



## Atributos climáticos associados aos eventos de precipitação oculta no Parque Nacional de Aparados da Serra - RS/SC

*Climatic attributes associated with occult precipitation events in the Aparados da Serra National Park – RS/SC*

Jakeline Baratto<sup>\*1</sup> , João Paulo Assis Gobo<sup>2</sup> , Rogério Rozolen Alves

<sup>1</sup> , Emerson Galvani<sup>1</sup> , Cássio Arthur Wollmann<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Geografia, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: joao.gobo@unir.br (JPAG); rogeriorozolen@gmail.com (RRA); egalvani@usp.br (EG); cassio\_geo@yahoo.com.br (CAW)

\*E-mail para correspondência: jakelinebarattogeo@gmail.com

Recebido (Received): 03/07/2021

Aceito (Accepted): 30/08/2022

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo estabelecer a relação entre a ocorrência de precipitação oculta e os atributos climáticos no Parque Nacional de Aparados da Serra. Para esta análise foram instalados um coletor de nevoeiro e uma Estação Meteorológica Automática no local de estudo, para a coleta das informações de precipitação oculta (PO) e dados meteorológicos. Os dados foram coletados do período de novembro de 2017 até dezembro de 2018. Os dados de PO foram organizados em totais horários e as variáveis meteorológicas em médias horárias. Como resultados observou-se que as variáveis meteorológicas não apresentaram influência estatisticamente relevante na ocorrência de PO. Porém, os gráficos de dispersão mostraram que existe uma semelhança nos valores das variáveis na coleta de água dos nevoeiros. Predominantemente, os dados de temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho, variando entre de 4,0°C até 6,0°C, 10,0°C até 13,0°C e 16,0°C até 18,0°C na coleta de PO. Para a umidade absoluta do ar, os maiores volumes foram coletados entre 6,0g/m<sup>3</sup> até 8,0g/m<sup>3</sup>, 9,0g/m<sup>3</sup> até 11,0g/m<sup>3</sup> e 13,0g/m<sup>3</sup> e 15,0g/m<sup>3</sup>. Entre 1,0m.s<sup>-1</sup> e 3,0m.s<sup>-1</sup> e 4,0m.s<sup>-1</sup> até 6,0m.s<sup>-1</sup> ocorreram os maiores volumes de coleta por evento de PO. Apesar de não existir correlações na ocorrência de PO, quanto às variáveis meteorológicas, observou-se uma semelhança nas variáveis quando ocorreram os maiores volumes e registros de PO.

**Palavras-chave:** Nevoeiro; Precipitação pluvial; Vento

**Abstract:** This paper aims to relate the occurrence of occult precipitation with attributes climatic in the Aparados da Serra National Park. A fog collector (CN) and an Automatic Weather Station (EMA) at the study site were installed to collect the occult precipitation and EMA information. Data were collected from the period November 2017 to December 2018. The data were organized into hourly totals for the occult precipitation and hourly averages for the meteorological variables. Results showed that the meteorological variables had no statistically relevant influence on the occurrence of occult precipitation. However, the scatter plots between the precipitation concealment data and the meteorological variables showed that some pattern in the values of the variables occurs in the fog water collection. These patterns were approximated for the air temperature and dew point temperature data, ranging from 4.0°C to 6.0°C, 10.0°C to 13.0°C, and 16.0°C to 18.0°C. For absolute air humidity the highest collected volume correspond between 6.0g/m<sup>3</sup> to 8.0g/m<sup>3</sup>, 9.0g/m<sup>3</sup> to 11.0g/m<sup>3</sup> and 13.0g/m<sup>3</sup> to 15.0g/m<sup>3</sup>. The wind speed ranges that had the highest PO volumes were 1.0m.s<sup>-1</sup> and 3.0m.s<sup>-1</sup> and 4.0m.s<sup>-1</sup> to 6.0m.s<sup>-1</sup>. Therefore, in the occurrence of hidden precipitation, as for the meteorological variables no correlations were found. However, there is a similarity in the variable ranges where volumes or occult precipitation records increase.

**Keywords:** Fog; Rainfall; Wind

## 1. Introdução

No Brasil, os estudos sobre a precipitação oculta (PO) iniciaram-se após o ano 2000, embora em países da Europa e demais países da América Latina, os mesmos ocorram há muito tempo. Os estudos no Brasil que comportam os registros de PO concentram-se na Serra do Mar, principalmente entre os estados de São Paulo (ARCOVA, 2013) e Rio de Janeiro (PEREIRA *et al.*, 2016).

A PO ocorre a partir da água coletada dos nevoeiros. Os nevoeiros correspondem à água em suspensão na atmosfera e são nomeados de acordo com o local onde eles se formam e o processo que os constituem (nevoeiro de radiação, nevoeiro marítimo, nevoeiro de apor e nevoeiro de advecção) (EUGSTER, 2008). Também há três tipos de termos geográficos de onde os nevoeiros ocorrem, independentemente de onde e como é formado (nevoeiro costeiro, nevoeiro de vale e nevoeiro de montanha). Porém, também se menciona os nevoeiros frontais, pois Serra (1978) e Albrecht, Loose e Sartori (1991) apontam eles como sendo os mais frequentes no Rio Grande do Sul.

Em muitas regiões, a PO é um fenômeno importante para a contribuição de água no solo, sendo a única fonte de água em algumas épocas do ano (SOTO, 2000). A coleta de água dos nevoeiros proporciona o abastecimento de água potável às famílias e populações pequenas (BALODÓN, 2003). Corroborando com o autor anteriormente citado, Prada (2008) salienta que em regiões com nevoeiros intensos, a água contida nessas massas de ar pode constituir um importante complemento das fontes tradicionais de abastecimento.

Além dos benefícios para pequenas populações, a água captada dos nevoeiros tem diversas aplicações para fins agrícolas (CROFT, 2003), como na irrigação de hortas de subsistência e fruticultura (BALODÓN, 2003). As contribuições da água dos nevoeiros também proporcionam fonte de água e nutrientes para as plantas (SCHEMENAUER; CERECEDA, 1994, SPINK; PARSON, 1990 e NYAGA *et al.*, 2015), o que contribui positivamente para o balanço hídrico local (MCJANNET; WALLACE, 2006; MAGER *et al.*, 2016).

As pesquisas sobre a quantificação da PO se espalharam pelo mundo, entretanto, elas predominantemente ocorrem na região costeira, em praticamente todos os continentes, com maior destaque para o americano e europeu. Na América, a costa oeste evidencia o maior número de pesquisas, como na costa da Califórnia (HIATT *et al.*, 2012), na América do Norte. Ao passo que na América do Sul, a costa Chilena se destaca como um dos pontos mais pesquisados sobre a PO, como os estudos feitos por Cereceda *et al.* (2002) e Montecinos *et al.* (2018).

A costa chilena se destaca com uma área de pesquisa da PO. Para Cereceda, Schemenauer e Valencia (1992), no Chile, a geomorfologia costeira desempenha um papel importante na interceptação das constantes nuvens stratos que se formam sobre o Oceano Pacífico. O relevo atua como uma parede intransponível de vertente abrupta que força a massa de ar úmida ascender, processo que adensa o nevoeiro. Lundquist e Bourcy (2000) também ressaltam que o desenvolvimento nevoeiro está intimamente ligado à topografia local corroborando com os autores supracitados.

Da mesma forma, os resultados de Davtalab *et al.* (2013) mostraram que a topografia local afeta a coleta de água dos nevoeiros. Os autores investigaram a potencialidade da captação de água da umidade do ar na região da costa sul do Irã - costa norte do Golfo Pérsico e Mar de Omã. E para um período de oito anos de 1992-1999 de dados, distribuídos em 10 locais ao longo da costa, entre as altitudes de 4 e 655 m. Para este estudo, os autores concluíram que os pontos mais próximos da costa possuem o máximo potencial no verão, devido à evaporação da água, enquanto os pontos mais afastados da costa têm o potencial máximo no inverno.

Além das condições locais como altitude e proximidade do oceano, os atributos climáticos também interferem na ocorrência de nevoeiros, conforme apontam Ritter *et al.* (2005). Para os referidos autores as condições meteorológicas que possuem a maior influência são: velocidade e direção do vento; duração e frequência dos nevoeiros; e as características do nevoeiro como distribuição do tamanho da gota e o teor de água líquida. Em relação aos fatores físicos do local a orografia, a altitude e a orientação da vertente também se destacam na influência, conforme autores.

