

Avaliação da contribuição da precipitação oculta no Parque Nacional Aparados da Serra, Rio Grande do Sul

Evaluation of the contribution of occult precipitation in the Aparados da Serra National Park, Rio Grande do Sul

Jakeline Baratto^{*}, Denise Dias dos Santos^{**}, Paulo Miguel de Bodas Terassi^{***}, Emerson Galvani^{****}, Cássio Arthur Wollmann^{*****}

^{*}Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, jakelinebarattogeo@gmail.com

^{**}Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, denise.dias.santos@alumni.usp.br

^{***} Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, pmbterassi@gmail.com

^{****}Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, egalvani@usp.br

^{*****}Departamento de Geociências, Universidade de Santa Maria, cassio_geo@yahoo.br

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v55i0.81890>

Resumo

Este trabalho objetivou avaliar a contribuição da precipitação oculta (PO) e sua variabilidade mensal e sazonal no Parque Nacional de Aparados da Serra, entre os anos de 2017 e 2018. Segundo a literatura, a PO é caracterizada como qualquer forma de água líquida que não seja possível o registro pelos pluviômetros convencionais. Os dados foram coletados no período de novembro de 2017 a dezembro de 2018, totalizando 395 registros diários e 9.480 registros horários. A coleta dos dados de PO foi realizada por meio do coletor de nevoeiros padrão e os dados de precipitação pluvial (PP) foram coletados por um pluviógrafo instalado próximo do coletor de nevoeiro. A seleção dos eventos de PO deu-se a partir dos eventos de precipitação pluvial; nos horários em que somente o coletor registrou o evento, foi considerado como registro de PO. Após selecionados esses eventos para todo o período, os dados foram organizados em totais mensais, sazonais e anual. O mesmo ocorreu com os registros PP. Os resultados mostraram que a quantidade de água registrada pelo coletor de nevoeiro (1511,7 mm) foi próxima ao coletado pelo pluviógrafo convencional (1636,1 mm). Na distribuição mensal, ocorreu a maior variabilidade nos dados: o mês de abril foi o de maior contribuição de PO, com 255,2 mm, e outubro foi o de menor contribuição da PO, com 0,2 mm. Dessa forma, a contribuição de água dos nevoeiros (PO) para a área de estudo foi expressiva, o que demonstra sua importância ecológica fundamental como fonte de água para a manutenção da vegetação.

Palavras-chave: Nevoeiro, precipitação pluvial, orografia, Cânion Itaimbezinho.

Abstract

The is paper aims objective evaluate the contribution occult of precipitation and its monthly and seasonal variability in Aparados da Serra National Park, between 2017 and 2018. The PO is understood as any deposit of water from clouds, fog or mist on the earth's surface not recorded by

conventional rain gauges. Data were collected from November 2017 to December 2018, totaling 395 daily records and 9,480 hourly records. PO data was collected using a standard fog collector. Rainfall data was collected by a rain gauge installed near the fog collector. The selection of the PO events was made from the rainfall events, at the times when only the collector recorded event was considered as PO record. After selecting these events for the entire period, the data were organized into monthly, seasonal, and annual totals. The same occurred with the rainfall records. Results showed that the amount of water recorded by the fog collector (1511.7 mm) was close to that collected by the conventional rain gauge (1636.1 mm). The greatest variability of data occurred in the monthly distribution. April was the highest month with contribution of PO (255.2 mm) and October was the lowest month with contribution (0.2 mm). Thus, the collaboration of water from the fogs to the study area was very expressive, and this shows its ecological importance as a water source for the vegetation conservation.

Keywords: Fog, rainfall, orography, Itaimbezinho Canyon.

I. INTRODUÇÃO

Basicamente, a precipitação oculta (PO) é entendida como qualquer depósito de água de nuvens, de nevoeiros ou da névoa na superfície terrestre não registrada por pluviômetros convencionais (SPINK; PARSON, 1990; FIGUEIRA, 2008). Esse fenômeno ocorre a partir da deposição de gotas de água quando as nuvens entram em contato com algum obstáculo (FURTADO, 2009), o qual pode ser natural, como uma vegetação, ou artificial, conforme aponta Figueira (2008). O referido autor ainda menciona que se não houvesse esse contato, as gotículas de águas continuariam em suspensão na atmosfera, corroborando com o que foi apontado por Mager et al. (2016).

Cárdenas, Tobón e Buytaert (2017) ampliam o conceito e concluem que PO é a precipitação sob a forma de nevoeiro ou chuvisco que normalmente não é registrada por um medidor de chuva padrão. O chuvisco (ou garoa) é considerado, pela *World Meteorological Organization* (WMO, 1992), como uma precipitação bastante uniforme em gotas de água muito fina (diâmetro menor que 0,5 mm) muito próximos um do outro, caindo de uma nuvem.

Portanto, nesta pesquisa, classificou-se como PO a água coletada pelo coletor de nevoeiro quando não ocorre precipitação pluvial, ou seja, quando, em momentos simultâneos, apenas o coletor de nevoeiros apresentou registro. No entanto, esse nevoeiro pode estar associado à garoa, quando ocorre simultaneamente, mas somente quando não é registrado pelo pluviômetro convencional (CÁRDENAS; TOBÓN; BUYTAERT, 2017). Utilizou-se esse conceito porque muitos autores relatam a dificuldade de separar essa garoa dos nevoeiros pelo coletor (RITTER; REGALADO; ASCHAN, 2008; VALIENTE et al., 2011; MAGER et al., 2016).

Conforme exposto por Ritter, Regalado e Aschan (2008) e Mager et al. (2016), a PO é difícil de se quantificar. Nesse sentido, os autores ainda colocam que a precipitação do nevoeiro ocorre no plano horizontal e a precipitação pluvial (PP), a chuva, ocorre na vertical. Contudo, a chuva pode ocorrer tangenciando o plano horizontal em decorrência do efeito do vento, fazendo com que os pluviômetros convencionais não captem de forma precisa essa chuva.

A coleta da água do nevoeiro pode ser feita por uma ampla série de equipamentos, em sua maioria de fabricação artesanal, conforme apontam Bruijnzeel, Eugster e Burkard (2005). Os autores mencionam que não existe um único instrumento que possibilite estudar todas as medições desejadas ou necessárias para as pesquisas sobre a quantificação da água dos nevoeiros. Os equipamentos utilizados por pesquisadores são geralmente planos ou cilíndricos, com uma malha de polipropileno para a superfície de captação de água.

Para Arcova (2013), os dois modelos de coletores de nevoeiro têm os mesmos princípios de funcionamento, isto é, ao passar por uma superfície sólida, a água do nevoeiro é retida, em seguida ocorre a coalescência das gotículas formando gotas maiores e, finalmente, dá-se a drenagem vertical da água pela ação da gravidade. Os coletores variam quanto ao material empregado na superfície coletora da água.

Arcova (2013), corroborando com Schemenauer e Cereceda (1994) e Holwerda, Bruijnzeel e Scatena (2010), aponta que o coletor plano apresenta melhor desempenho que o cilíndrico quando as condições de nevoeiros são de curta duração e/ou de baixo teor de umidade e/ou de velocidade do vento reduzida. Gultepe et al. (2007) afirmam que o modelo de coletor plano, modelo SFC, é original dos climas costeiros e áreas desérticas, que transforma o nevoeiro transportado pelo vento em água. O princípio do funcionamento do coletor de nevoeiro consiste em uma ideia simples, em que uma rede de malha fina é colocada em sentido oposto à direção do vento que carrega as gotas de nevoeiros, de modo que a água se condense nos filamentos até a precipitação.

