento em cada uma das direções foi equivalente ao realizado por Tomasini (2011), com a análise os dados foram separados em meses e ano e desta forma foi calculada a média mensal da velocidade em cada período. A análise da direção e sua velocidade foi elaborada de acordo com o efetuado por Pitz et al. (2012).

3.5 DETERMINAÇÃO DA FAVORABILIDADE PARA IRRIGAÇÃO

Os dados foram classificados de acordo com o horário do dia e o mês do ano. Foram realizadas análises do percentual dos dias em que a velocidade do vento foi favorável para a atividade de irrigação por aspersão considerando o limite de

velocidade. Foram considerados favoráveis os dados de velocidade do vento que não excedia 4 m s^{-1} .

3.6 DETERMINAÇÃO DA FAVORABILIDADE PARA PULVERIZAÇÃO

Os dados foram classificados de acordo com o horário do dia e o mês do ano. Foram realizadas análises do percentual dos dias em que a velocidade do vento foi favorável para a atividade de pulverização agrícola, considerando dois limites de velocidade. Em um primeiro limite, foram considerados favoráveis os dados de velocidade do vento em 3 e 10 km h^{-1} . Em outra classificação, o limite inferior foi desconsiderado, apurando-se apenas se a velocidade não excedia 10 km h^{-1} .

3.7 DETERMINAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE VENDAVAIS SEGUNDO O CRITÉRIO DO PROAGRO

O Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) utiliza ventos com velocidade superior a 75 km h^{-1} como critério para caracterizar a ocorrência de vendavais. Acima desta velocidade existe perdas que se tornam irreversíveis aos cultivos (CUNHA, 1999). A ocorrência destes eventos no período foi analisada, buscando descrever em qual período do ano e de qual direção costumam ser os ventos que originam estes vendavais.

3.8 DESCRIÇÃO DOS DADOS

Os dados foram expostos após análise descritiva que considera a frequência e a média encontrados. A análise de frequência foi elaborada usando a seguinte função utilizada por Munhoz; Garcia (2008):

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

Nesta função o $f(x)$ expressa a ocorrência do vento na observação avaliada; n é o número de ocorrências na observação e N é o total de observações avaliadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

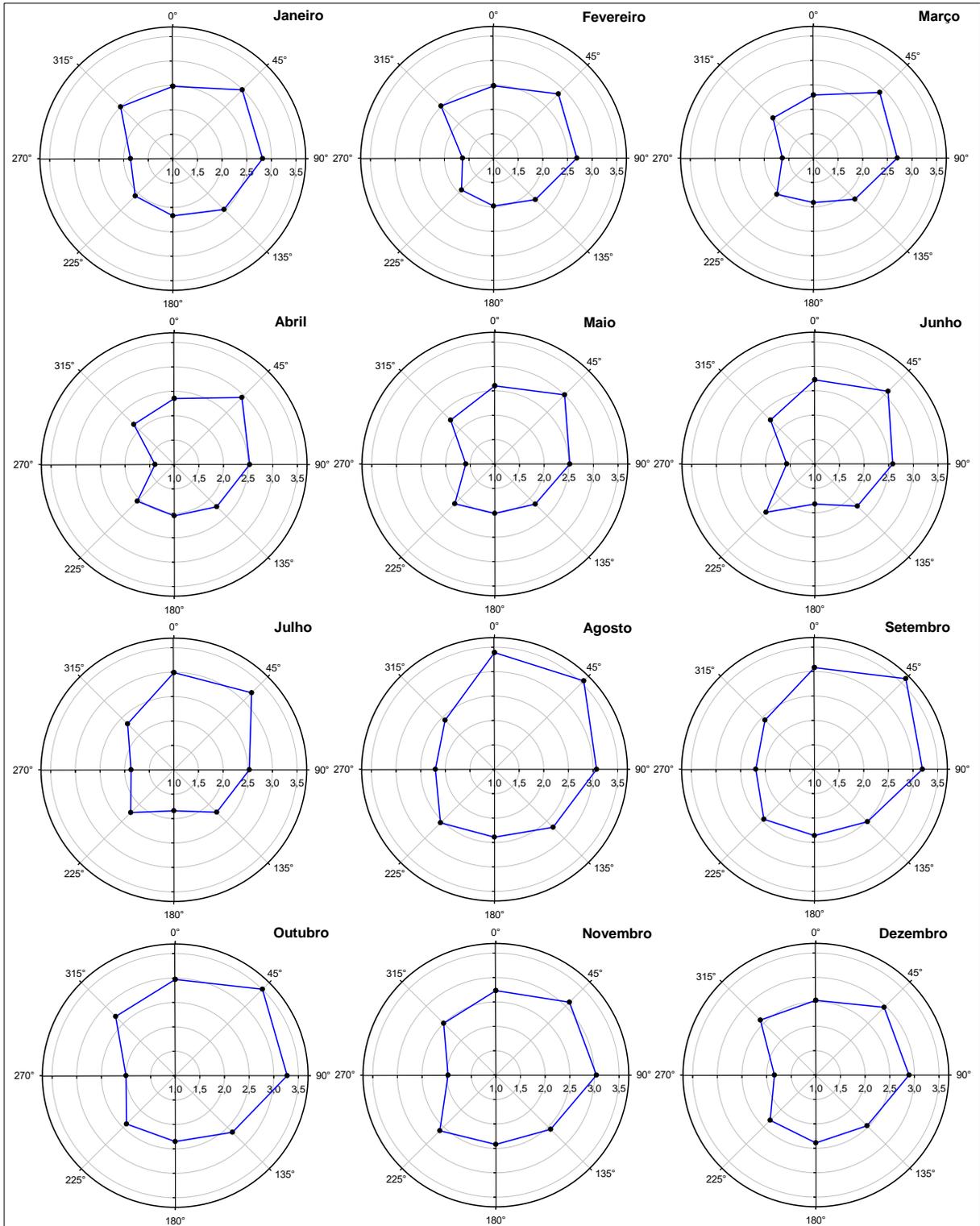
4.1 VELOCIDADE MÉDIA SEGUNDO AS DIREÇÕES DO VENTO

Pode-se observar na Figura 3, que a maior velocidade média foi registrada da direção 45° (nordeste) nos 12 meses do ano. A direção 270° (oeste) foi a direção com menor velocidade média na maioria dos meses exceto no mês de julho onde a direção de menor velocidade média foi a 180° (sul).

Os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, setembro, outubro, novembro e dezembro obtiveram como segunda direção de maior frequência de velocidade média do vento a direção 90° (leste). Os meses de maio, junho, julho e agosto obtiveram a direção 0° (norte) como segunda direção de maior frequência.