Schemenauer e Cereceda (1992, 1994), Cáceres *et al.* (2007), Hiatt *et al.* (2012) e Montecinos, Cereceda e Rivera (2018) também colocam que além dos nevoeiros, a coleta de água é influenciada por outros atributos climáticos como a velocidade e direção do vento, e umidade relativa e ou depressão do ponto de orvalho, que é a diferença entre a temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho (MONTECINOS *et al.*, 2018). Apesar dos atributos climáticos estarem relacionados aos registros de nevoeiros e PO, Hiatt *et al.* (2012) acrescentam que poucos estudos se baseiam na ocorrência de névoa e as condições meteorológicas existentes.

No estudo de Estrela et al. (2008), a velocidade do vento foi um fator importante para a captura de água dos nevoeiros, sendo que os ventos leves e fracos fornecem baixas taxas de quantidades de água, enquanto os ventos mais fortes, de até 50 km/h, contribuem para as maiores taxas de água coletadas. Essa influência também foi reconhecida por Cereceda (2014). A autora reforça que a velocidade do vento atua no potencial de coleta da água do nevoeiro. Geralmente, conforme maior a velocidade do vento, mais gotas de água passam pela malha que captura o nevoeiro e assim, será recolhido pela superfície.

Além da velocidade do vento, a altitude foi um grande fator que contribuiu para a coleta da água dos nevoeiros na região Sul da Colômbia, na Cordilheira dos Andes, estudada por Molina e Escobar (2008). Os referidos autores encontraram a maior taxa de coleta a 1838 metros, onde a coleta diária teve uma média de até 6,0 L/m<sup>2</sup>/dia no mês de junho, mês de maior coleta. Os autores ainda colocam que o nevoeiro orográfico é o principal tipo de nevoeiro na área de estudo e auxilia na maior contribuição, associado ao efeito do vento, que conforme maior a altitude maior é a velocidade do vento. A maior velocidade do vento em altitude ocorre devido ao gradiente negativo de pressão produzido pelo levantamento da massa de ar. A direção do vento também é importante para a coleta de água, sendo que a eficiência da coleta vai ser maior quando for perpendicular à direção do vento. Esse resultado foi verificado por Hiatt et al. (2012) na região costeira central e sul da Califórnia (EUA). Os autores buscaram entender a relação dos atributos climáticos com a deposição do nevoeiro, para os anos de 2010 e 2011 (verão). Os resultados encontrados mostraram que as variáveis com a maior influência na deposição de PO foram a velocidade e a direção do vento e desvio do ponto de orvalho.

Ritter et al. (2015) quantificaram a coleta da água de nevoeiros nas Ilhas Canárias, na ilha Tenerife, durante o período de 2012 e 2013. Além do rendimento da água dos nevoeiros, os autores abordaram a relação da PO e as variáveis meteorológicas, porém os resultados não estabeleceram uma relação entre essas variáveis. No entanto, os autores observaram que os maiores volumes de água da névoa coletada estão associados a velocidades mais altas do vento e a menor radiação solar.

A Costa Chilena tem diversos estudos sobre a ocorrência de PO e nevoeiros, o mais atual, até então, foi realizado na região de Coquimbo, na Cordilheira da Costa por Montecinos et al. (2018). O estudo foi conduzido com um ponto de coleta localizado a 43 km da costa. Instalado a 1000 m de altitude, o modelo do coletor foi Standard Fog Collector (SFC) acoplado a um pluviômetro juntamente com sensores de direção e velocidade do vento e de temperatura e umidade relativa do ar. Para o período de coleta de julho de 2014 a junho de 2015, o valor total anual foi 1055L/m<sup>2</sup>/ano.

Para a região de estudo, os autores supracitados encontraram que a PO ocorre nos períodos de menor variação da temperatura do ar e umidade relativa do ar (UR), com altos valores de UR e baixa temperatura do ar. O aumento da velocidade do vento também está associado à coleta de PO. Além disso, os autores reconhecem que coleta da PO e a presença de névoa nem sempre são eventos simultâneos, uma vez que a coleta pode ocorrer após a interrupção do evento de névoa.

Nos estudos acima listados, os autores evidenciam que as medidas de ventos (velocidade e direção) são as variáveis meteorológicas que mais tem interferência na coleta de água dos nevoeiros. A velocidade do vento associada a outros fatores como altitude e proximidade com o oceano podem influenciar para o aumento da água coletada pelos coletores. A direção do vento varia conforme o tipo de coletor utilizado, pois nos coletores planos a direção tem influência direta na coleta de água.

Tanto as condições de velocidade e direção do vento, quanto às características de temperatura e umidade relativa do ar ocorrem devido ao tipo de sistema atmosférico atuante no local. As características dessas massas também vão influenciar nas formações dos nevoeiros. No entanto, para Louw et al. (1998) a frequência de ocorrência dos nevoeiros depende de fatores regionais, como a distribuição dos centros de altas e baixas pressões, enquanto a direção e a velocidade do vento são mais influenciadas pelo relevo e microtopografia da área.

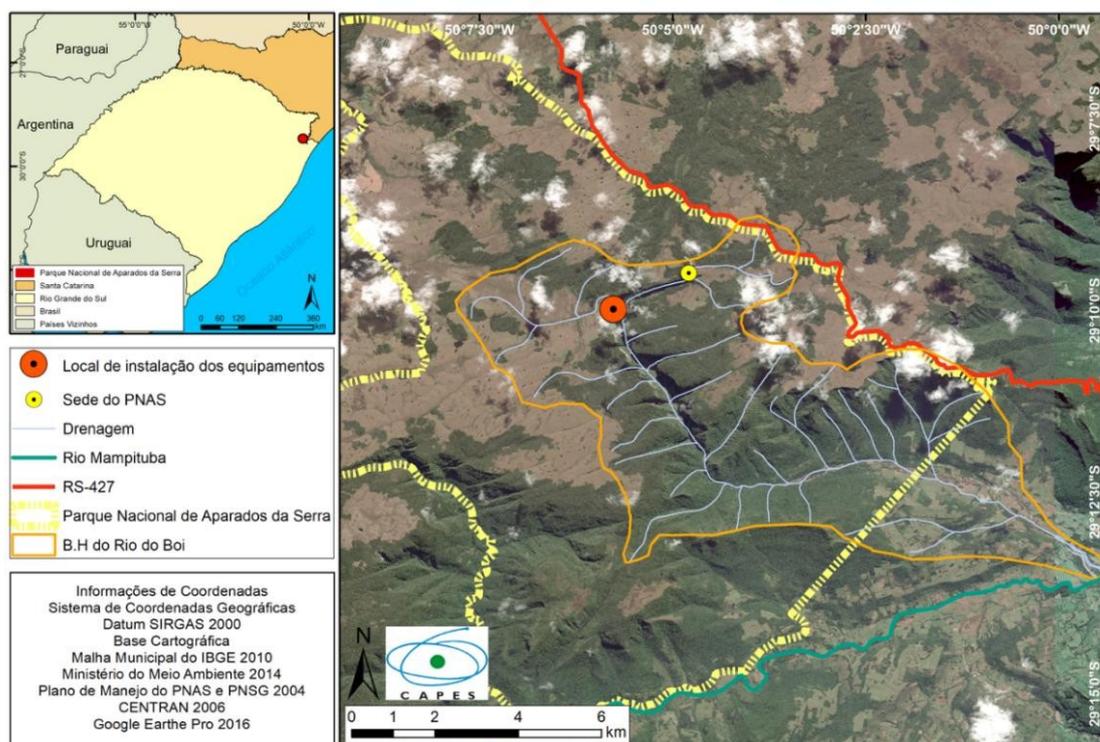
Como relatado, a contribuição da água dos nevoeiros é importante, como fonte de água e nutrientes para muitas plantas (Serra, 1978), para o cálculo do balanço hídrico, para questões de agricultura (MCJANNET; WALLACE, 2006; MAGER *et al.*, 2016). Além disso, também como fonte de umidade do solo, o que vem a auxiliar no crescimento vegetativo de pastagens naturais e culturas (ALBRECHT *et al.*, 1991).