O modelo de coletor plano mais utilizado pela literatura foi desenvolvido por Schemenauer e Cereceda (1994) e batizado como SFC (*Standard Fog Collector*), que posteriormente deu embasamento a várias pesquisas ao redor do mundo – em pelo menos em 40 países, conforme Batisha (2015). Assim, esse coletor foi utilizado em pesquisa desenvolvida na Ilha da Madeira (PRADA; SILVA, 2001), no Chile (CERECEDA et al., 2002), na região Sudeste da Península Ibérica (CORELL et al., 2014) e na África do Sul (OLIVIER; RAUTENBACH, 2002).

Dessa forma, destaca-se a importância das pesquisas sobre PO no mundo. Esses estudos apontam que, em lugares com elevada ocorrência de nevoeiros, a quantidade de água depositada no solo pode ser uma porcentagem muito notável e um importante recurso hídrico (BOLADÓN, 2003; RITTER et al., 2005; FIGUEIRA,

2009). Diante desses cenários, aprofundar os conhecimentos sobre a ocorrência dos nevoeiros e da PO no estado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, onde ainda são escassos, torna-se importante. Nesse sentido, vale ressaltar que a PO é uma fonte de água e nutrientes para muitas plantas (SPINK; PARSON, 1990), para o cálculo do balanço hídrico e para questões de agricultura (SHANYENGANA et al., 2002; CROFT, 2003; BALODÓN, 2003). Além disso, também é fonte de umidade do solo, o que auxilia o crescimento vegetal de pastagens naturais e culturas (ALBRECHT; LOOSE; SARTORI, 1991).

A região de estudo é uma área propensa à ocorrência de nevoeiros (ARAÚJO, 1930; SERRA, 1978; TUBELIS; NASCIMENTO, 1984). Essa característica também é apontada no Plano de Manejo do Parque Nacional de Aparados da Serra (MMA/IBAMA, 2004). Segundo o documento, os meses de outono e de inverno são os períodos mais propícios para a formação de nevoeiros, os quais ocorrem, geralmente, no final da tarde e seguem até a manhã do dia seguinte. Nesse sentido, as condições geográficas, como sua orografia, a elevação e orientação e a proximidade do mar, são fatores que podem possibilitar a ocorrência de nevoeiro e, consequentemente, a PO, conforme apontam Ritter et al. (2005).

Devido a importância da água dos nevoeiros para o ecossistema natural e, até então, a ausência de estudos na região Sul, principalmente entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, esta pesquisa se propôs a avaliar a contribuição da PO e sua variabilidade mensal e sazonal no Parque Nacional de Aparados da Serra, entre os anos de 2017 e 2018.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e caracterização da área em estudo

A área de estudo compreende o setor do Parque Nacional de Aparados da Serra (PNAS), onde se localiza o cânion Itaimbezinho (Figura 1). O PNAS localiza-se entre as coordenadas geográficas 29°15" S e 50°00" O; e 29°25" S e 50°15" W e possui uma área de 10.250 há e está situado entre os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. O Parque foi criado no ano de 1959 pelo Decreto Estadual nº 47.446 e alterado em 17 de março de 1972 pelo Decreto Federal nº 70.296.

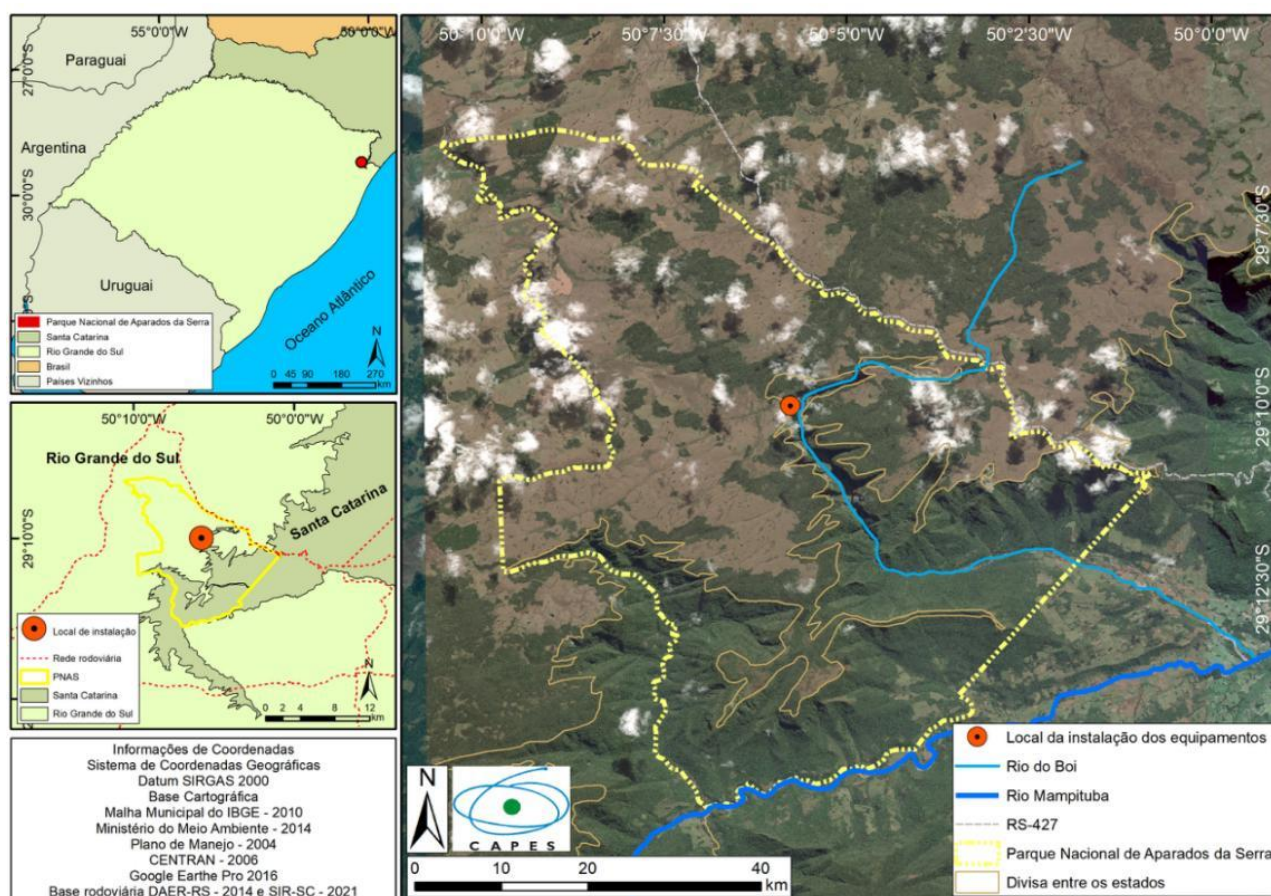


Figura 1 - Localização do Parque Nacional de Aparados da Serra. Em destaque, o local de instalação dos equipamentos. Fonte: Autores (2021).

A estação meteorológica de Cambará do Sul, localizada na altitude de 1015m e entre as coordenadas UTM 582807 E e 6786299 N, Fuso 22, está inserida no clima subtropical (ALVARES et al., 2013; BECK et al., 2018). A principal característica desse tipo climático é a temperatura do ar amena no verão, pois os dados da estação meteorológica apresentam que a temperatura do ar foi próxima dos 19,0 °C nos meses de janeiro e fevereiro, condição que determina o tipo climático Cfb, Subtropical Mesotérmico Brando. As menores temperaturas do ar foram registradas nos meses de junho (11,3 °C) e julho (10,5 °C). Esses resultados afirmam o descrito por Wrege

et al. (2011), em que se observou no mês mais frio a variação das temperaturas entre 10,1 °C e 11,0 °C nas maiores altitudes e entre 13,1 °C e 14,0 °C nas áreas de menores altitudes. Entretanto, a média anual da temperatura do ar para a estação meteorológica de Cambará foi de 14,9 °C para o período de 1997 a 2020 (Figura 2), conforme os dados fornecidos pelo INMET (INMET, 2021).