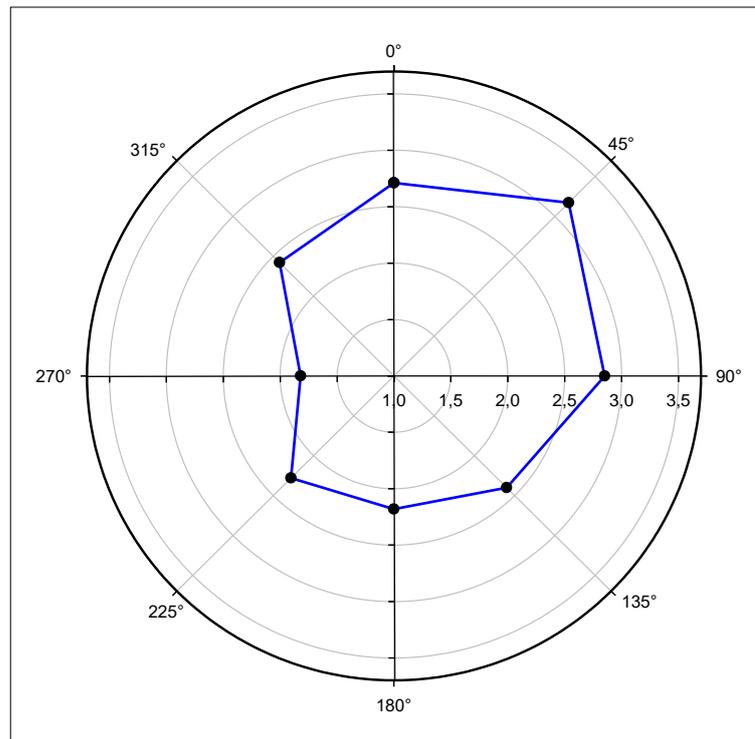
As maiores médias de velocidade das direções nordeste e leste foram evidentes durante todos os meses do ano. Na Figura 4 pode-se observar que as maiores velocidades médias anuais também ocorreram da direção 45° (nordeste) ultrapassando 3 m s^{-1} , seguida da direção 90° (leste) com menos de 3 m s^{-1} , e a direção 270° (oeste) obteve menor velocidade média abaixo de 2 m s^{-1} , evidenciando os resultados mensais.

Figura 3: Velocidade média (m s⁻¹) mensal segundo as direções do vento em São Luiz Gonzaga, RS



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4: Velocidade média anual segundo as direções do vento em São Luiz Gonzaga, RS.



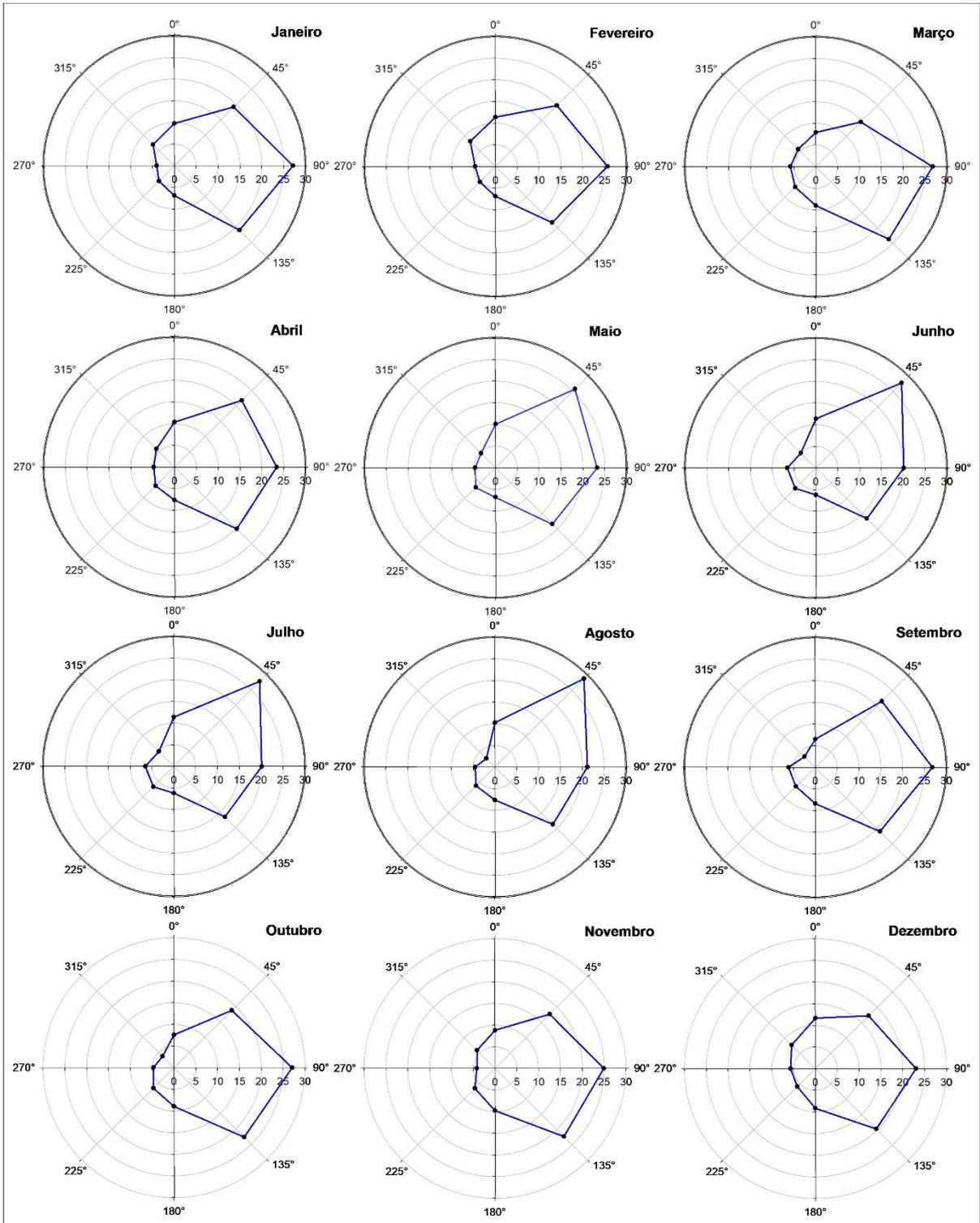
Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), as Normais Climatológicas do Brasil de 1981-2010 de velocidade média de vento para o município de São Luiz Gonzaga mostram que a velocidade média do vento não ultrapassa $3,1 \text{ m s}^{-1}$. Os meses com maior velocidade são setembro e outubro com $3,1 \text{ m s}^{-1}$ e o mês com menor velocidade é março com $2,5 \text{ m s}^{-1}$. Já a média anual foi de $2,8 \text{ m s}^{-1}$, sendo estes resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Segundo Moreno (1961), a primavera em especial os meses de setembro e outubro são meses de maior velocidade do vento, este resultado é semelhante ao encontrado neste trabalho.

4.2 DIREÇÃO DOS VENTOS

A direção dos ventos no primeiro trimestre teve o predomínio da direção de 90° ou (leste). No mês de janeiro foram mais de 25% das ocorrências da direção 90° (leste) e mais de 20% da direção 135° (sudeste). Já a direção 270° (oeste) foi a que teve menor ocorrência com menos de 5% (Figura 5). Mês de fevereiro teve predomínio de ventos da direção 90° (leste) com em torno de 25% das ocorrências, a direção 45° (nordeste) obteve pouco menos de 20% das ocorrências neste mês e a direção 225° (sudoeste) e 270° (oeste) foram as com menores ocorrências em torno de 5%.

Figura 5: Frequência média mensal (%) da direção dos Ventos em São Luiz Gonzaga, RS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar que no mês de março foram mais de 25% das ocorrências da direção 90° (leste) e mais de 20% da direção 135° (sudeste). Já as direções 315° (noroeste) e 270° (oeste) obtiveram pouco mais de 5% das ocorrências sendo as direções de menor incidência. O mês de abril mostra que as direções 90° (leste) e 45° (nordeste) foram as direções com maior incidência com mais de 20% das vezes e a direção 270° (oeste) obteve entorno de 5% das ocorrências sendo a com menor incidência.

Pode-se visualizar que no mês de maio a direção 45° (nordeste) foi a com maior incidência de vento com mais de 25% das ocorrências, as direções 315° (noroeste) e 270° (oeste) foram as com menor incidência com menos de 5% das ocorrências. No mês de junho a direção 45° (nordeste) predominou com mais de 25% das ocorrências e a direção 315° (noroeste) obteve em torno de 5% das ocorrências sendo a direção de menor ocorrência.