Diante disso, em regiões montanhosas, onde se enquadra a área de estudo, os nevoeiros são mais frequentes e podem ser potencializados pela velocidade do vento para contribuir significativamente na ocorrência de PO (FIGUEIRA, 2009). Desse modo, conhecer a dinâmica atmosférica propicia à formação de nevoeiro e registro de PO poderá contribuir para mais estudo sobre esse fenômeno. E ainda, possibilita seu melhor entendimento, processos de formação e potencialidades na contribuição de água num determinado espaço. Nessa perspectiva, a área de estudo ganha destaque na análise dos atributos climáticos com relação à

topografia, devido à sua elevada variação altimétrica, sendo o objetivo desta pesquisa estabelecer a relação entre a ocorrência de PO e os atributos climáticos no Parque Nacional de Aparados da Serra.

## 2. Materiais e métodos

Esta pesquisa foi realizada no Parque Nacional de Aparados da Serra (PNAS), o qual está inserido na bacia hidrográfica do Rio do Boi (BHRB). A área de estudo está localizada na região nordeste do Rio Grande do Sul (**Figura 1**), que é uma das mais elevadas, com as maiores altitudes próximos dos 960 metros. A variação altimétrica também é expressiva e chega a 800 metros. Essa região está inserida no Bioma Mata Atlântica (MMA, 2018) e abrange três unidades fitoecológicas, sendo Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Estepe (campos do sul).



**Figura 1:** Localização do Parque Nacional de Aparados da Serra (PNAS), com destaque para o local de instalação dos equipamentos. Organização: Autora, 2021.

Conforme a classificação de Köppen, refeita por Alvares et al. (2013) e Beck et al. (2018), a área de estudo está na zona de transição entre os climas subtropical Cfa e Cfb. O primeiro tipo climático está presente nas áreas de menor altitude, nos vales. O segundo, Cfb, tem atuação na área de maior altitude, sendo áreas do topo do planalto. A variação da temperatura média anual é de 14,0°C a 17,0°C (ROSSATO, 2020; WREGGE *et al.*, 2011). As menores temperaturas ocorrem nos meses de inverno e as maiores nos meses de verão.

A precipitação pluvial oscila entre 1700 e 2000 mm (ROSSATO, 2020). Devido a sua localização, os sistemas de extratropicais (frentes frias) mais influenciam na dinâmica da precipitação pluvial durante todo o ano (NERY, 2005; REBOITA *et al.*, 2010; NERY; CARFAN, 2013). Além disso, os sistemas atmosféricos que mais atuam no Rio Grande do Sul são: a massa tropical atlântica (MTA), massa polar atlântica (MPA) e massa polar em tropicalização (MPAt) (SARTORI, 2003; REBOITA *et al.*, 2012).

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram instalados um coletor de nevoeiro plano, modelo SFC e uma estação meteorológica automática (EMA). O coletor de nevoeiro (CN) foi construído por Arcova (2013), conforme modelo desenvolvido por Schemenauer e Cerceda (1994). Próximo do CN foi instalada a EMA, modelo *Campbell* CR 1000, entre as coordenadas UTM de 587837,17 mE e 677228,26 mS, fuso 22 e a uma altitude de 930 m. Na EMA, que pertence ao Laboratório de Climatologia e Biogeografia da Universidade de São Paulo, estavam instalados os seguintes sensores: *Datalogger*, pluviômetro de balança, sensor de radiação global, sensor de temperatura e umidade do ar, sensor de velocidade e direção do vento (GOBO *et al.*, 2018).

O pluviômetro de báscula modelo TR525-mm, marca *Texas Instruments* (GOBO *et al.*, 2018) que estava ligado a EMA (**Figura 2**), foi acoplado ao coletor de nevoeiro, para a captao da água que o coletor capturava. Este equipamento tem uma báscula com capacidade de armazenamento de 0,1 mm de chuva, auxiliando na preciso dos registros de nevoeiros. Essa também  uma recomendao de Cereceda (2014), pois possibilita o monitoramento contnuo da água capturada. Como o pluvimetro registra a precipitao em mm e a área de captao foi de 1m<sup>2</sup>, a quantidade de água coletada pelo coletor  equivalente ao volume de L/m<sup>2</sup> (VAREJO-SILVA, 2006; MOLINA;ESCOBAR, 2008). No entanto, apesar de muitas pesquisas expressarem a quantidade de água em litros/m<sup>2</sup>, nesta utilizou-se a unidade de medida em milmetros (mm).



**Figura 2:** Coletor de nevoeiro (CN) e estao meteorolgica automtica (EMA) instalados na área de estudo. Organizao: Autora, 2021, Fonte: Trabalho de campo 2018.

Os dados de precipitao pluvial (P), que eram indispensáveis para a pesquisa, foram registrados em pluvimetro eletrnico convencional da marca *Squitter*, modelo S1610, com capacidade de 0,25 mm de chuva (MILANESI, 2017). Aps a coleta de todos os dados, os registros de P foram organizados em dados horários, bem como os registros de PO. Com os dados horários, foram selecionados os eventos de PO a partir dos registros horários da P. Assim, os horários em que somente houve registro no CN foram considerados como eventos de PO (MAGER *et al.*, 2016; MONTECINOS *et al.*, 2018).

A pesquisa totalizou 470 registros horários de PO, de modo a entender a ocorrência de PO horária buscou-se relacioná-las com os atributos climáticos. Para tal finalidade, usou-se o coeficiente de correlao (r) entre eles. Com o intuito de associar os valores de PO aos atributos climáticos utilizou-se a plotagem dos valores horários em gráficos de disperso. Os valores horários dos atributos foram associados  ocorrência de PO. A plotagem foi realizada para os valores entre a PO e velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa e absoluta do ar, temperatura do ponto de orvalho (TPO) e desvio entre a temperatura e TPO (DTTPO) registrados na EMA instalada no PNAS.

Para a comparao da PO com a direo do vento ( $^{\circ}$ ) e velocidade do vento ( $m.s^{-1}$ ) utilizou-se como referência a estao automtica do Instituto Nacional de Meteorologia de Cambará do Sul (CDIGO A897). A estao está localizada entre as coordenadas 582807 mE e 6786299 mS, Fuso 22 e uma altitude de 1015 m e aproximadamente 14,0 km da EMA instalada no PNAS. Os dados horários foram adquiridos pela plataforma do INMET e foram correspondentes aos meses de novembro de 2017 a dezembro de 2018. Para a realizao das relaes e gerao de gráficos e tabelas foi utilizado o *Microsoft Excel 2016*.

### 3. Resultados e discusso

A análise de correlao entre os dados de PO com os dados horários dos atributos climáticos no apresentaram boa relao estatstica. Apenas pode-se observar que a PO teve relao direta ou inversa com esses atributos. A velocidade do vento e a umidade relativa do ar tiveram relao direta com a PO. Assim, a tendência foi que quanto maior for a umidade relativa e a velocidade do vento, maior será a quantidade de água coletada. Entretanto, com os valores de correlao (**Tabela 1**) no  possvel afirmar qualquer relao entre os valores de PO e os atributos.

**Tabela 1:** Correlação entre aos atributos climáticos e para o Parque Nacional de Aparados da Serra.

Atributos climáticos da EMA	Correlação linear simples ( r )
Velocidade média do vento (m.s <sup>-1</sup> )	0,05
Temperatura média do ar(°C)	-0,08
UR média (%)	0,11
UA média (g/m <sup>3</sup> )	-0,03
Temperatura do ponto de orvalho (°C)	-0,03
Depressão do Ponto de Orvalho. (°C)	-0,10
Radiação solar global ( MJ/m <sup>2</sup> )	-0,10

Atributos climáticos da EMA/INMET	Correlação linear simples ( r )
Velocidade média do vento (m.s <sup>-1</sup> )	-0,09
Direção do vento (°)	-0,05

Fonte: Trabalho de campo (2017 e 2018) e Estação Meteorológica de Cambará do Sul, INMET (2020).