A média da PP anual (1997 até 2020) foi de 1914,1 mm e a média mensal foi de 159,5 mm. Os meses de janeiro, fevereiro, julho, setembro e outubro correspondem aos meses com os maiores volumes precipitados, ultrapassando os 180 mm. No entanto, os meses com os menores totais pluviais médios foram abril e junho, com valores de aproximadamente 130 mm mensais. Esses resultados se aproximam dos apontados por Wrege et al. (2011), embora a série temporal seja diferente, caracterizando o regime de chuvas da região Sul do Brasil, com uma regular distribuição mensal da precipitação pluviométrica.

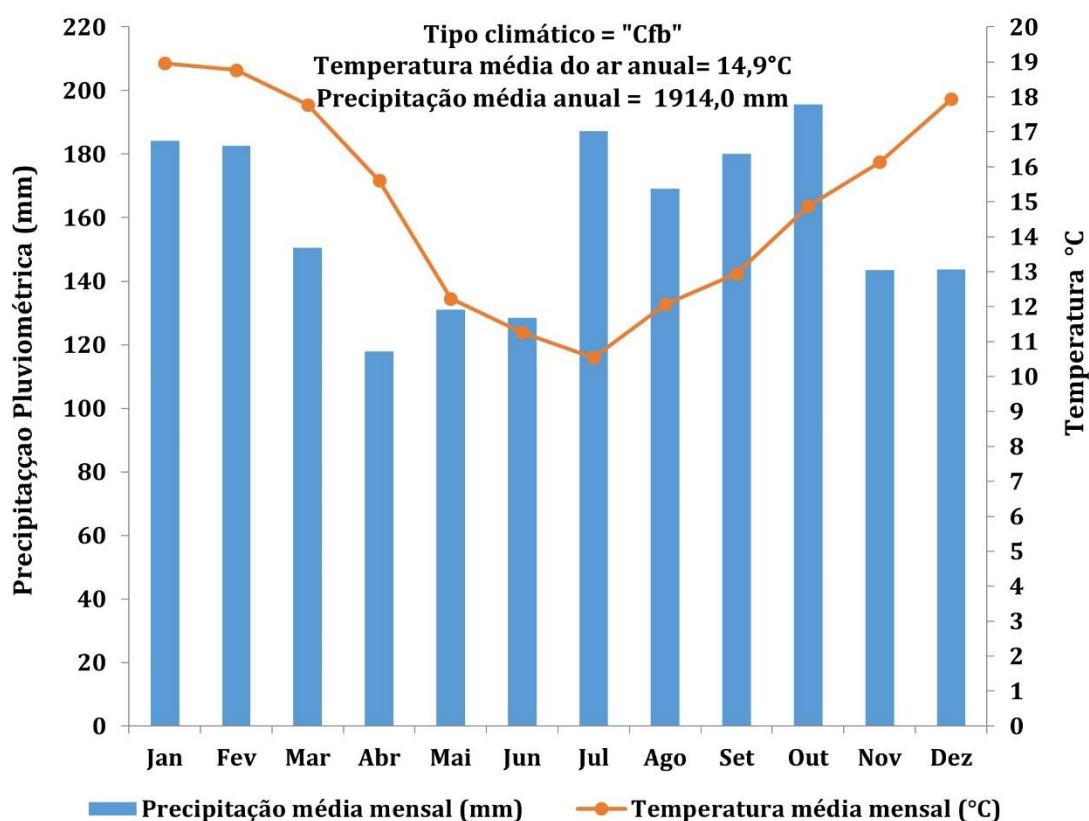


Figura 2 - Variação mensal da temperatura média do ar e precipitação pluvial para a Estação Meteorológica convencional de Cambará do Sul, do período de outubro de 1997 até dezembro de 2020. Fonte: INMET (2021).

Esta região do estado do Rio Grande do Sul, onde se encontra a área de estudo, apresenta elevada precipitação pluviométrica, condição própria do clima Subtropical do Brasil Meridional (MONTEIRO, 2001; NERY et al., 2002; SARTORI, 2003; 2016). Segundo Nery (2005), a PP anual varia entre 1450 mm e 1600 mm. Conforme

o Atlas Climático da Região Sul (WREGE et al., 2011), a área de estudo caracteriza-se pelos menores totais pluviais nos meses de maio e junho, com a precipitação variando de 110 a 120 mm. Os meses mais chuvosos são janeiro e fevereiro: em janeiro, a PP varia entre 170 e 180 mm e, em fevereiro, varia de 180 a 190 mm (WREGE et al., 2011).

A PP no Rio Grande do Sul, em função da sua latitude, é causada, principalmente, pelos sistemas frontais. Esses sistemas dão origem às chuvas durante todo o ano (SARTORI, 2003; 2016; NERY, 2005; NERY; CARFAN, 2014; CERA; FERRAZ, 2015). Para Sartori (1993; 2016), os meses de setembro e outubro são os mais chuvosos para a região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, o que corrobora em partes com os dados de Cambará do Sul. Apesar das frentes frias dominarem a origem das chuvas no estado, os sistemas convectivos atuam com maior intensidade no período de primavera e verão (SARTORI, 2003, 2016; NERY et al., 2002; ROSSATO, 2011).

Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento desta pesquisa, um Coletor de Nevoeiro (CN) plano, modelo SFS, e uma Estação Meteorológica Automática (EMA), modelo Campbell CR 1000, foram instalados no PNAS. Os equipamentos foram instalados entre as coordenadas UTM de 587837,17 mE e 677228,26 mS, fuso 22, e a uma altitude de 930 m (Figura 3), para a coleta dos dados de 12 de novembro de 2017 até 12 de dezembro de 2018. A EMA pertence ao Laboratório de Climatologia e Biogeografia da Universidade de São Paulo (LCB). O CN pertencia ao Instituto Florestal de São Paulo (Atual Instituto de Pesquisas Ambientais).

A EMA continha os seguintes sensores: *Datalogger* (sensor de temperatura e umidade do ar), pluviômetro de báscula, sensor de radiação global, saldo radiômetro e sensor de velocidade e direção do vento (GOBO; GALVANI; WOLLMANN, 2018). Os dados de PP foram coletados utilizando o pluviógrafo automático *Squitter Ambiental*, modelo S1610. O pluviógrafo tem a capacidade de coleta de 0,25mm por amostra de evento que é armazenada no próprio equipamento através de *datalogger* (MILANESI; ALVES; GALVANI, 2017).

Durante o período de coleta, ocorreram algumas falhas nos dados de PP registrados pelo pluviógrafo, o que acarretou a substituição e perda de informações de chuva. Essas falhas, que ocorreram entre os meses de janeiro e março de 2018, foram preenchidas com os dados da estação meteorológica automática pertencente ao Grupo de Pesquisa em Desastre Naturais (GPDEN) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A EMA, marca Davis e modelo Vantage PRO 2 sem fio, estava instalada a

uma distância em linha reta entre as duas estações meteorológicas de 1.821 m, entre as coordenadas UTM 589483E e 6774123N, fuso 22, a uma altitude de 916 m (Figura 3).