O mês de julho foi semelhante ao mês de junho tendo a direção 45° ou nordeste com mais de 25% das ocorrências e a direção de menor ocorrência sendo a 315° ou noroeste com entorno de 5% das ocorrências. No mês de agosto a direção de maior incidência de ventos foi a direção 45° ou nordeste com mais de 25% das ocorrências, a direção de menor incidência foi a 315° ou noroeste com menos de 5% das ocorrências.

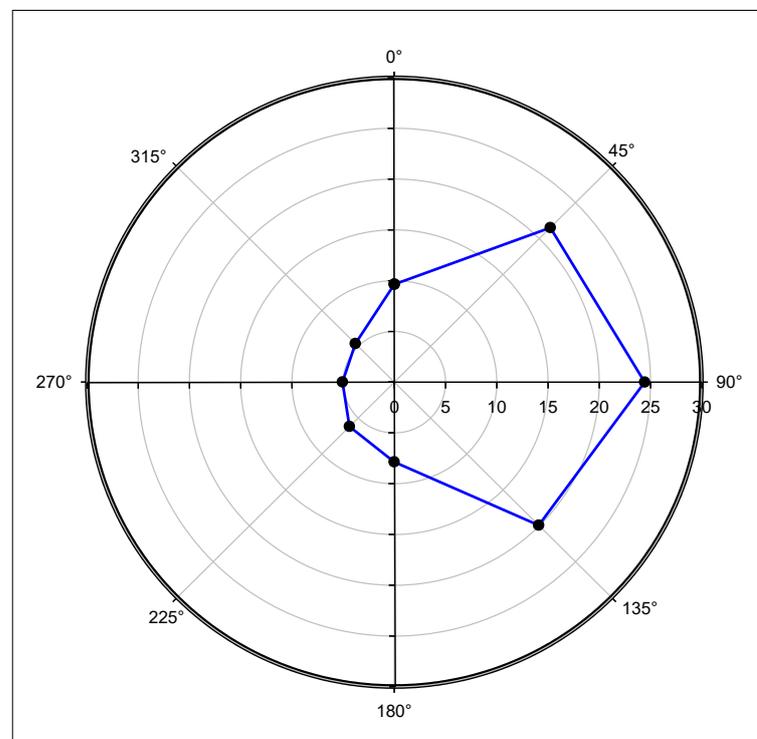
Observa-se que no mês de setembro a direção que volta a predominar é a direção 90° (leste) com mais de 25% das ocorrências, seguido pelas direções 45° (nordeste) e 135° (sudeste) com entorno de 20% das ocorrências, já a direção 315° (noroeste) obteve as menores ocorrências com menos de 15% das incidências. Em outubro com mais de 25% das ocorrências a direção 90° (leste) foi a predominante, seguida da direção 135° (sudeste) com mais de 20%, já a direção de menor incidência foi a 315° (noroeste) com menos de 5% das ocorrências.

O mês de novembro tem grande semelhança com o anterior, a direção 90° (leste) predominou com entorno de 25% das ocorrências seguida da direção 135° (sudeste) com mais de 20%, a direção 270° (oeste) foi a de menor incidência com pouco menos de 5% das ocorrências. Em dezembro a direção 90° (leste) novamente predominou com mais de 20% das ocorrências seguida da direção 135° (sudeste) com entorno de 20%, as direções 270° (oeste) e 225° (sudoeste) foram as com menor incidência com entorno de 5% das ocorrências.

Na Figura 6, observa-se claramente que na média anual a direção 90° (leste) foi a que predominou com pouco menos de 25% das ocorrências seguida das direções 45° (nordeste) com mais de 20% e 135° (sudeste) com pouco menos de 20% das ocorrências. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), na Normal Climatológica do Brasil 1981-2010 a direção predominante do vento em São Luiz Gonzaga é a direção nordeste, este resultado difere em parte do encontrado neste trabalho pois apesar de obter entorno de 21% das ocorrências a direção nordeste é superada pela direção leste que tem entorno de 24% das ocorrências.

Segundo Camargo (2002), a atuação do anticiclone subtropical Atlântico resulta predominantemente em ventos de leste-nordeste. Já a depressão barométrica do nordeste da Argentina tem sua causa ligada ao bloqueio que os Andes causam sobre a circulação geral atmosférica e potencializado pelo aquecimento das planícies de baixa altitude que ocorrem nesta região. A direção leste-nordeste do vento é resultado da diferença de pressão entre a depressão do nordeste da Argentina e o anticiclone subtropical Atlântico.

Figura 6: Frequência média anual (%) da direção dos Ventos em São Luiz Gonzaga, RS.



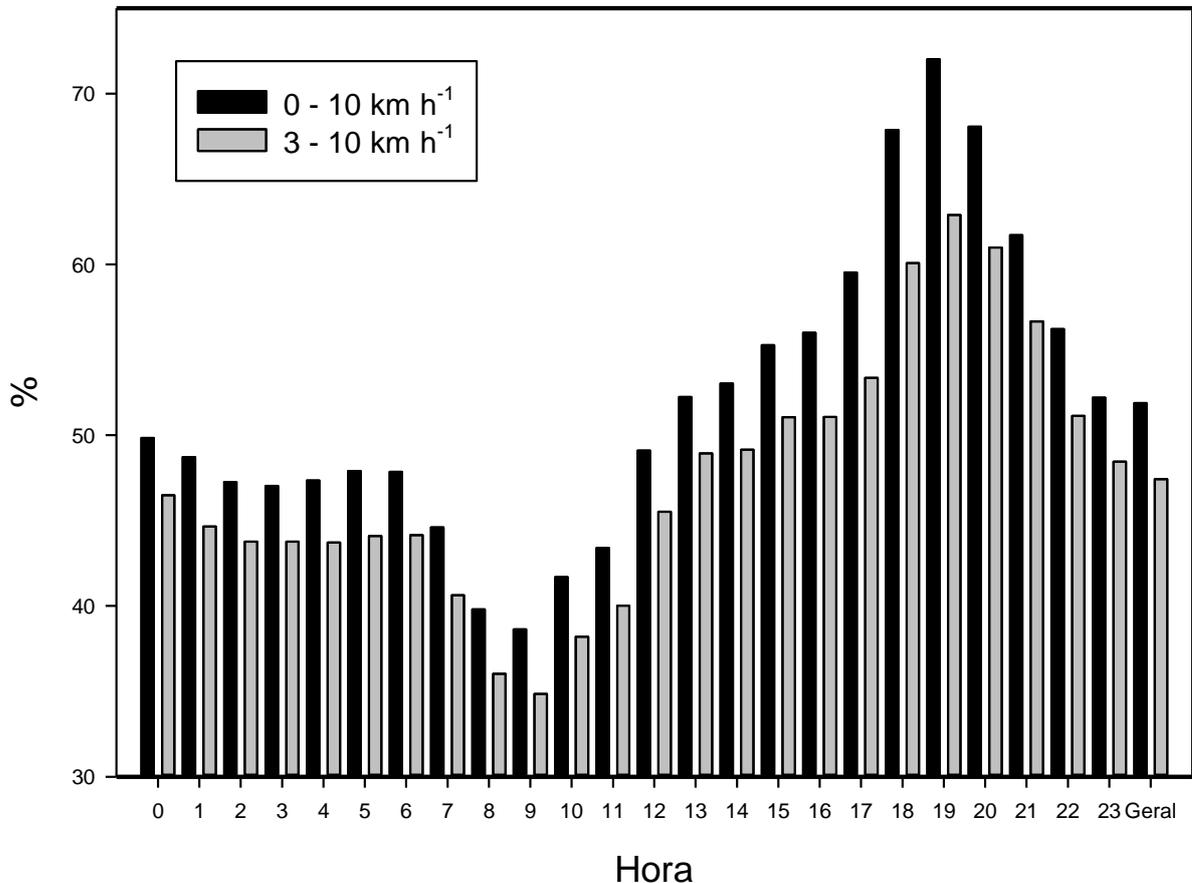
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 FAVORABILIDADE DO VENTO PARA PULVERIZAÇÃO AGRÍCOLA

Na Figura 7, observa-se a média anual a cada hora e sua favorabilidade a pulverização quanto a velocidade do vento. Podemos observar que os horários da 8, 9 e 10h são os menos favoráveis a esta prática sendo que no intervalo observado de velocidade do vento de 0 a 10 km h⁻¹ apenas em torno de 40% dos horários foram favoráveis. Já no intervalo de 3 a 10 km h⁻¹ nestes mesmos horários o percentual de favorabilidade foi em torno de 35%. Segundo Antuniassi (2005 apud CHECHETTO, 2011) a velocidade de vento ideal para aplicação é entre 3 e 10 km h⁻¹.