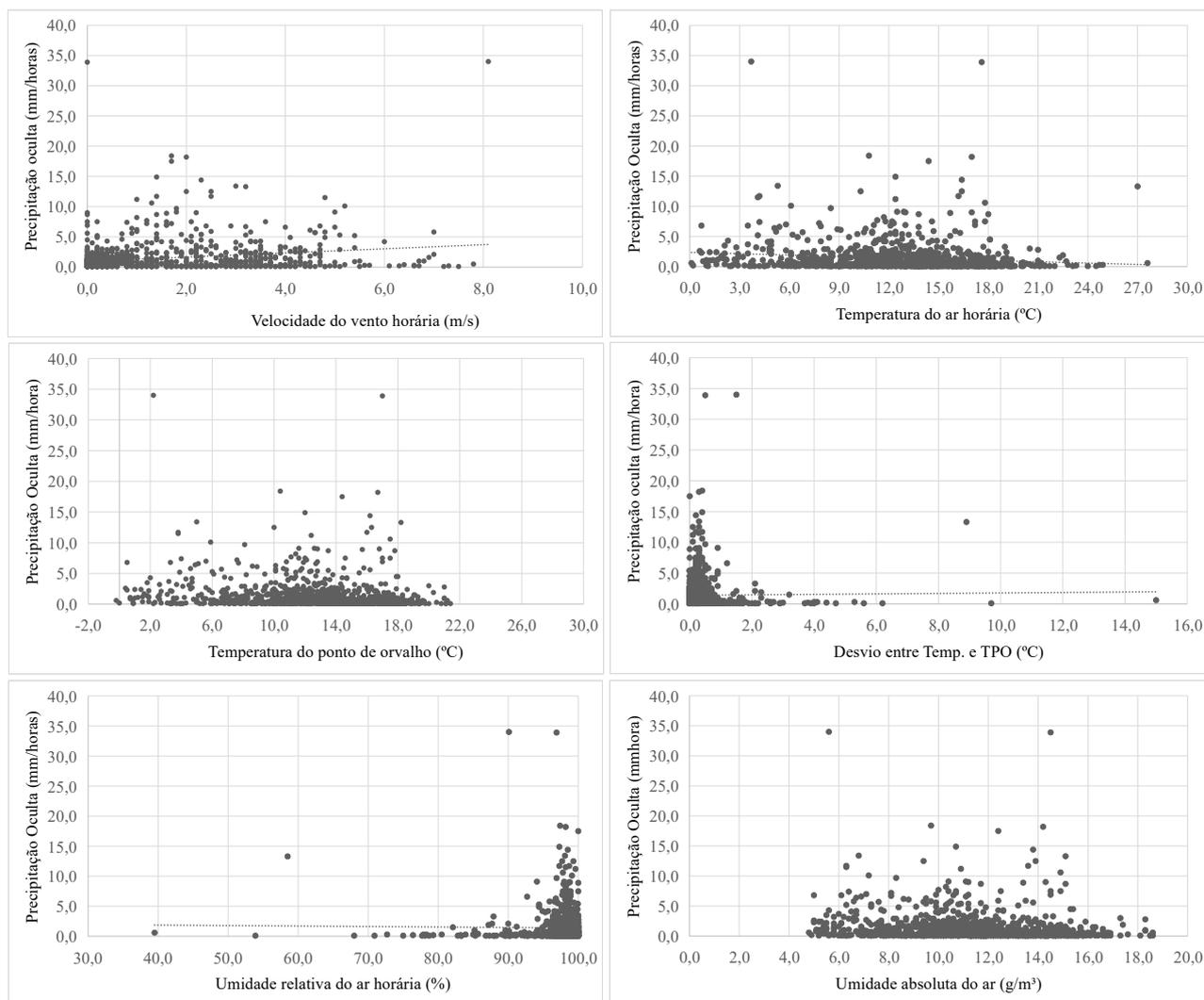
As demais variáveis de temperatura do ar, umidade absoluta do ar, temperatura do ponto de orvalho, desvio do ponto de orvalho e radiação solar total tiveram a relação inversa com a PO. Essas variáveis apresentaram a tendência em diminuir quando ocorreu a PO. Bem como as variáveis anteriores, nessas variáveis, que tiveram relações inversas, não se pode estabelecer significativa relação com a PO, pois a máxima correlação foi de 0,1% nas variáveis de depressão do ponto de orvalho e radiação solar.

Assim, os resultados desta pesquisa foram semelhantes aos encontrados por Ritter et al. (2015), na Ilha Tenerife, nas Ilhas Canárias. Os autores também não encontraram boa relação entre a PO e as variáveis meteorológicas. No entanto, para os referidos autores, os altos valores de velocidade do vento e os menores índices de radiação solar estavam associados aos maiores volumes de água. Apesar de não ter boa correlação entre a PO e a radiação solar, no PNAS a relação foi inversa, ou seja, quanto mais radiação solar menor a PO, bem como encontraram Ritter et al. (2015).

Cárdenas et al. (2017) também não encontraram significativas correlações entre PO e as variáveis climáticas para alguns pontos nos Andes colombiano. Entretanto, para outros locais analisados pelos autores a correlação foi significativa, mas cada local registrou correlações diferentes. Dessa forma, observou-se a influência das variáveis climáticas é pouco relevante para que ocorra a captura de PO. De acordo com a Sociedade Americana e Meteorologia (2020), para a ocorrência dos nevoeiros são necessárias condições atmosféricas específicas, como a presença de umidade atmosférica e temperatura do ar igual ou próxima da temperatura do ponto de orvalho (AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY, 2020).

Para esta pesquisa os resultados de correlações também não foram claros em relação aos valores horários de PO e as variáveis meteorológicas, conforme Cárdenas et al. (2017). Ao contrário do que apontavam Ritter et al. (2015), que os maiores volumes de PO estavam relacionados aos maiores valores de velocidade do vento, os resultados aqui não apresentaram essa definição entre a velocidade do vento e a PO. Para o PNAS, o maior número de ocorrência de PO ocorre até 1,0m.s<sup>-1</sup>. No entanto o volume de coleta nesses registros são reduzidos, sendo inferiores a 4,0mm.h<sup>-1</sup>. Entre 1,0m.s<sup>-1</sup> e 3,0m.s<sup>-1</sup> ocorre os maiores volumes de coleta por evento de PO, chegando até 20,0mm.h<sup>-1</sup>. No entanto, observa-se que um dos maiores volumes de PO ocorreu na velocidade de 8,0m.s<sup>-1</sup>, o que pode ser comprovado os resultados também encontrados pela literatura (RITTER *et al.*, 2015; MONTECINOS *et al.*, 2018) (**Figura 3**).

Em relação à temperatura do ar também não se observou um padrão na ocorrência de PO. Assim, a temperatura do ar nos registros de PO foi de 0,0°C até 27,0°C. Intervalos de temperatura mais baixos foram encontrados Cereceda et al. (2002). Para os autores, na ocorrência de PO a temperatura do ar oscilou de 2,0°C até 12,0°C para a região mais afastada da costa e entre 8,0°C e 18,0°C para a costa. No estudo de Ritter et al. (2015), os valores de temperaturas encontrados na ocorrência de PO foram mais próximos dos encontrados por Cereceda et al. (2002).



**Figura 3:** Dispersão dos valores horários de PO em relação aos atributos climáticos: velocidade do vento (A); Temperatura do ar (B); Umidade relativa do ar (C) e desvios entre T e TPO (D). Fonte: Trabalho de campo (2017 e 2018).

Dessa forma, o estudo de Ritter et al. (2015) apontou que os valores foram de 7,5°C até 12,5°C para a altitude de 1015 m, chegando até 0°C para a altitude de 1747 m. Para o PNAS, que está a 915 m de altitude, observou-se que entre 10,0°C e 15,0°C de temperatura do ar, ocorreu uma leve concentração dos registros de PO, o que mais se assemelha aos valores máximos encontrados por Cereceda et. al. (2002) e Ritter et al. (2015). Muitos dessas ocorrências predominam volumes de até 5,0mm.h<sup>-1</sup>.

Além disso, observou-se que para a temperatura do ar tem três intervalos que ocorrem os maiores volumes coletados de PO, sendo de 4,0°C até 6,0°C com valores de até 15,0 mm.h<sup>-1</sup>. Entre o intervalo de 10,0°C até 13,0°C predominam os valores mais elevados de coleta de água dos nevoeiros. No último intervalo com grandes concentrados de volumes de PO foi com temperaturas variando de 16,0°C até 18,0°C, com volumes que chegaram até 35,0mm.h<sup>-1</sup>, mas com o predomínio de até 20,0mm.h<sup>-1</sup>.

A variação da TPO na ocorrência de PO foi correspondente a temperatura do ar, como era de se esperar, em função da relação entre elas para a ocorrência de PO. Assim, os intervalos de TPO que obtiveram as maiores ocorrências de PO foram entre 10,0mm.h<sup>-1</sup> até 14,0mm.h<sup>-1</sup>, no entanto com baixo volume de coleta de água. Os intervalos entre 4,0°C e 6,0°C, 10,0°C e 13,0°C e 15,0°C até 18,0°C foram os que tiveram os maiores volumes de água coletada, o que corrobora com os dados e variações da temperatura do ar.