O CN foi construído por Arcova (2013), Arcova e Galvani (2014) e Arcova et al. (2019), conforme orientação descrita por Schemenauer e Cereceda (1994). O coletor plano é construído a partir de uma estrutura de ferro com área de captação de nevoeiro de 1 m². Nele foi acoplado o pluviômetro de basculamento da estação meteorológica automática móvel, modelo TR525-mm, marca Texas Instruments (GOBO; GALVANI; WOLLMANN, 2018). Este equipamento tem capacidade de armazenamento de 0,1 mm de chuva, o que auxilia na precisão dos registros de nevoeiros.

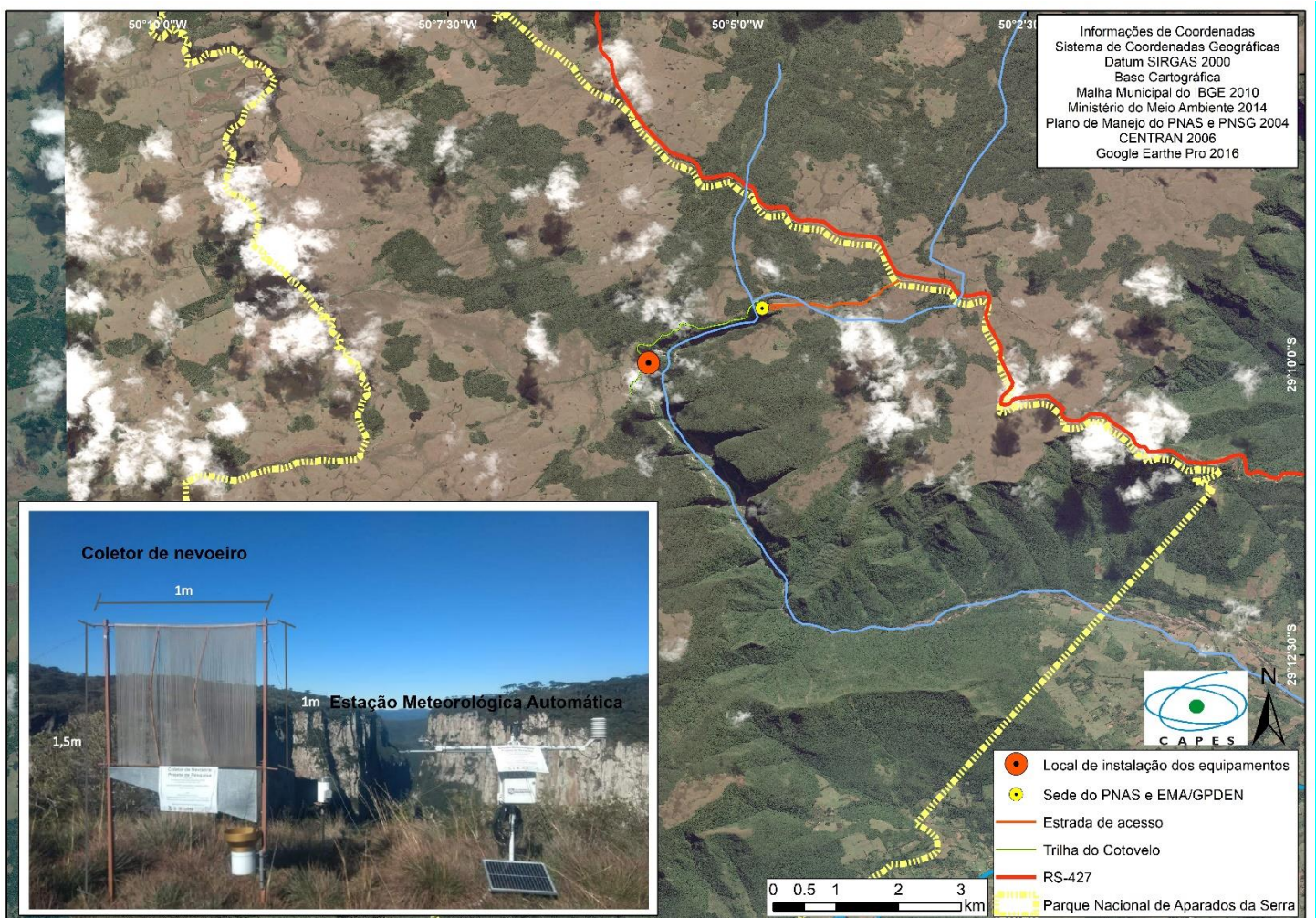


Figura 3 - Local de instalação do Coletor de Nevoeiro (CN) e da Estação Meteorológica Automática (EMA) em campo. Fonte: Trabalho de campo (2017 e 2018).

Como o pluviômetro registra a precipitação em mm e a área de captação foi de 1m², a quantidade de água coletada pelo coletor é equivalente ao volume de l/m² (VAREJÃO-SILVA, 2006; MOLINA; ESCOBAR, 2008).

No entanto, apesar de muitas pesquisas expressarem a quantidade de água em litros/m², nesta utilizou-se a unidade de medida em milímetros (mm) para facilitar a comparação com a PP.

Dessa maneira, o coletor foi instalado em local aberto e voltado para leste, que é a direção predominante dos ventos e da umidade na área de estudo. Nessa perspectiva, Figueira (2008) salienta que as regiões elevadas, onde a ocorrência dos nevoeiros seja mais frequente e a velocidade do vento mais intensa, são áreas privilegiadas para a ocorrência de precipitação oculta.

Após a coleta em campo, os dados registrados no coletor de nevoeiro e os registrados no pluviômetro convencional foram armazenados em planilhas eletrônicas para as futuras etapas de seleção dos eventos de PO e análise dos dados. Eles foram organizados em totais de horários para facilitar a seleção dos eventos de PO. Alguns pesquisadores apontam a dificuldade de separação dos dados de PO e da chuva (FRUMAU; BRUIJNZEEL; TOBÓN, 2010; ARCOVA, 2013; MAGER et al., 2016). Diante disso, não há uma padronização na seleção dos eventos de PO, principalmente quando ocorrem juntamente com eventos de chuva. Além disso, outra técnica usada para diferenciar a água da PP da água dos nevoeiros é cobrir o coletor de nevoeiro, para que não ocorra a contaminação da água da PO (FISCHER; STILL, 2007; ARCOVA, 2013; MOLINA; PÉREZ, 2017; SIZIRICI, 2019). No entanto, essa técnica não foi utilizada, pois conforme Arcova (2013), a cobertura impede apenas a chuva vertical, mas não a chuva e garoa que são provocadas pelo vento.

Para esta pesquisa utilizou-se como critério de separação dos eventos os horários em que apenas o coletor de PO teve registro. Esse critério foi definido tendo em vista que não foi utilizada nenhuma cobertura no coletor de nevoeiro para que o registro de PO não fosse contaminado com chuva. A partir dos dados de PP, ou seja, tendo conhecimento desses eventos, foram selecionados aqueles que só houve registros no coletor de nevoeiro. Assim, resumidamente, considerou-se precipitação oculta se $PP = 0$ e $PO > 0$ e se $PP > 0$ considerou-se $PO = 0$, não considerando evento de precipitação oculta.

Dessa forma, os eventos de chuva registrados pelo coletor também foram descartados. Critérios semelhantes foram utilizados por Mager et al. (2016) no estudo sobre a PO em Otago (Nova Zelândia). As características da área de estudo dos autores são similares à área de estudo desta pesquisa em altitude e ambas estão na região subtropical. Montecinos, Cereceda e Rivera (2018) utilizaram a mesma técnica para separar eventos de chuva e nevoeiro. No entanto, para esta pesquisa, quando o nevoeiro e a chuva fraca (garoa) ocorreram simultaneamente, não foi possível distinguir a relação entre as duas fontes de água utilizando apenas os dois pluviômetros.