Os horários das 18, 19 e 20h são os mais favoráveis, sendo que no intervalo de 0 a 10 km h⁻¹ o horário das 19h obteve mais de 70% dos horários favoráveis e os horários da 18 e 20h ficaram com pouco menos de 70%. No intervalo de 3 a 10 km h⁻¹ o horário mais favorável foi o das 19h com mais de 60% dos horários favoráveis seguido dos horários das 18 e 20h que ficaram em torno de 60%.

Figura 7: Favorabilidade anual da velocidade do vento para pulverização agrícola nas diferentes horas do dia em São Luiz Gonzaga - RS, considerando os intervalos de velocidade entre 3 – 10 km h⁻¹ e até 10 km h⁻¹.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar nos quadros 2 e 3, que o mês com maior favorabilidade a pulverização é o mês de março, no intervalo observado de 3 a 10 km h⁻¹ com em torno de 57% dos horários neste mês sendo favoráveis. Já no intervalo de 0 a 10 km h⁻¹ foram em torno de 63% dos horários favoráveis, os meses de abril e fevereiro foram, respectivamente, os que mais se aproximaram do mês de março.

Quadro 2: Favorabilidade mensal (%) da velocidade do vento para pulverização agrícola em diferentes horários do dia em São Luiz Gonzaga - RS, considerando o intervalo de velocidade entre 3 – 10 km h⁻¹.

Hora Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0	44,1	51,2	49,2	58,5	55,1	46,9	37,5	34,5	39,3	42,2	48,1	52,4
1	40,2	50,0	50,7	57,5	49,8	43,7	35,5	33,0	37,8	43,5	44,8	49,7
2	46,1	43,4	55,7	52,9	46,7	44,9	34,3	30,2	36,7	40,4	43,0	49,7
3	43,6	46,9	55,7	54,4	44,4	46,0	34,6	30,5	35,9	41,0	41,6	49,9
4	45,5	53,3	53,9	51,5	41,3	47,6	32,9	33,2	33,1	39,0	43,9	48,2
5	49,1	51,4	55,2	48,9	43,0	43,1	35,7	36,2	31,9	40,4	42,1	49,6
6	48,3	56,1	55,4	50,4	46,1	43,4	36,0	31,7	38,2	38,0	40,8	45,3
7	46,9	54,6	49,7	41,8	47,0	43,9	35,7	33,4	33,8	33,1	30,2	39,9
8	38,0	44,4	43,1	42,7	39,6	42,0	30,3	30,6	31,7	26,1	29,6	37,6
9	39,5	46,0	42,2	40,9	35,2	36,5	32,4	27,2	28,6	26,0	27,5	37,6
10	46,5	49,3	48,0	43,0	40,9	38,8	30,3	22,3	29,5	30,3	36,2	42,5
11	48,1	54,5	52,0	44,1	38,2	37,8	34,0	23,8	30,0	32,1	37,7	46,4
12	54,6	60,5	58,6	50,7	47,6	41,0	37,1	28,4	37,5	35,1	43,6	50,0
13	57,0	60,1	62,8	57,4	52,2	47,5	39,3	29,8	41,6	38,6	46,7	53,4
14	57,0	59,5	68,3	55,2	50,3	50,2	41,9	31,0	40,6	39,1	45,1	51,4
15	57,0	56,8	68,7	58,7	58,2	53,9	41,4	33,6	41,8	44,5	46,1	52,6
16	53,2	54,0	62,3	58,3	60,6	56,5	49,5	37,0	42,9	46,3	44,7	50,7
17	51,3	52,7	61,0	61,2	67,7	59,4	59,5	47,4	50,2	42,9	47,7	46,9
18	50,0	59,3	67,5	69,4	73,4	65,7	66,4	64,7	61,9	51,9	48,4	52,9
19	58,5	68,1	69,8	71,1	70,3	68,7	60,2	57,7	60,8	59,9	59,2	56,5
20	60,3	69,5	72,0	67,7	66,4	56,6	55,4	49,8	52,9	56,9	62,2	62,5
21	57,1	60,0	67,2	67,4	60,4	56,4	47,6	44,3	50,3	51,9	61,0	57,1
22	50,0	48,8	59,6	65,8	55,2	48,7	42,2	37,6	45,2	50,3	55,8	54,4
23	43,7	47,4	53,6	65,6	57,3	48,9	42,2	37,9	40,5	43,5	50,0	53,5
Mensal	49,4	54,1	57,6	55,3	52,0	48,5	41,4	35,9	40,5	41,3	44,7	49,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mês de agosto obteve a menor quantidade de horários favoráveis sendo que no intervalo de 0 à 10 km h⁻¹ foram em torno de 38% e na faixa de 3 à 10 km h⁻¹ foi em torno de 36% dos horários favoráveis a pulverização, os meses de setembro e julho,

respectivamente, foram os que mais se aproximaram dos resultados de agosto se mostrando meses menos favoráveis a pulverização.

De acordo com trabalho realizado por Brand (2014), em Santa Rosa – RS a velocidade média do vento diurno é maior ao vento noturno. As maiores velocidades de vento noturno são registradas das direções sudeste e sudoeste, já as de menores velocidades são da direção noroeste e sul. O resultado obtido pela autora é semelhante ao deste trabalho que elucida os horários mais favoráveis a pulverização.

Quadro 3: Favorabilidade mensal (%) da velocidade do vento para pulverização agrícola em diferentes horários do dia em São Luiz Gonzaga - RS, considerando o intervalo de velocidade entre 0 - 10 km h⁻¹.