Uma resposta dessa boa relação entre os dados de temperatura do ar e TPO foram os valores dos desvios entre a T e TPO, chamados de DTTPO. Os valores DTTPO concentrados foram de até 2,0°C, no entanto também ocorreram eventos de PO com 15,0°C de desvios. Esses eventos com grandes desvios foram considerados como *outlier*. No estudo de Montecinos et al. (2018), os resultados mostraram valores de até 8,0°C de desvio entre a T e TPO, nos eventos de PO. Os autores relatam que essa diferença de 8,0°C pode ser em razão da coleta de água pelo coletor não ser simultâneo com a presença de nevoeiro.

As maiores correlações entre PO e as variáveis meteorológicas foram com a umidade absoluta do ar, umidade relativa do ar e o desvio entre a temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho. A umidade absoluta do ar e a PO apresentaram a maior correlação dentre os atributos, pois em geral, todos apresentam baixa correlação. Embora esses dados horários de umidade absoluta na ocorrência de PO não demonstrassem nenhum padrão. No entanto, os dados de umidade relativa do ar apresentaram um alinhamento nos seus valores máximos na coleta de água dos nevoeiros. No caso dos dados de umidade absoluta do ar, os valores variaram entre  $5,0\text{g/m}^3$  até aproximadamente  $19,0\text{g/m}^3$ . A maior concentração de registro de PO foi observada entre o intervalo de umidade absoluta de  $8,0$  até  $13,0\text{g/m}^3$ .

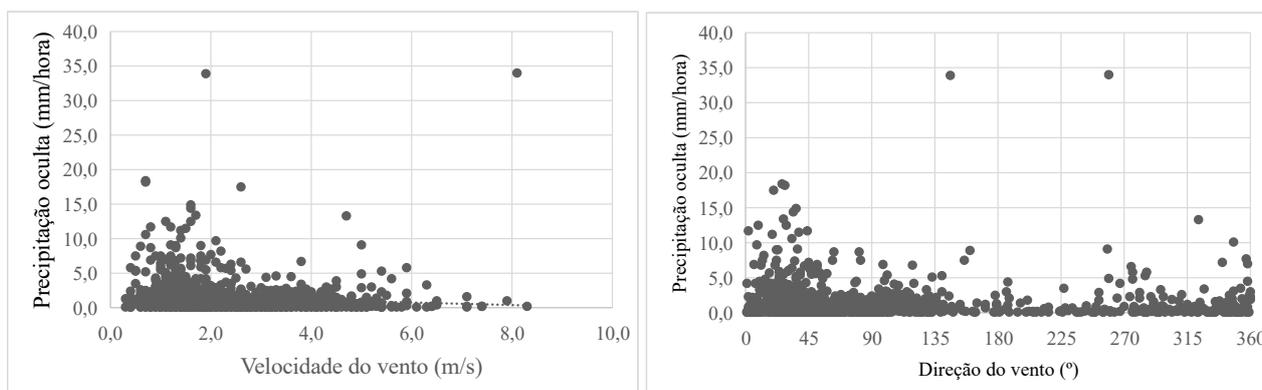
Além desse intervalo com maior número de ocorrência, podemos destacar outros intervalos de umidade absoluta que tiveram os maiores volumes de água coletados. O primeiro corresponde entre  $6,0\text{g/m}^3$  até  $8,0\text{g/m}^3$ . Nesse intervalo o volume coletado de água foi superior a  $10,0\text{ mm/h}$ . Ocorreu uma concentração de PO entre a umidade absoluta de  $9,0\text{g/m}^3$  até  $11,0\text{g/m}^3$ , cujo maior volume coletado nesse intervalo foi de  $20,0\text{ mm/h}$ . E por fim, houve uma concentração de PO entre a umidade de  $13,0\text{g/m}^3$  e  $15,0\text{g/m}^3$ , sendo que os volumes de água coletados foram superiores aos demais registros. Observou-se também que os valores de umidade absoluta registrados nos horários de ocorrência de PO foram mais similares aos dados de temperatura do ar, isso ocorreu devido à relação direta entre essas duas variáveis (WHITEMAN, 2000; RANGWALA, 2012).

Os dados de umidade relativa do ar foram os que mais tiveram correspondência com os dados de PO. Os valores de umidade relativa próxima à 100% proporcionaram os maiores números de registros de PO e os maiores volumes. No estudo de Montecinos et al. (2018), para a costa chilena de na região de Coquimbo, também foi verificado que a coleta de água dos nevoeiros estava ligada aos maiores valores de umidade relativa do ar. Assim, observou-se que a ocorrência de nevoeiro aumentou a umidade local até o ponto de saturação do ar.

O estudo de Cárdenas et al. (2017), na região dos Andes Colombiano, também investigou a relação entre a PO e as variáveis meteorológicas. Os resultados alcançados demonstraram relação positiva entre a PO e a umidade do ar, reforçando os resultados desta pesquisa. Além da umidade do ar, os autores identificaram essa relação positiva com a velocidade do vento, o que também foi apontado por Schemenauer et al. (1988), Schemenauer e Cereceda (1991, 1993), Oliver (2001), Cáceres et al. (2007), Estrela et al. (2008), Hiatt et al. (2012) e Ritter et al. (2015), que o vento exerce influência na PO.

Cereceda (2014) explica que a velocidade do vento é fator que influencia no maior ou menor potencial de coleta de água dos nevoeiros. A autora ainda menciona que, de modo geral, quanto maior a velocidade do vento, mais gotas de água passarão pela malha do coletor que intercepta o nevoeiro, que será recolhido pela superfície coletora. Os ventos calmos a fracos podem estar relacionados a nevoeiros de radiação.

Ao analisar os dados de direção e a velocidade do vento da estação meteorológica automática de Cambará do Sul, associado à PO, observou-se que a maior quantidade dos registros de PO estavam associados a velocidade entre  $0,5\text{m.s}^{-1}$  e  $2,0\text{m.s}^{-1}$ . Nesse intervalo também se concentram os maiores volumes de precipitação coletados. À medida que a velocidade aumenta, o volume coletado diminui. Entretanto, verificam-se algumas exceções, conforme a **Figura 4**.



**Figura 4:** Dispersão dos valores horários de PO em relação aos dados de velocidade do vento ( $\text{m.s}^{-1}$ ) e direção do vento ( $^{\circ}$ ) da estação meteorológica de Cambará do Sul. Organização, Autora, 2021. Fonte: Trabalho de campo (2017 e 2018) e Estação Meteorológica de Cambará do Sul, INMET (2020).

Ainda que os dados da velocidade do vento fossem coletados em locais distintos e em alturas diferentes, observou-se que a relação entre a PO e esses dados ocorre de forma similar aos dados de velocidade do vento registrados ao lado do coletor (EMA). Para os dados da EMA/Cambará, verificou-se que a captura de baixos volumes de PO estavam relacionados a qualquer velocidade do vento acima de  $0,5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Enquanto para os valores de velocidade do vento do PNAS, a coleta ocorreu quando a velocidade do vento estava baixa, ou até mesmo quando a estação meteorológica não registrou vento.

A velocidade do vento é, sim, importante para a coleta de água no modelo de coletor utilizado (SCHEMENAUER; CERECEDA, 1994; FRUMAU *et al.*, 2006; MONTECINOS *et al.*, 2018). Esses registros de PO, relacionados à baixa velocidade do vento, podem ter ocorrido quando os eventos de nevoeiros foram mais longos e juntamente com a elevada umidade propiciou a deposição do nevoeiro sobre o coletor, sem mesmo registro de ventos. Por outro lado, esses eventos também podem ocorrer de forma não simultânea à ocorrência de vento, bem como apontaram Montecinos *et al.* (2018). O atraso do acúmulo do nevoeiro no pluviômetro em relação ao registro do vento pode ser um fator relevante. Além disso, a garoa associada aos eventos de nevoeiros podem também corroborar para a captura da PO. Assim, 54% dos eventos de PO ocorreram sem vento na EMA.

Em relação à direção do vento observou-se uma predominância na ocorrência de PO nas direções entre  $0$  a  $50^\circ$ , que se caracteriza como ventos no quadrante norte e nordeste. Essa maior frequência reflete na coleta de água dos nevoeiros, em função do modelo de coletor utilizado e sua posição de instalação.