Com os valores dos horários de PO separados dos de chuva, eles foram somados em totais diários, mensais, sazonais e anual (período). Para a soma das estações dos anos da PO e da PP, optou-se por fazer uma adaptação dos meses. Assim, o verão correspondeu aos meses de dezembro de 2017 e de 2018 e janeiro e fevereiro de 2018. O outono correspondeu aos meses de março, abril e maio, inverno aos meses de junho, julho e agosto. Por fim, a primavera correspondeu aos meses de setembro, outubro, novembro de 2017 e de 2018. Escolheu-se dessa maneira em decorrência dos meses de novembro de 2017 e dezembro de 2018 serem meses incompletos com registro de aproximadamente 15 dias de coleta de dados. Através dos dados totais diários, mensais, sazonais e anuais pode-se calcular as taxas de rendimento de precipitação oculta para cada período temporal.

Buscou-se estabelecer as relações entre a PO e a PP, de modo a entender como ocorre a dinâmica mensal, sazonal e diária. Além disso, aplicou-se a estatística descritiva básica com média, máxima, mínima, desvio padrão, amplitude e o coeficiente de variação para os dados mensais e a distribuição da frequência horária da PO e PP. A representação da frequência foi realizada por tabelas e gráficos desenvolvidos no Microsoft Excel® (2016), bem como a análise estatística.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação de PO total para o PNAS, no período de novembro de 2017 até dezembro de 2018, foi de 1511,7 mm. A PP no mesmo período foi de 1636,1 mm, ou seja, registrou apenas 4% a mais do volume total de precipitação no PNAS (Tabela 1). Referindo-se à PP, o valor precipitado se encontra dentro do apontado no Atlas Climático da região Sul, onde a PP varia de 1600 a 1700 mm (WREGE et al., 2011). Observou-se uma maior variabilidade mensal dos acumulados mensais de PO, com maiores valores do desvio padrão, do coeficiente de variação e da amplitude para esta categoria de precipitação.

Apesar de próximos os valores totais de precipitação, a variabilidade mensal foi diferenciada. A PO registrou uma maior variabilidade nos valores mensais, em relação à precipitação pluvial. A média mensal da PP foi de 116,9 mm, sendo superior em relação à PO, que a média foi de 108,0 mm mensais. Os dois tipos de precipitação registraram baixa correlação (-0,2). Embora baixa, a correlação foi negativa, o que mostra a relação inversa entre as duas precipitações: quando ocorreu PO não ocorreu chuva. Esta condição valida os critérios de distinção dos eventos de PP e PO e, portanto, parametriza de forma robusta a quantificação dos totais de PO para a área em estudo.

Tabela 1 - Estatística descritiva da precipitação pluvial (mm) e PO (mm) para o Parque Nacional de Aparados da Serra.

Estatística descritiva	Prec. Pluvial (mm)	Prec. Oculta (mm)
Correlação linear simples (r)	-0,2	
Mínimo mensal	6,5	0,2
Máximo mensal	201,0	255,2
Média mensal	116,9	108,0
Amplitude mensal	194,5	255,0
Coefficiente de variação (%)	50,2	66,5
Desvio padrão	58,6	71,8
Total anual	1636,1	1511,7

Fonte: Trabalho de campo (2017, 2018).

Os valores de PO oscilam entre 0,2 mm em outubro e 255,0 mm em abril do mesmo ano (2018). Autores como Molina e Escobar (2008), Mager et al. (2016), Cárdenas, Tobón e Buytaert (2017), Montecinos, Cereceda e Rivera (2018) também encontraram similar variabilidade nos dados de PO. No estudo de Mager et al. (2016), na região de Marys Range (Nova Zelândia), houve meses em que não ocorreu o registro de PO, como no mês de setembro de 2014. No entanto, em outros meses, os autores encontraram PO de até 23,4 mm. Ao comparar os resultados obtidos pela presente pesquisa com as demais, ressalta-se os elevados valores de PO identificados para a área em estudo em relação às demais pesquisas, condição que pode estar atrelada à orografia e a relativa proximidade da área em estudo com o Oceano Atlântico, sendo que este último fator supostamente condiciona a entrada de umidade para as áreas continentais em suas adjacências.

Na variabilidade mensal, em oito dos quatorze meses de coleta, a PO registrada foi superior à PP. Em alguns meses, as diferenças entre as duas precipitações foram mais expressivas, enquanto em outros meses não houve significativas diferenças, conforme indica a Figura 4. É possível avaliar que a PO foi mais intensa que a PP, em especial, entre os meses de novembro e dezembro, tanto em 2017 quanto em 2018, e entre fevereiro e maio de 2018.

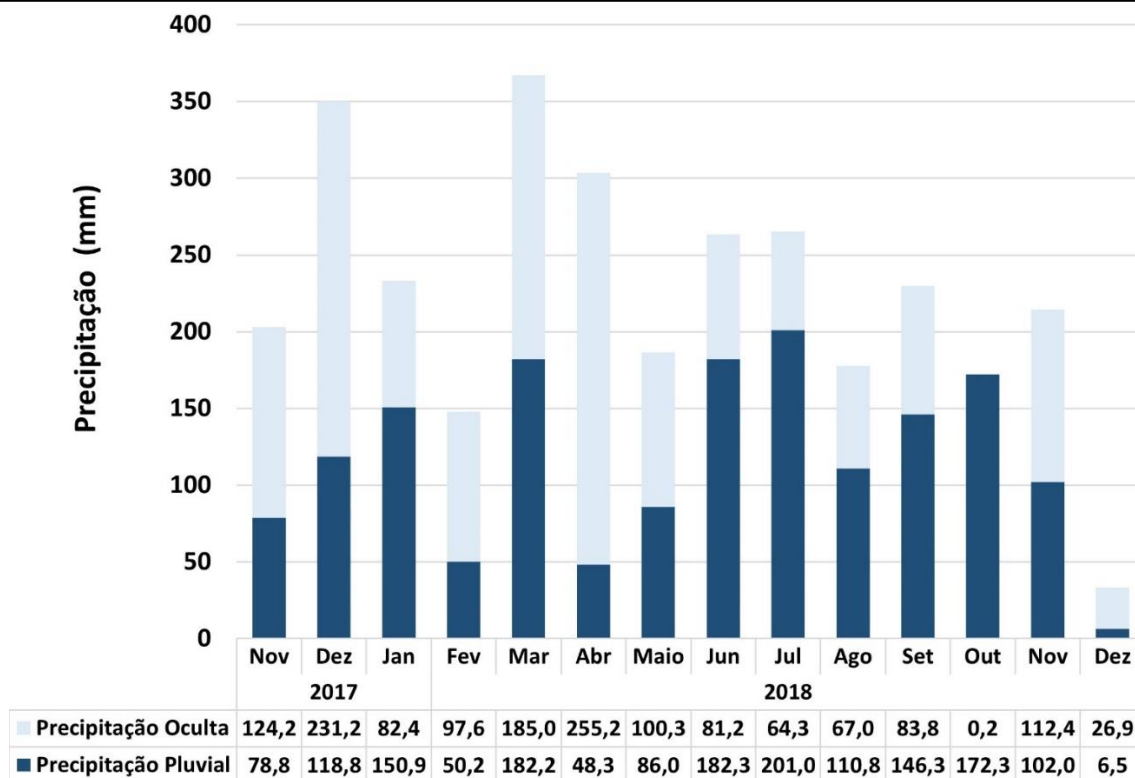


Figura 4 - Total mensal de precipitação pluvial e PO. Fonte: Trabalho de campo (2017, 2018).