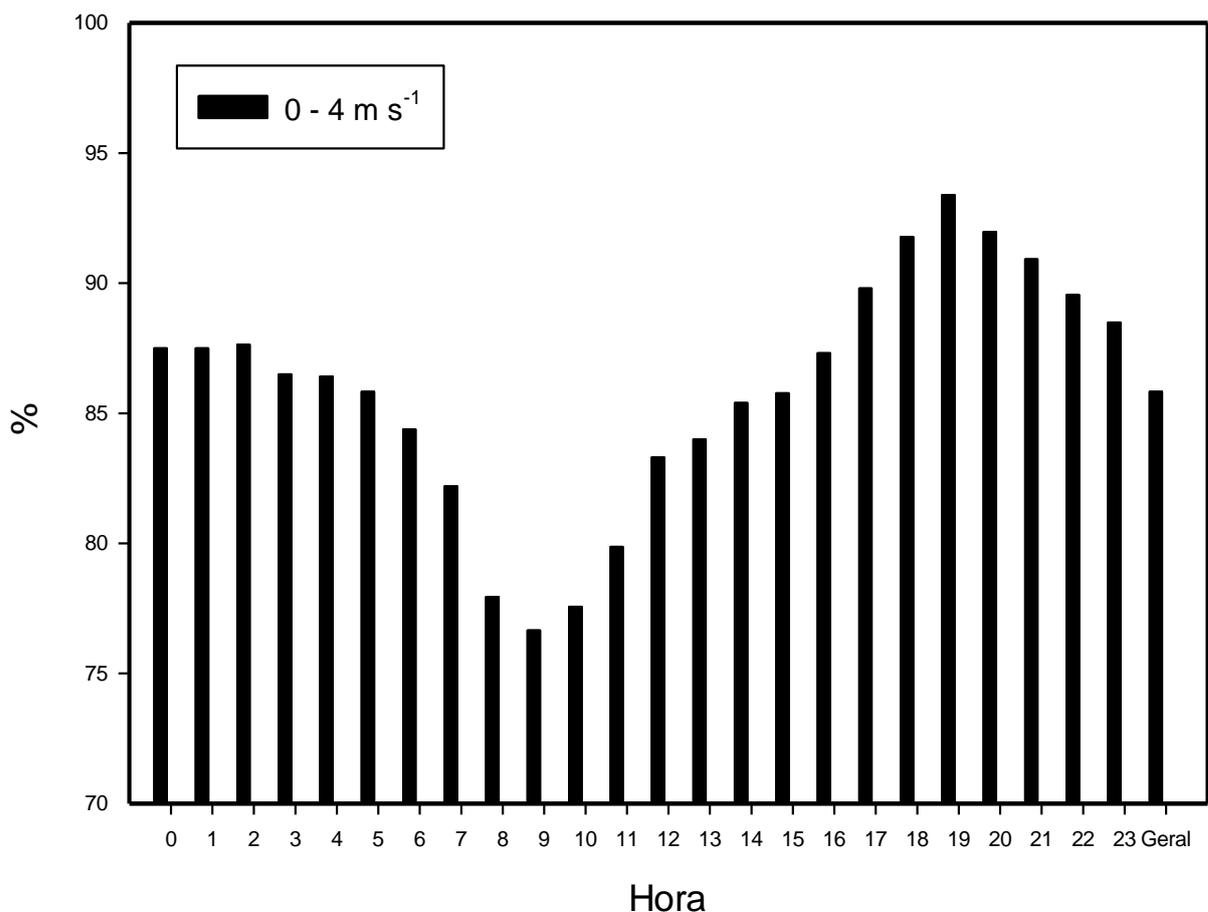
Hora Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0	48,0	53,6	54,0	61,5	59,1	51,3	41,9	36,8	40,6	44,9	50,6	57,0
1	45,4	55,6	53,6	62,1	57,7	50,2	37,6	35,6	41,2	45,5	47,2	54,3
2	50,6	47,9	59,2	56,7	51,4	50,4	36,0	32,6	40,4	43,3	45,2	52,6
3	46,6	51,4	60,0	56,3	48,0	51,1	37,6	33,4	39,0	44,3	43,4	53,0
4	48,8	56,8	58,8	56,4	47,9	49,8	38,3	35,2	36,5	41,1	46,7	51,6
5	52,1	54,5	60,5	54,9	49,4	47,8	39,0	38,2	34,3	44,2	45,2	53,2
6	52,0	60,3	60,9	53,9	49,6	47,6	40,1	35,0	41,0	40,1	44,6	49,3
7	49,9	58,2	54,3	47,5	51,2	48,7	38,7	35,5	37,8	36,4	34,2	45,5
8	40,7	49,2	48,4	48,0	46,0	47,4	33,9	31,9	35,3	29,0	32,5	39,8
9	41,9	49,0	48,1	45,8	40,9	42,2	36,6	28,5	32,2	28,6	30,5	41,7
10	48,2	52,6	53,2	49,1	44,7	44,2	34,5	24,2	31,5	32,9	39,4	45,8
11	51,9	58,1	55,1	49,7	42,9	39,9	37,7	25,4	32,5	35,5	40,6	50,0
12	58,5	62,8	63,8	55,2	51,0	46,4	41,2	30,3	40,3	38,0	46,8	54,1
13	60,8	63,3	66,8	62,2	54,6	52,1	44,5	31,3	44,4	41,2	48,7	57,0
14	59,7	63,5	71,3	63,1	57,8	54,4	46,0	33,6	44,7	41,4	46,9	55,2
15	61,5	61,7	72,3	64,6	64,7	59,3	46,3	36,4	45,3	48,2	49,0	55,6
16	58,0	60,2	67,5	66,0	65,5	63,2	55,4	38,9	47,7	49,4	49,7	54,8
17	57,0	58,7	68,0	71,6	76,6	69,9	65,8	50,0	54,4	48,0	51,8	52,3
18	58,8	65,7	78,1	82,8	83,4	74,9	76,4	70,9	65,7	57,7	55,0	58,4
19	67,3	77,1	84,4	84,9	77,7	72,5	68,9	62,4	67,0	68,9	70,9	67,2
20	70,0	79,0	80,9	79,7	73,7	64,4	59,8	51,5	55,6	61,7	70,5	70,8
21	61,8	66,0	74,3	75,2	67,0	60,4	52,9	46,9	53,0	54,9	67,3	62,4
22	56,1	54,7	66,0	70,8	61,8	55,2	48,6	39,9	48,0	53,0	61,7	59,6
23	47,7	52,6	57,9	69,5	60,9	54,7	47,8	39,9	42,9	47,0	53,7	55,8
Mensal	53,8	58,9	63,1	61,6	57,6	53,9	46,2	38,4	43,7	44,7	48,7	54,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 FAVORABILIDADE DO VENTO PARA IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

De acordo com a Figura 8, no intervalo de velocidade de vento de 0 a 4 m s⁻¹ o horário com menor favorabilidade a irrigação por aspersão é o das 9h com 76,65% das ocorrências estando nesta faixa de velocidade, logo após temos o horário das 10 h com 77,56% de favorabilidade e após os horários das 8 com 77,94%. O horário das 19h foi o com maior quantidade de horas favoráveis com 93,39%, a seguir o horário das 20h com 91,97% e o horário das 18h com 91,77% de horas favoráveis a irrigação por aspersão. A velocidade do vento oferece forte influência sobre a evaporação e arraste, a uniformidade da distribuição de uma irrigação pode ter perda de 20% com velocidade de vento superior a 4 m s⁻¹, a partir desta velocidade recomenda-se não se utilizar o sistema de irrigação, segundo Alves e Castro (1995) e Tarjuelo e Martinez (1993).

Figura 8: Favorabilidade anual da velocidade do vento para irrigação por aspersão em diferentes horários do dia em São Luiz Gonzaga - RS, considerando o intervalo de velocidade entre 0 – 4 m s⁻¹.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com o quadro 4, o mês de janeiro foi o com maior quantidade de horários favoráveis a irrigação por aspersão com em torno de 63% de horários dentro do intervalo de 0 a 4 m s⁻¹, em seguida o mês de fevereiro obteve média de 61% de horários dentro do intervalo recomendado. Setembro foi o mês com menos horários favoráveis a irrigação por aspersão com em torno de 56% dos horários favoráveis.

Quadro 4: Favorabilidade mensal da velocidade do vento para irrigação por aspersão em diferentes horários do dia em São Luiz Gonzaga - RS, considerando o intervalo de velocidade entre 0 – 4 m s⁻¹.