Um dos registros com maior volume precipitado totalizou  $34,0\text{ mm/h}$  e teve o domínio da direção oeste ( $259^\circ$ ). Neste dia (10/08) também registrou a maior velocidade do vento, com  $8,0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . A ocorrência de garoa junto com a ocorrência de PO pode ser um fator que corrobora para o elevado volume de PO e a direção do vento. Os maiores volumes coletados por Hiatt *et al.* (2012) e Montecinos *et al.* (2018) também foram com a velocidade de  $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ou próximo, mas tiveram menores coletas de água, sendo de  $2,0\text{L}/\text{m}^2/\text{hora}$  e  $4,0\text{L}/\text{m}^2/\text{h}$ , respectivamente.

Em um estudo de campo, Cereceda *et al.* (2002) puderam acompanhar a ocorrência de nevoeiro e o registro de PO na região de Tarapacá, no Chile, e observaram variação na direção do vento, na ocorrência dos eventos de PO. Assim, os autores identificaram que nos eventos de nevoeiro a direção do vento era do quadrante sudoeste no interior do continente e para a costa os ventos eram de sul. Ainda na costa chilena, porém no estudo de Montecinos *et al.* (2018), na região de Coquimbo, a direção do vento, predominante na coleta da água dos nevoeiros, foi de sudoeste e nordeste. No estudo de Montecinos *et al.* (2018), a coleta de água dos nevoeiros ocorreu tanto para ventos de orientação sudoeste e nordeste.

Diante disso, com base nos resultados apresentados observou-se que os registros horários de PO pouco se relacionam com os atributos climáticos. No entanto, para a coleta de água dos nevoeiros a temperatura do ar tende a estar bem próxima da temperatura do ponto de orvalho, um pré-requisito para a ocorrência desses nevoeiros. Desse modo, os valores de umidade absoluta do ar e umidade relativa do ar normalmente estavam elevados nesses registros, sinalizando a presença de nevoeiros e favorecendo a deposição do coletor. Em relação à velocidade do vento observou-se que há uma tendência do maior número de registros de PO estarem associados à velocidade do vento de  $2,0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . No caso da captura de nevoeiro por direção do vento ocorre uma predisposição dos números de registros aumentarem nas direções nordeste e leste.

Apesar dessa pouca correlação entre os atributos climáticos e os registros de PO, observou-se essa tendência em relação a alguns atributos, que ocorrendo simultaneamente, podem favorecer os registros. Por outro lado, os resultados não explicados pelos atributos climáticos podem estar associados à dinâmica atmosférica regional atuante na área de estudo, pois como próximo do litoral, as massas de ar de origem oceânica (MTA) tendem a dominar na maior parte do ano favorecendo a ocorrência de nevoeiros na região (MONTEIRO, 1968; NIMER, 1979; SARTORI, 2003; 2016).

De maneira mais detalhada podemos observar em três situações, na **Tabela 2**, dos registros de PO e dos atributos climáticos nos horários de ocorrência. O primeiro evento a ser analisado ocorreu no dia 29 de dezembro de 2017 e registrou quatro horas seguidas com volume de PO coletado. Esse evento totalizou  $23,6\text{ mm}$  de PO. Os valores de temperatura do ar estavam muito próximos dos valores de TPD, o que ocasionou no baixo desvio entre as duas viáveis, o que corrobora com os dados anteriormente descritos. Os valores de umidade relativa e absoluta estão elevados, o que também comprova a ocorrência de nevoeiro e corrobora para a coleta de água deles.

A velocidade do vento, no entanto, foi zero no PNAS no horário de coleta de água, em contrapartida para os dados da estação do INMET, instalada em Cambará do Sul, a velocidade do vento variou de  $0,9$  até  $1,9\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Essa diferença pode estar atrelada às diferenças de altura na medição do vento, em que na estação do INMET é medida a  $10\text{ m}$  de altura e na EMA a medição foi realizada a  $1,5\text{ m}$  de altura. Além da

velocidade, os dados da estação do INMET indicaram que os ventos nos horários de PO predominaram do quadrante nordeste. Essa orientação dos ventos favorece a entrada de umidade do ar vinda do oceano, o que corrobora para a coleta de água.

**Tabela 2:** Eventos de PO ocorridos nos dias 29 de dezembro de 2017, 8 e 9 de fevereiro de 2018 e 10 de agosto de 2018 associados aos atributos climáticos horários registrados.

Dia	Mês	Ano	Hora	Direção do vento (°)	Direção do vento	Velocid. Média do vento (m.s <sup>-1</sup> )	PO (mm/h)	Velocid. média do vento (m.s <sup>-1</sup> )	T média (°C)	UR média (%)	UA (g/m <sup>3</sup> )	TPO (°C)	Desvio TTPO (°C)
29	12	2017	3:00	82,0	E	0,9	7,5	0,0	17,2	98,7	14,5	17,0	0,2
29	12	2017	4:00	23,0	NE	1,8	9,0	0,0	17,0	98,8	14,3	16,8	0,2
29	12	2017	5:00	51,0	NE	1,9	6,9	0,0	17,2	98,9	14,5	17,0	0,2
29	12	2017	6:00	57,0	NE	1,3	0,2	0,0	17,8	99,0	15,0	17,6	0,2
			Médias	53,0	NE	1,5	23,6*	0,0	17,3	98,9	14,6	17,1	0,2
<hr/>													
8	2	2018	23:00	41,0	NE	2,2	1,0	0,2	18,3	98,1	15,4	18,0	0,3
9	2	2018	0:00	40,0	NE	2,3	2,0	0,7	16,4	98,4	13,7	16,1	0,3
9	2	2018	1:00	42,0	NE	3,3	2,2	0,8	15,4	98,7	13,0	15,2	0,2
9	2	2018	2:00	22,0	N	1,4	4,3	2,5	14,6	98,6	12,4	14,4	0,2
9	2	2018	3:00	12,0	N	1,5	0,9	1,3	14,7	98,9	12,5	14,5	0,2
			Médias	31,0	NE	2,14	10,4*	1,1	15,9	98,5	13,4	15,6	0,2
<hr/>													
10	8	2018	3:00	265,0	O	5,9	2,1	7,0	4,9	90,0	6,1	3,4	1,5
10	8	2018	4:00	259,0	O	8,1	34,0	8,1	3,7	90,1	5,6	2,2	1,5
			Médias	262,0	O	0,0	36,1*	4,4	9,8	94,4	9,4	8,9	0,9

\* valores totais. Fonte: Trabalho de campo (2017 e 2018) e Estação Meteorológica de Cambará do Sul, INMET (2020).

O segundo evento em análise teve seu início às 23h00min do dia 8 de fevereiro de 2018 e finalizou às 03h00min do dia 9 de fevereiro de 2018. Ao contrário do primeiro evento analisado, este evento em questão registrou a ocorrência de vento nos horários de PO. A velocidade do vento associado à direção predominante, que foi de nordeste, propiciou a coleta de água do nevoeiro, em função do modelo de coletor utilizado. A temperatura do ar para esse evento foi mais baixa em relação ao evento anterior, no entanto, a diferença entre ela e a TPO foi a mesma para todas as horas com PO. Assim, o pré-requisito para a condensação do vapor d'água, cuja temperatura do ar seja igual ou inferior a TPO foi alcançado. A diferença de 0,2°C pode estar associada ao erro instrumental.

O evento que ocorreu no dia 10 de agosto de 2018 registrou apenas duas horas de duração, mas foi o evento que coletou um dos maiores volumes de água, totalizando 34,0mm/h. Nesse evento registrou a maior velocidade do vento, tanto no PNAS, quanto na estação do INMET, o que favorece a captura de água conforme apontam Schemenauer e Cereceda (1994), Frumau et al. (2006) e Montecinos et al. (2018). Nesse momento, a velocidade do vento foi um importante atributo climático na coleta de PO. A temperatura do ar foi a mais baixa dentre esses eventos. Nesse evento, o desvio entre a temperatura do ar e a TPO foi mais alto do que os eventos anteriores, chegando até 1,5°C entre elas. Apesar da elevada diferença entre essas medidas, ocorreu o registro de PO, onde a umidade relativa do ar estava elevada. A UA estava mais reduzida devido à sua relação com a T, que é diretamente proporcional.