O mês em que houve a menor ocorrência de PO foi outubro de 2018 (0,2 mm/mês), no entanto, a PP foi de 172,3 mm, acima da média mensal para o período no PNAS (116,9 mm). A reduzida coleta de água dos nevoeiros em relação aos outros meses, pode estar relacionada com alguns fatores. A direção e velocidade do vento são uns dos primeiros implicadores na baixa coleta de água (HIATT et al., 2012; MONTECINOS; CERECEDA; RIVERA, 2018). Para esse mês, a estação meteorológica do INMET de Cambará do Sul registrou a direção predominante do vento de nordeste (22,1%), o que pode relevar o porquê de o coletor não ter coletado a PO. Algumas outras hipóteses também podem ser consideradas para justificar a razão de não haver a coleta de água, como a duração e o reduzido teor de umidade dos nevoeiros (MONTECINOS; CERECEDA; RIVERA, 2018). Além disso, o tipo de nevoeiro pode estar associado à baixa coleta de água (ARCOVA et al., 2019).

Em relação aos totais mensais, a água dos nevoeiros teve uma boa representação. No mês de abril, a representação mensal da água do nevoeiro (PO) foi significativa, chegando até aproximadamente 85% do total de precipitação deste mês. De junho a outubro de 2018 a participação da PO mensal começou a diminuir, sendo inferior a 0,15% em outubro. Em dezembro de 2018, apesar de apenas 12 dias de registros de dados, a participação da PO foi maior que a PP e superior a 80% (Figura 5).

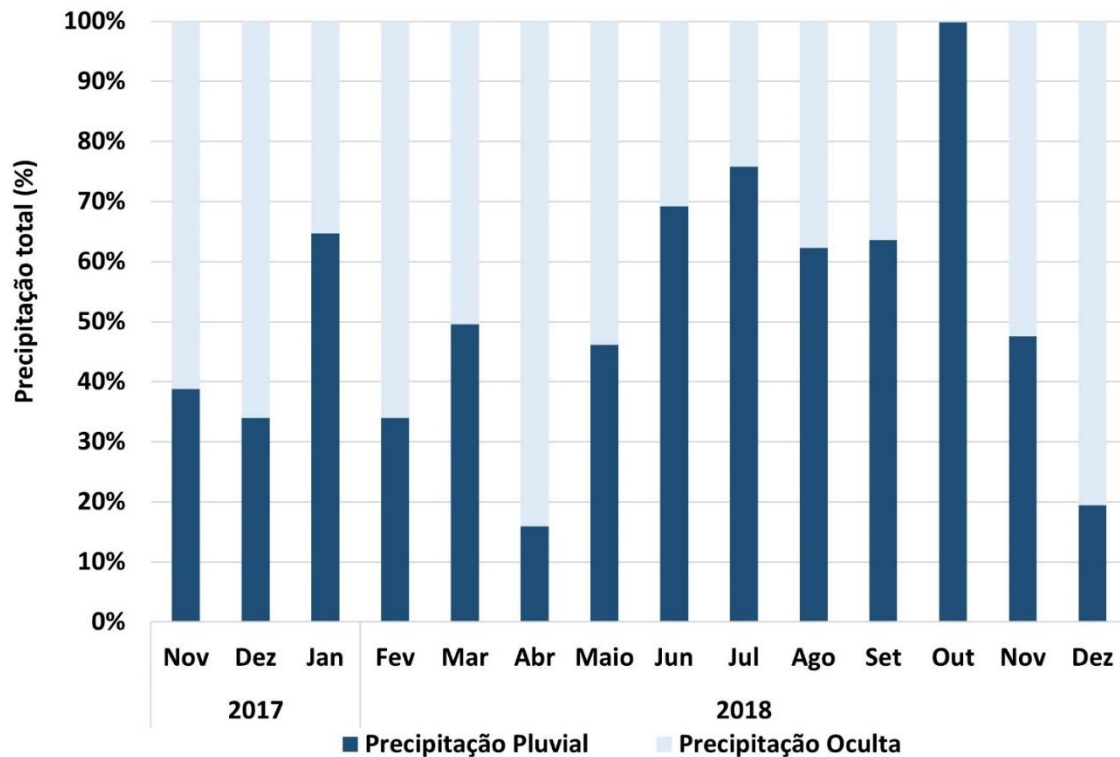


Figura 5 - Participação da PO e precipitação pluvial no volume total mensal de precipitação. Fonte: Trabalho de campo (2017,2018).

Essa variabilidade da PO na distribuição mensal e na contribuição da entrada de água no PNAS também foi encontrada em outras regiões do mundo. Para a região dos Andes Colombiano (latitude entre 4°40.250' até 6°39.673'), por exemplo, Cárdenas, Tobón e Buytaert (2017) avaliaram a entrada de PO em três bacias hidrográficas distintas. Embora próximas, elas não tiveram a entrada similar de PO. Assim, essa distribuição não homogênea registrou variação mensal entre 30,0 l/m² até 150,0 l/m². Na bacia hidrográfica localizada ao norte, nos meses mais úmidos (outubro e novembro), a PO foi mais baixa. No mês de dezembro, que corresponde à estação mais seca, ela contribuiu para, aproximadamente, 60% de toda a precipitação da bacia hidrográfica. Entretanto, para a bacia hidrográfica localizada ao sul, a PO foi maior nos meses de janeiro e fevereiro, período em que a PP é menor, contribuindo cerca de 40% em janeiro e 20% em fevereiro.

O rendimento de água mensal da PO apresentado por Ritter et al. (2005), no Parque Nacional de Garajonay (Ilhas Canárias), foi diferente do apresentado por esta pesquisa e por Cárdenas, Tobón e Buytaert (2017). Assim, Ritter et al. (2005) identificaram que no período de chuva, de outubro a maio, a PO também foi mais elevada. E no período com pouca chuva, ou mais seco, a PO é igualmente menor ou nula.

Resultados similares aos apresentados por Ritter et al. (2005) foram encontrados por Montecinos, Cereceda e Rivera (2018). Nesse estudo, os autores identificaram que nos meses de menor PO também foram os meses de menor PP. Isso também ocorre para os meses com os maiores registros de PO, que possuem os maiores

registros de PP. No caso de Montecinos, Cereceda e Rivera (2018), o mês com menor coleta mensal foi o mês de junho e com maior coleta, o mês de janeiro. Dessa forma, a PO oscilou de entre 21,3 e 154,5 l/m²/mês, respectivamente.

Embora no Rio Grande do Sul não haja estação seca, no período de verão a PP foi menor que no período de inverno, quando as frentes frias, responsáveis pela formação e geração das chuvas predominantes, são mais frequentes (SARTORI, 2003; 2016; NERY, 2005; NERY; CARFAN, 2014; CERA; FERRAZ, 2015). Dessa forma, observa-se que os resultados encontrados pela pesquisa corroboram com os apresentados por Cárdenas, Tobón e Buytaert (2017), os quais reconhecem que, no período com menor quantidade de chuva, os volumes de PO foram superiores e discordam dos resultados apresentados por Ritter et al. (2005) e Montecinos, Cereceda e Rivera (2018). A diferença nos resultados pode estar relacionada à dinâmica climática regional responsável pela formação e pela ocorrência dos nevoeiros.