Hora Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0	65,7	62,6	65,0	67,3	65,8	65,8	65,3	66,5	61,1	55,4	63,4	63,8
1	65,2	61,1	66,0	68,2	61,6	62,8	68,6	64,7	62,5	56,0	69,6	63,1
2	66,8	66,0	62,1	75,1	67,5	62,4	69,0	64,1	64,0	58,2	71,2	63,1
3	71,6	69,8	65,9	67,1	63,9	62,1	65,4	58,3	61,4	58,7	67,9	66,5
4	71,9	69,2	68,6	66,7	66,5	56,3	59,6	55,7	58,5	59,2	64,2	70,4
5	67,1	66,3	62,4	64,8	66,9	61,2	62,7	53,8	56,2	59,9	64,9	71,6
6	69,1	63,8	66,5	65,4	59,8	56,2	58,3	52,3	57,3	62,3	58,9	69,5
7	69,1	71,6	64,4	67,7	57,3	53,0	54,0	53,9	53,4	61,2	63,7	63,7
8	65,3	65,9	67,8	65,5	60,8	50,4	53,0	49,8	52,7	55,4	56,7	57,6
9	66,1	63,2	62,4	60,8	66,9	50,9	53,4	48,7	50,5	53,1	55,5	57,5
10	64,7	62,5	61,9	58,4	60,5	52,9	56,1	50,0	46,7	52,3	59,1	62,5
11	64,9	61,7	61,8	57,9	63,2	57,6	55,2	53,7	51,7	54,4	64,0	59,9
12	65,3	60,5	59,2	61,8	62,2	61,9	57,4	57,4	51,7	55,8	57,6	64,1
13	60,8	58,1	57,3	54,3	59,9	57,1	61,0	59,2	53,4	58,5	59,8	62,2
14	57,6	62,5	55,0	53,8	61,2	56,0	57,7	60,1	55,4	62,6	59,4	62,1
15	61,2	59,1	55,0	55,2	51,4	49,4	56,7	63,3	56,0	56,3	60,1	56,7
16	60,1	56,6	50,8	53,0	51,6	54,8	61,3	64,6	59,4	54,2	60,2	55,4
17	62,0	60,3	52,4	51,1	46,1	47,2	57,3	67,0	57,4	57,4	57,9	60,2
18	59,4	56,2	44,4	31,4	33,6	49,8	46,0	58,6	50,7	55,7	54,1	58,1
19	50,3	46,2	36,1	30,1	43,2	50,7	59,1	62,4	52,2	45,5	49,7	46,9
20	53,9	50,9	45,4	41,0	53,7	53,4	61,8	64,2	56,0	51,5	48,7	47,3
21	56,2	57,5	57,2	47,7	61,9	64,0	66,3	60,3	55,7	55,5	55,7	47,5
22	63,0	59,0	60,3	53,7	61,4	62,2	70,1	64,1	61,9	60,1	60,4	54,1
23	67,9	64,0	61,2	65,3	64,4	62,7	65,5	64,1	60,8	60,1	64,9	57,2
Mensal	63,6	61,4	58,7	57,8	58,7	56,7	59,9	59,0	56,1	56,6	60,3	60,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

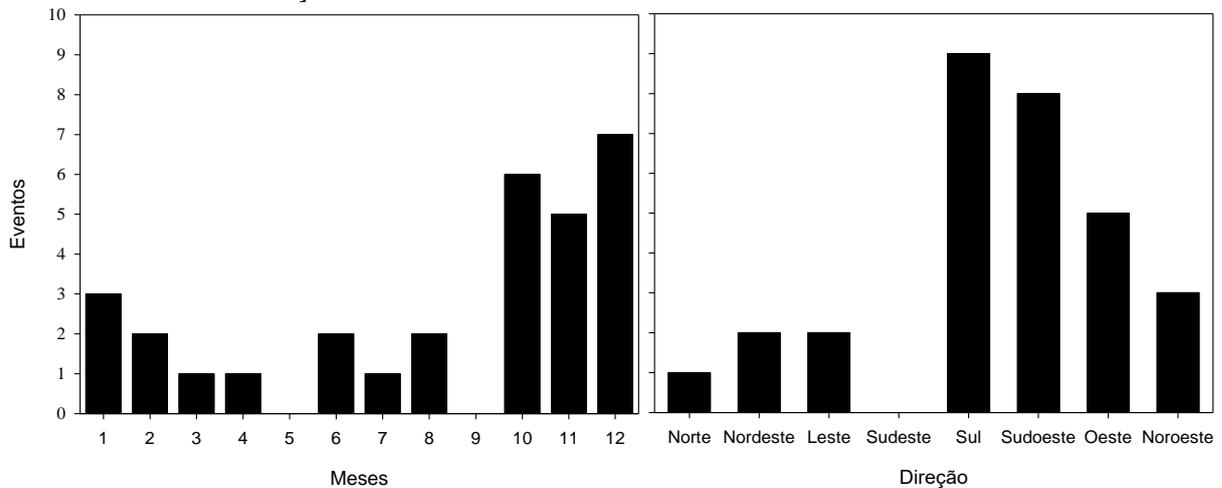
4.5 OCORRÊNCIA DE VENDAVALS

Os vendavais predominam a ocorrência de outubro a dezembro (esses 3 meses concentram 60% dos eventos) e das direções Sul, Sudoeste e Oeste (juntas perfazem

73% dos eventos). Não houve eventos em maio e setembro no período analisado tampouco da direção Sudeste conforme figura 9.

Segundo Machado (1950), após análise das 4 estações concluiu que os meses de primavera estão entre os de maior incidência de ventos no estado do Rio Grande do Sul, já o outono possui os meses de menor incidência o que coincide com os resultados apresentados neste trabalho.

Figura 9: Frequência de ocorrência de vendaval em São Luiz Gonzaga em diferentes meses do ano e direções do vento.