Um ponto que merece destaque, e que pode influenciar nesses registros de PO é a ocorrência não simultânea da marcação da PO no pluviômetro com a medição dos dados na EMA. Esse fator foi apontado por Montecinos et al. (2018). Assim, os autores reconhecem que coleta da PO e a presença de névoa nem sempre são eventos simultâneos, uma vez que a coleta pode ocorrer após a interrupção do evento de névoa. Isso explicaria, por exemplo, a ausência de vento na ocorrência PO e a diferença entre os valores de temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho.

Além do mais, em alguns eventos precederam e foram precedidos de precipitação pluvial, conforme registros no pluviógrafo. Essa combinação entre garoa e nevoeiro, que é difícil de separar (RITTER *et al.*, 2008; MAGER *et al.*, 2016), também pode contribuir no aumento da quantidade de água coletada. Essa dificuldade também foi mencionado por Montecinos et al. (2018), que apontam complexidade em distinguir

os eventos de nevoeiro e a chuva fraca (garoa), quando ocorreram simultaneamente, não é possível distinguir a relação entre as duas fontes de água utilizando apenas os dois pluviômetros.

#### 4. Conclusões

Para o Parque Nacional de Aparados da Serra observou-se que estatisticamente os dados de PO não mostraram correlação com os dados meteorológicos. No entanto, verificou-se uma propensão de certos intervalos dessas variáveis por meio dos gráficos de dispersão das variáveis com a PO. Para a temperatura do ar observaram-se três intervalos com a tendência de aumentar o registro e o volume de PO. Esses intervalos de temperatura foram de 4,0°C até 6,0°C, 10,0°C até 13,0°C e 16,0°C até 18,0°C. Os intervalos de TPO que obtiveram as maiores ocorrências de PO foram de 4,0°C e 6,0°C, 10,0°C e 13,0 °C e 15,0°C até 18,0°C. Esses valores corroboram com os valores de temperatura do ar. Isso refletiu nos valores de desvios entre a T e a TPO, que ficaram inferiores a 0,0°C, predominantemente.

Para a umidade do ar, a umidade relativa registrou ocorrência de PO, quase na sua totalidade, próximo dos 100%. Entretanto, os valores de umidade absoluta do ar tiveram alguns intervalos que predominaram os maiores volumes de PO. Esses intervalos correspondem entre 6,0g/m<sup>3</sup> até 8,0g/m<sup>3</sup>, 9,0g/m<sup>3</sup> até 11,0g/m<sup>3</sup> e 13,0g/m<sup>3</sup> e 15,0g/m<sup>3</sup>.

Em relação a velocidade do vento também verificou-se que tem uma propensão dos seus valores para a coleta de PO. O maior número de ocorrência de PO ocorreu até 1,0m.s<sup>-1</sup>, com volumes de coletas de água reduzidos inferiores a 4,0mm.h<sup>-1</sup>. Entre 1,0m.s<sup>-1</sup> e 3,0m.s<sup>-1</sup> e 4,0m.s<sup>-1</sup> até 6,0m.s<sup>-1</sup> ocorreram os maiores volumes de coleta por evento de PO.

Assim, verificou-se que não existe um padrão na ocorrência de PO, quanto às variáveis meteorológicas. No entanto, observou-se uma tendência de intervalos das variáveis onde a PO ocorre, principalmente os registros com o maior volume de água coletada. Apesar de importantes resultados na relação entre os atributos climáticos e a PO, a presente pesquisa ainda deixa algumas lacunas que podem ser exploradas em futuras análises. Diante disso, pode-se iniciar uma nova discussão na possibilidade de ocorrência não simultânea entre a coleta de PO e os atributos climáticos. Essa análise da margem para uma diferente discussão que pode ser elaborada em trabalhos posteriores.

#### Notas

Este manuscrito refere-se em partes aos resultados obtidos pela tese de doutoramento do autor principal sob a orientação do quinto autor e coorientação do quarto autor. A tese é intitulada “Topoclimatologia no Cânion Itaimbezinho, Bacia Hidrográfica do Rio do Boi - RS/SC”, defendida em como requisito para a obtenção do título de Doutora em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, pertencente ao Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria.

#### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil – Nº Processo: 88881.068465/2014/01 nº 071/2013 CAPES/PROCAD. A primeira autora agradece ao apoio do programa de bolsa de Demanda Social (DS-CAPES) e à bolsa de Pós-Doutorado Júnior (PDJ) do CNPq. O quarto autor agradece o apoio do CNPq por meio da concessão da bolsa de pesquisa e produtividade (PQ1D) e o quinto autor por meio do auxílio via bolsa de pesquisa e produtividade nível 2.

#### Referências

ALBRECHT, A. H.; LOOSE, M.L.F.; SARTORI, M.DA.G.B. Causas físicas e genéticas dos nevoeiros na região central do Rio Grande do Sul. **Geografia Ensino & Pesquisa**. Vol 5, No 1, 1991.

ARCOVA, F. C. S. **Avaliação do potencial hidrológico dos nevoeiros e da precipitação oculta em ambiente de Floresta Ombrófila Densa Montana na Serra do Mar, Cunha, SP**. 2013 f.175. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

- AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY. Climatology. Glossary of Meteorology, 2020. Disponível em <<http://glossary.ametsoc.org/wiki/climatology>>. Acesso em Nov. 2020.
- BALADÓN, A. B. Captación de nieblas: fundamentos, experiencias y aplicaciones en el ámbito florestal. **Revista Montes**, nº 73, p. 59-68, 2003.
- BECK, H. E; ZIMMERMANN, N. E; MCVICAR, T.R; VERGOPOLAN, N; BERG, A; WOOD, E.F. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific data**, 2018. <http://dx.doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- BERGER, A. P.; KRUSCHE, N.; RODRIGUEZ, C. A. M. Nevoeiros de advecção em Rio Grande, RS, no período de 2001 a 2003. **Anais.. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Meteorologia**, 2006.
- CÁRDENAS, M.F; TOBÓN, C; BUYTAERT, W. Contribution of occult precipitation to the water balance of páramo ecosystems in the Colombian Andes. **Hydrological Processes**. 2017;31: p. 4440–4449, 2007. <https://doi.org/10.1002/hyp.11374>
- CERECEDA, P; OSSES, P; LARRAIN, H; FARIÁS, M; LAGOS, M; PINTO, R; SCHEMENAUER, R.S. Advective, orographic and radiation fog in the Tarapacá region, Chile. **Atmospheric Research**, [S.L.], v. 64, n. 1-4, p. 261-271, set. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0169-8095\(02\)00097-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0169-8095(02)00097-2)
- CERECEDA, P.; SCHEMENAUER, R. S. The Occurrence of Fog in Chile. **Journal Of Applied Meteorology**, [S.L.], v. 30, n. 8, p. 1097-1105, ago. 1992. American Meteorological Society. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0450\(1991\)0302.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0450(1991)0302.0.co;2)
- CERECEDA, P. T. La Niebla: localización geográfica y recurso hídrico. In: Cereceda, P.; Hernández, P.; Leiva, Jorge; Rivera, J.De D. **Agua de Niebla**. Chile: Impresora La Discusión S. A., 2014. p. 1-132.
- CROFT, P.J. **Fog**. In: Holton, J.R., Pyle, J.A., Curry, J.A. (Eds.), *Encyclopedia of Atmospheric Sciences*. Academic Press, London, p. 777–792, 2003.
- CÓRDOVA, M.; CÉLLERI, R.; SHELLITO, C. J.; ORELLANA-ALVEAR, J; ABRIL, A.; CARRILLO-ROJAS, G. Near-Surface Air Temperature Lapse Rate Over Complex Terrain in the Southern Ecuadorian Andes: implications for temperature mapping. **Arctic, Antarctic, And Alpine Research**, [S.L.], v. 48, n. 4, p. 673-684, nov. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1657/aaar0015-077>
- DAVTALAB, R.; SALAMAT, A.; OJI, R. Water harvesting from fog and air humidity in the warm and coastal regions in the South of Iran. **Irrigation And Drainage**, [S.L.], v. 62, n. 3, p. 281-288, 26 mar. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ird.1720>
- ESTRELA, M.J.; VELIENTE, J.A.; CORELL, D.; MILLÁN, M.M. Fog collection in the western Mediterranean basin (Valencia region, Spain). **Atmospheric Research**. Volume 87, p. 324 – 337, 2008.
- EUGSTER, W. Fog research. **Die Erde**, Berlin, v. 139, n. 1-2, p. 1-10, 2008.
- FRUMAU, K. F. A; BRUIJNZEEL, L. A. S.; TOBÓN, C. Precipitation measurement and derivation of precipitation inclination in a windy mountainous area in northern Costa Rica. **Hydrological Processes**, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 499-509, 27 dez. 2010. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.7860>.
- FRUMAU, K.F.; ARNOUD.; BURKARD, R.; SCHMID, S.; BRUIJNZEEL, L.A.; TOBON-MARIN, C.; CALVO, J. Fog gauge performance under fog and wind-driven rain conditions. in L.A. Bruijnzeel (ed.), *Mountains in the Mist: Science for Conserving and Managing Tropical Montane Cloud Forests*. 2006.
- GOBO. J.P.A; Galvani, E; Wollmann, C.A. Subjective Human Perception of Open Urban Spaces in the Brazilian Subtropical Climate: A First Approach. **Climate**, 6(2), 24, 2018.; <https://doi.org/10.3390/cli6020024>
- GOMES, C. S.; KRUSCHE, N.; ROCHA, R. P. Simulação de nevoeiros no litoral sul do Brasil. **Ciência e Natura**. Santa Maria, p.235-237, 2011.