Essa variabilidade da PO também reflete no somatório sazonal. O verão (438,1 mm) e o outono (540,5 mm) registraram os maiores volumes e, deste modo, a PO incrementou cerca de 63,1% da precipitação total para o período do outono e 57,3% para o período do verão. Em relação à PP registrada no período de análise, o verão representou 42,7% (326,4 mm) e o outono 36,9% (316,5 mm). Para os períodos sazonais de inverno e primavera, a PP registrou os maiores volumes precipitados. No inverno, a PP correspondeu à 69,9% (494,0 mm), enquanto para a primavera a PP contribuiu em 60,9% da precipitação total (499,3 mm). A PO respondeu por 30,1% (212,5 mm) e 39,1% (320,6 mm), nesta ordem, para a precipitação total ao longo do inverno e da primavera, conforme indica a Figura 6.

No estudo de Mager et al. (2016), na região central de Otago (Nova Zelândia), os períodos sazonais que registraram os maiores volumes de PO foram a primavera e o outono, que corresponderam à 14,7% e 12,2% da precipitação total sazonal, respectivamente. No entanto, o estudo de Arcova et al. (2019), no Parque Estadual da Serra do Mar (Cunha - SP), apontou que no outono e no inverno ocorreram as maiores coletas de PO. Os autores associam esse maior volume nesses meses devido à dinâmica de circulação regional, com a atuação da Massa Tropical Atlântica.

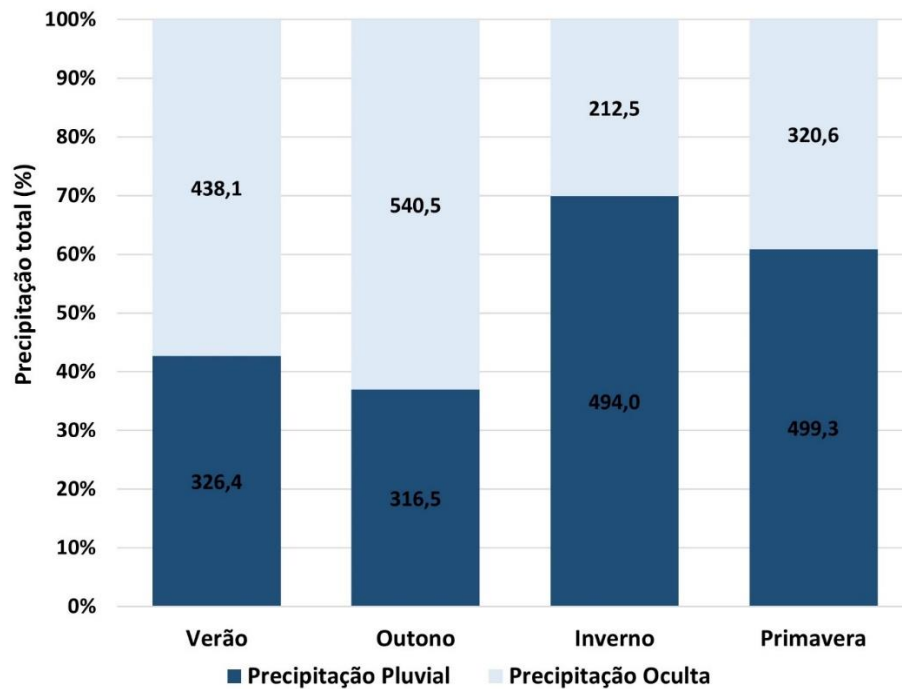


Figura 6 - Porcentagem de participação da precipitação oculta e pluvial por período sazonal.

Fonte: Trabalhos de campos (2017, 2018).

Nesta pesquisa, observou-se que, no período de inverno (junho, julho e agosto), a coleta de água dos nevoeiros diminui. Isso pode ser em função da predominância de direção do vento que foi de noroeste com velocidades variando entre 8,0 até 10 m/s, conforme os dados da EMA de Cambará do Sul (INMET, 2020). Apesar da velocidade do vento ser importante para a coleta de água dos nevoeiros (SCHEMENAUER; CERECEDA, 1994; FRUMAU et al., 2006; MONTECINOS, CERECEDA E RIVERA, 2018), velocidades maiores que o habitual podem reduzir a captura da água pelo coletor (HIATT et al., 2012).

De acordo com Cereceda et al. (2002), a região de Tarapacá, no Chile, registrou os meses de inverno e primavera como os mais produtivos para a coleta de água do nevoeiro, que corresponde aos meses de julho a setembro. No entanto, o verão e o outono foram os meses com os menores rendimentos. A pesquisa de Corell et al. (2014) reforça o estudo de Cereceda et al. (2002). Corell et al. (2014) mencionaram que, para a região sudeste da Península Ibérica, o inverno e o outono (estação chuvosa) tiveram as maiores taxas de PO, ao passo que o verão e a primavera (estação seca) tiveram as menores. Por sua vez, Estrela et al. (2008) ressaltaram a significativa contribuição percentual da PO ao longo do verão na região de Valência (Espanha), no setor ocidental do Mediterrâneo, região onde o clima mediterrâneo é responsável pela ocorrência de verões quentes e secos. Embora os maiores valores absolutos tenham sido obtidos ao longo da primavera e do outono, estes

autores destacaram a importância dos registros de PO ao longo do período mais seco do ano, em um setor do território espanhol altamente pressionado pelo estresse hídrico.

Entretanto, os resultados apresentados por Cárdenas, Tobón e Buytaert (2017), que estudaram a região dos Andes Colombiano (hemisfério norte), revelam-se divergentes da maioria das pesquisas mencionadas. Assim, os meses mais secos (janeiro e fevereiro) tiveram a maior ocorrência de PO. O que corrobora com os resultados de Nyaga, Neff e Cramer (2015) para a costa oeste da África do Sul, onde, no período de verão (meses mais secos), a ocorrência dos nevoeiros foi maior e se tornou uma importante fonte de nutrientes para as plantas da região, o que confirma os resultados apresentados por esta pesquisa.

Desse modo, conforme a literatura consultada, não se observou uma similaridade na variação sazonal da PO, o que leva ao questionamento sobre a importância da contribuição local na ocorrência dos nevoeiros e, consequentemente, na PO. Assim, pressupõe-se que a topografia associada às condições meteorológicas e de circulação atmosférica podem influenciar na ocorrência de PO, principalmente em regiões onde há uma relativa proximidade com o Oceano Atlântico, como é o caso da área em estudo. Nesse sentido, Cereceda et al. (2002) reconhecem que para a costa chilena, a corrente fria de Humboldt estava associada à intensificação dos nevoeiros costeiros. No estudo de Mager et al. (2016), o maior volume de PO estava associado às frentes frias, chamados de nevoeiros frontais. Diante disso, observa-se que existem peculiaridades de cada região que podem afetar na variação e na ocorrência de PO. No caso do PNAS, a proximidade com o oceano, a altitude e a orografia contribuíram para aumentar o volume de PO coletado.

Em relação à influência da orografia em gerar a PO, Al-Hassan (2009) identificou que os setores mais elevados do setor sudoeste da Arábia Saudita corresponderam aqueles em que se obtiveram os maiores valores de PO, com maiores totais ao longo dos meses de novembro, dezembro e janeiro, correspondente ao inverno naquela região do Mundo. Conforme discorrem Fessehay et al. (2014), após o sucesso no Chile, em meados dos anos 1980, a coleta das águas de neblina (PO) tornou-se mensurada e explorada e, atualmente, a maioria desses países está localizada em regiões de clima árido e semiárido, com condições topográficas e climáticas que favorecem a coleta de águas de nevoeiro.