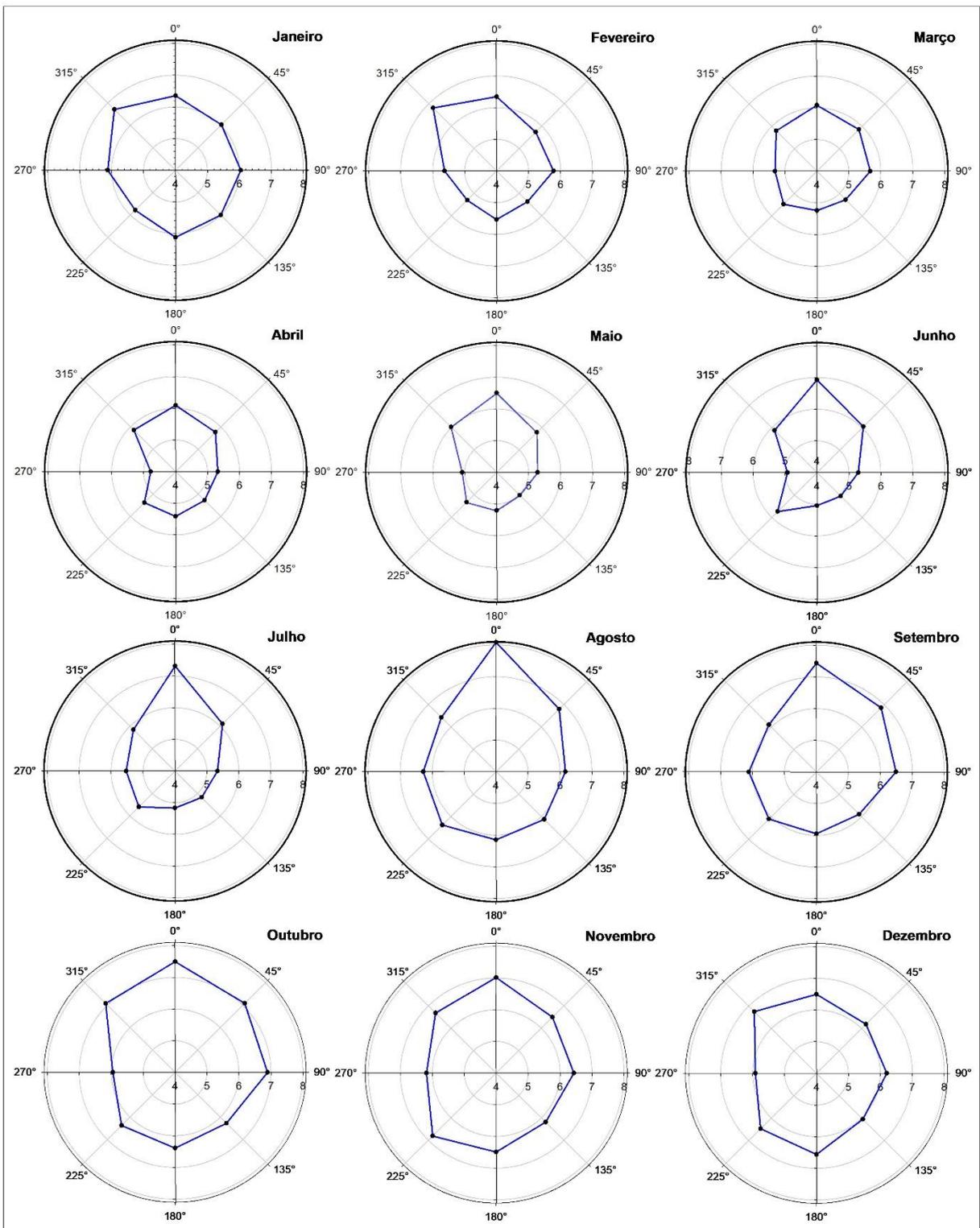


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 RAJADAS E DIREÇÃO DO VENTO

Conforme pode-se observar na figura 10 os meses de janeiro e fevereiro obtiveram resultado semelhante com a direção predominante das rajadas em São Luiz Gonzaga-RS sendo a 315° (noroeste) e a velocidade média de rajadas entre 6 e 7 m s^{-1} . O mês de março obteve a rajada média em torno de 6 m s^{-1} e direção predominante de 0° (norte), assim como o mês de abril. Nos meses de maio a novembro a direção predominante foi a 0° (norte) com rajadas máxima variando entre 6 e 8 m s^{-1} . O mês de dezembro a direção predominante foi a 315° (noroeste) e a rajada máxima foi entre 6 e 7 m s^{-1} .

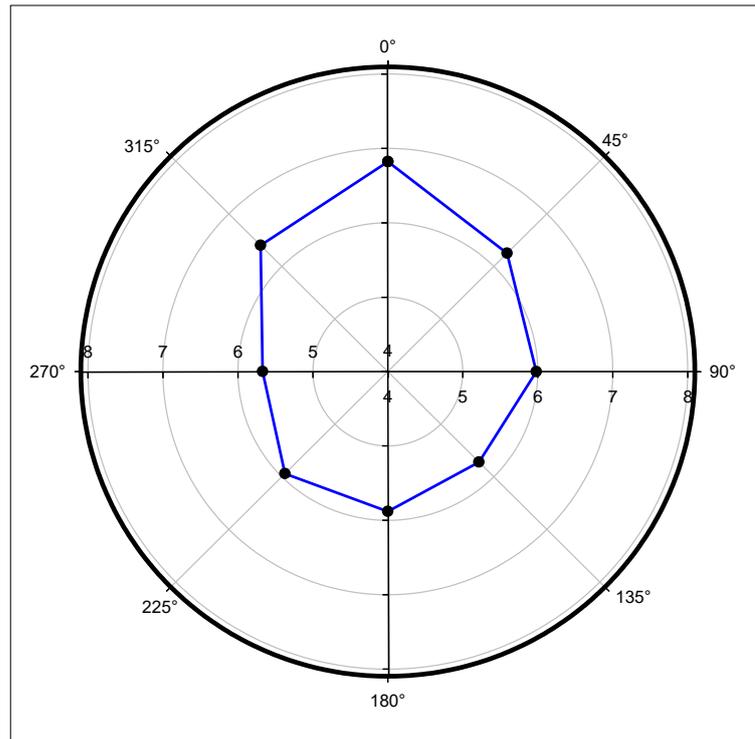
Figura 10: Velocidade média mensal das rajadas de vento (m s^{-1}) e direção dos ventos em São Luiz Gonzaga, RS.



Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se na figura 11 que a média anual de direção de rajada é a direção 0° (norte), seguida da direção 315° (noroeste) e que a rajada máxima ficou entre 6 e 7 m s⁻¹, a seguir ficou a direção 45° (nordeste) também com rajada entre 6 e 7 m s⁻¹.

Figura 11: Velocidade média anual das rajadas (m s⁻¹) e direção dos ventos em São Luiz Gonzaga, RS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com Sartori (2003), o vento norte como vento local característico do Rio Grande do Sul ocorre em condições pré-frontais e pode gerar rajadas de grandes velocidades. O mesmo é gerado pela associação de maior velocidade do vento com altas temperaturas e pressões atmosféricas baixas, assim ocorre o vento norte regional.

5 CONCLUSÕES

A velocidade média do vento ao longo do ano foi de $3,17 \text{ m s}^{-1}$ e predominou a direção nordeste, por segundo predominou a direção leste com velocidade média $2,85 \text{ m s}^{-1}$.

A direção do vento em São Luiz Gonzaga é predominantemente de leste, porém existem variações de nordeste e sudeste, mas a direção leste mostra-se predominante ao longo do ano.

Quanto a favorabilidade para a pulverização agrícola, nos intervalos de velocidade de vento observada de 0 a 10 km h^{-1} e 3 a 10 km h^{-1} foi as 19h, 20h e 18h, respectivamente os horários mais favoráveis. No intervalo de 0 a 10 km h^{-1} o horário das 19h obteve 72,02% de dias favoráveis. Já o intervalo de 3 a 10 km h^{-1} obteve 62,90% dos dias favoráveis.

Quanto a favorabilidade para irrigação por aspersão no intervalo de velocidade de vento de 0 a 4 m s^{-1} o horário de maior favorabilidade é o das 19h, já o horário das 9h é de menor favorabilidade.

A ocorrência de vendavais é mais frequente de outubro a dezembro nas direções Sul, Sudoeste e Oeste. Não houve eventos em maio e setembro no período analisado tampouco da direção Sudeste.

Pode-se concluir que a direção média de rajada de vento em São Luiz Gonzaga é da direção norte, seguida da direção noroeste e após a direção nordeste.

Este trabalho foi elaborado com o objetivo de transmitir a comunidade de São Luiz Gonzaga e regional as informações coletadas pela estação meteorológica automática do município. Disponibilizando estas informações espero contribuir com o desenvolvimento da agricultura e demais setores produtivos do município. Trabalhos com informações de estações meteorológicas de nossa região são praticamente inexistentes. Espero que este trabalho possa impulsionar a elaboração de outros, a nível municipal e também regional e que estas informações cheguem ao conhecimento da população em geral.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.D., CASTRO, P.T. **Desempenho de um sistema de irrigação por aspersão tipo canhão hidráulico sob diferentes condições de velocidade de vento na região de Paracuru, CE.** Engenharia Rural, v. 6, n. 2, p. 79-84, 1995.

AMARANTE, Odilon A. Camargo de. et al. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro.** 2001. Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2001. p. 45. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2019.

ANDEFF – Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários.** 1º ed. Campinas, SP: Linea Creativa. 2004

ARAGÃO, Maria José. Fatores determinantes do clima. In: _____. **História do Clima.** Rio de Janeiro: Interciência, 2009. cap. 3, p. 34-44.

AZEVEDO, Hamilton Jorge et al. Influência de fatores climáticos e operacionais sobre a uniformidade de distribuição de água, em um sistema de irrigação por aspersão de alta pressão. **Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental.** v. 4 n. 2: Campina Grande. 2000. p. 152-158.