HASENACK, H.; WEBER, E.(org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3). ISBN 978-85-63483-00-5 (livreto) e ISBN 978-85-63843-01-2 (DVD).

HIATT, C. FERNANDEZ, D.; POTTER, C. Measurements of Fog Water Deposition on the California Central Coast. *Atmospheric And Climate Sciences*, [S.L.], v. 02, n. 04, p. 525-531, 2012. **Scientific Research Publishing, Inc.**, <http://dx.doi.org/10.4236/acs.2012.24047>.

LOUW, C.; VAN HEERDEN, J.; OLIVIER, J. The South African fog-water collection experiment: meteorological features associated with water collection along the eastern escarpment of South Africa. **Water SA**, Gezina, v. 24, n. 4, p. 269-280, 1998.

LUNDQUIST, J. D.; BOURCY, T.B. **California and Oregon humidity and coastal fog**. **American Meteorological Society**. Disponível em: <https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/search-results/?cx=006604013691433161533%3Acni8ugxqzym&q=California+and+Oregon+humidity+and+coastal+fog&sa=&cof=FORID%3A11>. Acesso em 03. Jan. 2021.

MAGER, S. M.; TREVELYAN, A. M.; WILSON, P. G.; KINGSTON, D. G. Quantifying the amount and incidence of fog at a mid-altitude site in the Saint Mary's Range, Otago, New Zealand. **Journal of Hydrology: New Zealand**, p.107-120, 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Manejo:Parque Nacional de Aparados da Serra e Serra Geral**. SOCIOAMBIENTAL-Consultores Associados Ltda. Brasília, BR, 2004.

MCJANNET, D.; WALLACE, J. **Methodology for estimating cloud interception inputs to tropical rainforest**. Black Mountain: CSIRO, 2006. 14 p. (CSIRO Land and Water Science Report 6/6).

MILANESI, M. A.; ALVES, R. R.; GALVANI, E. Comparativo entre instrumentos pluviométricos experimentais e automáticos. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, [S.L.], p. 2251-2261, 2017. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNICAMP. <http://dx.doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2453>

MOLINA, J.M.; ESCOBAR, C. M. Fog Collection Variability in the Andean Mountain Range of Southern Colombia. *DIE ERDE* 139 2008, Special Issue. p. 127-140, 2008.

MONTECINOS, S.; CERECEDA, P.; RIVERA, D. Fog collection and its relationship with local meteorological variables in a semiarid zone in Chile. **Atmósfera**, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 143-153, 1 abr. 2018. Centro de Ciencias de la Atmosfera. <http://dx.doi.org/10.20937/atm.2018.31.02.03>

MORA, C. Regime térmico do ar no Alto Vale do Zêzere (serra da Estrela): caso de estudo numa situação anticiclônica. In: **Água e Território: um tributo a Catarina Ramos**. Centro de Estudos Geográficos. IGOT, Universidade de Lisboa. Portugal, p. 295-314, 2019.

NERY, J. T. Dinâmica climática da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.1, n.1, p. 61-75, 2005.

NERY, J.T.; CARFAN, A.C. Re-analysis of pluvial precipitation in southern Brazil. **Atmósfera**, Cidade do México, v.27, n.2, p.103-114, 2014.

NYAGA, J. M.; NEFF, J. C.; CRAMER, M. D. The Contribution of Occult Precipitation to Nutrient Deposition on the West Coast of South Africa. *Plos One*, [S.L.], v. 10, n. 5, p. 1-21, 27 maio 2015. **Public Library of Science (PLoS)**. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0126225>

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1989.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

- PRADA, S.L.R.N.O potencial hídrico do nevoeiro na ilha da Madeira. In: **A. Rodriguez Lorenzo (Coord.)**, Concepção e acompanhamento de estações de recolha de água: captura de água atmosférica p.231-241. Santa Cruz de Tenerife: Fundación Global Nature. 2008.
- PEREIRA, C. R.; VALCARCEL, R.; BARBOSA, R. S. Quantificação da chuva oculta na Serra do Mar, Estado do Rio de Janeiro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1061-1073, out.-dez., 2016.
- RANGWALA, I. Amplified water vapour feedback at high altitudes during winter. **International Journal Of Climatology**, [S.L.], v. 33, n. 4, p. 897-903, 30 mar. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.3477>
- REBOITA, M.S.; GAN, M.A.; ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, 185-204, 2010.
- REBOITA, m.s.; KRUSCHE, n.; AMBRIZZI, T.; Rocha, R.P. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. **Terra e Didática**, 8(1): 34-50, 2012.
- RITTER, A., REGALADO, C. M., ASCHAN, G., GÓMEZ, L. A. **Contribución hídrica de la captacion de niebla al balance de un bosque le Laurisilva en el Parque Nacional de Garajonay. Estud. la Zo.** No Saturada del Suelo VII, 351–358, 2005.
- RITTER, A.; REGALADO, C.; GUERRA, J. Quantification of Fog Water Collection in Three Locations of Tenerife (Canary Islands). **Water**, [S.L.], v. 7, n. 12, p. 3306-3319, 26 jun. 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w7073306>
- ROSSATO, M., S. Os climas do Rio Grande do Sul: uma proposta de classificação climática. **Entrelugar**, v.11, n.22, p.57-85, 2020. <http://dx.doi.org/10.302/el.v11i22.1278161>
- SANTOS, C. B. Características da formação de nevoeiro para Curitiba – Fase II. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** São José dos Campos: INPE.CPTEC, 2004. v. 12, p.7.
- SERRA, A, Climatologia do Brasil: Nevoeiros e orvalho. **Boletim Geográfico**. Janeiro: IBGE, v.256, n. 36, jan/mar.,1978, p.118-156.
- SARTORI, M. G. B. **O Vento Norte**. Santa Maria: Editora DR Publicidade, 2016.
- SARTORI, M. D. B. A dinâmica do clima no Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimentos científicos. **Terra Livre**, São Paulo, Ano 19, vol. I, n. 20, p. 27-49, jan./jul. 2003.
- SCHEMENAUER, R. S.; CERECEDA, P. The quality of fog water collected for domestic and agricultural use in Chile. **Journal of Applied Meteorology**. Volume 31. p. 275-290, 1992.
- SCHEMENAUER, R. S. CERECEDA, P. A proposed standard fog collector for use in high-elevation regions. **Journal of Applied Meteorology**, Boston, v. 33, n. 11, p. 1313- 1322, Nov. 1994.
- SOTO, G. Captación De Agua De Las Nieblas Costeras (Camanchaca), Chile. In. **Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia: EXPERIENCIAS EN AMÉRICA LATINA**. Santiago: Chile, p. 131-162, 2000.
- SPINK, A. J.; PARSONS, A. N. A design for an occult precipitation collector. **Atmospheric Environment**. Part A. General Topics, 24(8) 2263–2266, 1990. [http://dx.doi.org/10.1016/0960-1686\(90\)90258-o](http://dx.doi.org/10.1016/0960-1686(90)90258-o)
- VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife, 2005.
- WHITEMAN, C. D. **Mountain Meteorology: Fundamentals and Applications**, 355 pp., Oxford Univ. Press, New York, 2000.
- WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I.R. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.



BY



NC



SA

Este artigo é distribuído nos termos e condições do *Creative Commons Attributions/Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual* (CC BY-NC-SA).