AYOADE, J. O. A circulação atmosférica. In: _____. **Introdução à climatologia para os Trópicos.** 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. cap. 5, p. 72-97.

BARRY, Roger G; CHORLEY, Richard J. **Atmosfera, Tempo e Clima.** 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 512 p.

BERGAMASCHI, Homero; MATZENAUER, Ronaldo. **Eventos Adversos.** In: _____. **O Milho e o Clima.** Porto Alegre: Emater/RS-Ascar. 2014. cap. 5. p. 79-84.

BISCARO, Guilherme Augusto. **Meteorologia Agrícola Básica.** 1. ed. Cassilândia: Unigraf, 2007. 87 p.

BORGES, Ana Lúcia; SOUZA, Luciano da Silva. **O cultivo da bananeira.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 279 p.

BRAND, Silvane Isabel; **Caracterização da Direção e Velocidade dos Ventos em Santa Rosa – RS.** 2014. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Cerro Largo, RS, 2014.

CAMARGO, Odilon A. **Atlas Eólico: Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria de Energia Minas e Comunicações, SEMC, 2002. p. 70. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=28&cod_conteudo=7130>. Acesso em: 30 abr. 2019. 70 p.

CARVALHO, Leonardo Bianco de. **Infestação e Sobrevivência no Solo.** In: _____. **Plantas Daninhas.** 1. ed. Lages: Editado pelo autor, 2013. cap. 4, p. 21-28.

CHECHETTO, Rodolfo Glauber. **Potencial de da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização**. 2011. 83 p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) UNESP, Botucatu, SP, 2011. Disponível em <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0674.pdf>>

CUNHA, Gilberto Rocca da. **Seguro rural e garantia da atividade agropecuária no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 4p.html. 2 ilustr. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 12). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co12.htm. Acesso em: 05 mai. 2019.

CUNHA, Gilberto Rocca da et al. Trigo. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p. 279-293.

FERREIRA, Artur Gonçalves. **Meteorologia Prática**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 188 p.

FILHO, Luís R. A. Gabriel. et al. **Caracterização analítica e geométrica da metodologia geral de determinação de distribuições de Weibull para o regime eólico e suas aplicações**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.1, p.56-66, jan./fev. 2011.

HEINEMANN, Alexandre Bryan; STONE, Luís Fernando; SILVA, Silvando Carlos da. Feijão. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p. 183-202.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais Climatológicas do Brasil, 1981-2010**. 2018. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

LOPES, Gláucia Miranda; MOURA, Magna Soelma Beserra de. **Caracterização da velocidade e direção do vento em Mossoró – RN, para as quatro estações do ano**. Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu. Anais... Foz de Iguaçu: SBMET, 1 CD-ROM. dez 2002.

MACHADO, Floriano Peixoto. **Contribuição ao clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1950. 89 p.

MANDELLI, Francisco; MIELE, Alberto; TONIETTO, Jorge. Uva em clima temperado. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p. 503-516.

MANTOVANI, Everaldo Chartuni; BERNARDO, Salassier; PALARETTI, Luiz Fabiano. **Irrigação princípios e métodos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009. 355 p.

MARIN, Fábio Ricardo; ASSAD, Eduardo. Delgado; PILAU, Felipe Gustavo. **Vento**. In: _____. **Clima e Ambiente: Introdução a climatologia para ciências ambientais**. 1. ed. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2008. p. 85-96.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. **O aproveitamento da energia eólica.** Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 30. n. 1. 2008

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Circulação e dinâmica atmosférica.** In: _____. **Climatologia: Noções básicas e clima do Brasil.** 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2007. cap. 4. p. 83-112.

MONTEIRO, José Eduardo Boffino de Almeida; SENTELHAS, Paulo Cesar; CHIAVEGATO, Ederaldo José. **Ambiente tem papel decisivo na ocorrência de doenças.** Visão Agrícola Nº 6, 2006. Jul/Dez. p 85-87.

MORENO, José Alberto. **Clima do Rio Grande do Sul.** Transcrições, 1961. 49-82 p. Disponível em: < <https://revistas.fee.tche.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/3236/3310>>. Acesso em: 30 ago. 2019

MUNHOZ, Fabrício César.; GARCIA, Anice. **Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava–SP.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 23, n. 1, p. 30-34, 2008.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422 p.

PES, Luciano ucuni; GIACOMINI, Diego Antonio. **Erosão do solo.** In: _____. **Conservação do Solo.** Santa Maria: UFSM, 2017. cap. 2, p. 17-27.

PEREIRA, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo César. **Meteorologia Agrícola.** Edição revista e ampliada. Piracicaba: USP, 2007. 192 p.

PESSOA, M. L. (Org.). **Clima do RS.** In: _____. **Atlas FEE.** Porto Alegre: FEE, 2017. Disponível em: < <http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/socioambiental/clima/> >. Acesso em: 30 de mai. 2019.

PITZ, Isaac W. et al. **Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituporanga-SC.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 17., 2012, Gramado. Anais eletrônicos... Gramado: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2012. Disponível em: <<http://www.sbmet.org.br/cbmet2012/pdfs/64HS.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

RIBEIRO, Arístides et al. Eucalipto. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola.** Brasília: INMET, 2009. p. 407-424.

ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F. **Revegetação com plantas de cobertura em solos arenizados sob erosão eólica no Rio Grande do Sul. Seção VI – Manejo e conservação do solo e água.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, [online], v. 2, n.1, p. 315-321, 2008.

SARTORI, Maria da Graça Barros. **A dinâmica do clima do Rio Grande do sul: indução empírica e conhecimento científico.** Terra Livre, ano 19 – vol I – n. 20, São Paulo, jan/jul. 2003. 27-49 p. Disponível em: <

<https://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/viewFile/187/171>>. Acesso em: 30 ago. 2019

SENTELHAS, Paulo Cesar; MONTEIRO, José Eduardo Boffino de Almeida. Introdução. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p. 3-12.

SILVA, José Antonio Gonzalez da et al. **Correlação de acamamento com rendimento de grãos e outros caracteres de interesse agrônomo em plantas de trigo**. Ciência Rural. v. 36 n. 3: Santa Maria. 2006. p. 756-764.

SILVA, Bernardo Barbosa da.; ALVES, Jakson José Amâncio; CAVALCANTI, Enilson Palmeira. **Caracterização do potencial eólico da direção predominante do vento no estado da Bahia**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12., 2002, Foz de Iguaçu. Anais eletrônicos.... Foz de Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/11-3059cc0af5f6ffd6e04169d08d75bc2e.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2019.

SILVEIRA, Rafael Brito; ALVES, Maikon Passos Amiltos; MURARA, Pedro. Estudo de caracterização da direção predominante dos ventos no litoral de Santa Catarina. **Anais do X Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. 2014. p. 380-392. Disponível em: <<http://www.labclima.ufsc.br/files/2010/04/80.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

STEINKE, Ercília Torres. **Climatologia Fácil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 144 p.

TARJUELO, J.M., MARTINEZ, J.M. **Evaluación del riego por aspersión en remolacha**. In: **Plan 97 para la tecnificación del cultivo de la remolacha**. p. 1-19, 1993.

TOMASINI, Juliana. **Padrão de variabilidade do vento à superfície, em Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil: Implicações ambientais**. 2011. 59 p. TCC (Engenharia Ambiental) – Centro Universitário Univates, 2011. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/265/1/JulianaTomasini.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2019

TUBELIS, Antonio; NASCIMENTO, Fernando José Lino do; **Meteorologia descritiva. Fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo. 1ª edição. Editora Nobel. 1984. 374 p.

VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. **Meteorologia e climatologia**. Versão digital 2, Recife, 2006. 449 p. Disponível em: <http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2019