IV. CONCLUSÕES

Os registros de PO no PNAS mostraram que a entrada de água no sistema por nevoeiro é da ordem de grandeza de PP. A diferença foi de 111,4 mm a mais de PP. Para um período de um ano e dois meses, a entrada total de água foi de 3134,8 mm, sendo que 1511,7 mm foi oriunda dos nevoeiros (PO). Dessa forma, observou-

se que a captura de água dos nevoeiros é significativa na área de estudo e, assim, tem uma importância ecológica fundamental para manter o ambiente úmido e como fonte de água e nutrientes para a vegetação.

Entretanto, a variabilidade mensal foi desigual entre as duas medidas. Os meses em que ocorreram os menores volumes de PP foram os que registraram os maiores volumes de PO. Dessa forma, os meses de inverno e primavera tiveram a maior PP e a menor quantidade de água registrada no coletor de nevoeiro. Essa menor coleta de água dos nevoeiros acontece devido alguns fatores, como direção e velocidade do vento e a própria condição atmosférica, que inibe a formação de nevoeiros, além de suas características, como duração, frequência e intensidade, que podem dificultar a coleta de água. A variabilidade mensal também reflete no total sazonal da PO. Assim, o período de verão e outono tiveram as maiores coletas de água e o período de inverno e primavera, a menor.

Além disso, deve-se apontar que, devido ao método utilizado para a separação da água coletada do nevoeiro da PP, há a possibilidade de que os dados de PO estejam superestimados, visto que os eventos de garoa ou garoa e nevoeiro foram considerados como PO, desde que não tenham sido coletados pelo pluviômetro convencional. Isso ocorre em função da premissa de que essa água da garoa, em suspensão, é coletada pela vegetação.

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 terceiro autor agradece à bolsa de Pós-Doutorado Júnior (PDJ) concedida pelo CNPq (processo 165450/2020-7). 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.

V. REFERÊNCIAS

AL - HASSAN, G. A. Fog water collection evaluation in Asir Region - Saudi Arabia. *Water Resources Management*, Athens, v. 23, n. 13, p. 2805 - 2813, 2009. DOI: 10.1007/s11269-009-9410-9

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*, Santa Maria, v. 55, n. 1, p. 108-150, 1991.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

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.

ARCOVA, F. C. S.; GALVANI, E. Instrumental para a coleta de água de nevoeiro desenvolvido no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha/Brasil. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S.; STEINKE, E. T. (Org.). Experimento em climatologia geográfica. Dourados (MS): Universidade Federal da Grande Dourados, Cap. 16, p. 307-23, 2014.

ARCOVA, F. C. S.; GALVANI, E.; RANZINI, M.; CICCO, V. de. Avaliação da precipitação oculta na Serra do Mar com coletores passivos de nevoeiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba v. 25, n. 15, p. 204-224, 2019. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v25i0.64388>.

ARAÚJO, L. C. Memória sobre o Clima do Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro: Serviço de Informação do Ministério da Agricultura, 1930.

BATISHA, A. F. Feasibility and sustainability of fog harvesting. *Sustainability Of Water Quality And Ecology*, [S.L.], v. 6, p. 1-10, 2015. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.swaqe.2015.01.002.

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. DOI: 10.1038/sdata.2018.214.

BALADÓN, A. B. Captación de nieblas: fundamentos, experiencias y aplicaciones en el ámbito florestal. *Revista Montes*, n. 73 p. 59-68, 2003.

BRUIJNZEEL, L. A.; EUGSTER, W.; BURKARD, R. Fog as a hydrological input. In M. G. Anderson (Ed.), *Encyclopedia of Hydrological Sciences* John Wiley, 2015.

CÁRDENAS MF, TOBÓN C, BUYTAERT W. Contribution of occult precipitation to the water balance of páramo ecosystems in the Colombian Andes. *Hydrological Processes*, v.31, p. 4440–4449, 2017. DOI:10.1002/hyp.11374.

CERA, J. C.; FERRAZ, S. E. T. Variações climáticas na precipitação no Sul do Brasil no clima presente e futuro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 81-88, 2015. DOI:10.1590/0102-778620130588.

CERECEDA, P; OSSES, P; LARRAIN, H; FARÍAS, M; LAGOS, M; PINTO, R; SCHEMENAUER, R.S. Advective, orographic and radiation fog in the Tarapacá region, Chile. *Atmospheric Research*, Amsterdam, v. 64, n. 1-4, p. 261-271, set. 2002. Elsevier BV. DOI:10.1016/s0169-8095(02)00097-2.

CORELL, D.; ESTRELA, M. J.; A VALIENTE, J.; BORCELÓ, S.; CAPEL, J.J. Captación de água de niebla en determinados enclaves del Sudeste de La Península Ibérica. In: FERNÁNDEZ-MONTES, S.; RODRIGO, F.s. (Org.). *Cambio Climático y Cambio Global*. 9. Ed. Almería: Asociación Española de Climatología, 2014. Cap. 18. p. 162-173.

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.

CUSTARDOY, D.C. NAVARRO, M. J. E. PARDO, J. A.V. CERDÁ, S. B.; MOLINA, J. J. C. Captación de agua de niebla en determinados enclaves del Sudeste de la Península Ibérica. In. MONTES, S.F; RODRIGO, F.S(ORG) Cambio Climático y Cambio Global. Almería, Espanha, 2014.

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, 2013. DOI:/10.1002/ird.1720.

ESTRELA, M. J.; VALIENTE, J. A.; CORELL, D.; MILLÁN, M. M. Fog collection in the western Mediterranean Basin (Valencia region, Spain). Atmospheric Research, Amsterdam, v. 87, n. 3-4, p. 324 - 337, 2008.

FESSEHAYE, M.; SABAH A., ABDUL-WAHAB, S. A.; SAVAGE M. J, KOHLER, T.; GHEREZGHIHER, T.; HURNI H. Fog-water collection for community use. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Belfast, v. 29, p. 52 - 62, 2014. DOI:10.1016/j.rser.2013.08.063.

FIGUEIRA, C. O. N. Estudo da precipitação oculta nas florestas naturais do norte do Paul da Serra, Ilha da Madeira. 2009, 109 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia da Paisagem e Conservação da Natureza) Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2008.

FISCHER, D. T.; STILL, C. J. Evaluating patterns of fog water deposition and isotopic composition on the California Channel Islands. Water Resources Research, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 1-13, 2007. DOI:10.1029/2006wr005124.

FURTADO, F. J. R. A captação da água no nevoeiro no Parque Natural de Serra Malagueta. 2009, 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente- Departamento de Ambiente e ordenamento) Universidade do Aveiro, Aveiro, 2009.

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, 2010. DOI:10.1002/hyp.7860.

FRUMAU, K. F. A.; BURKARD, R.; SCHMID, S.; BRUIJNZEEL, L.A. TOBON-MARIN, C.; CALVO, J. Fog gauge performance under fog and wind-driven rain conditions. In: BRUIJNZEEL, L.A. (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, Basel, v. 6,n.2, 24, 2018.DOI:<https://doi.org/10.3390/cli6020024>.

HIATT, C.; FERNANDEZ, D.; POTTER, C.r. Measurements of Fog Water Deposition on the California Central Coast. Atmospheric And Climate Sciences, [S.L.], v. 2, n. 4, p. 525-531, 2012. DOI:10.4236/acs.2012.24047.

HOLWERDA, F.; BRUIJNZEEL, L. A.; SCATENA, F. N.. Comparison of passive fog gauges for determining fog duration and fog interception by a Puerto Rican elfin cloud forest. Hydrological Processes, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 367-373, 2010. DOI:10.1002/hyp.7641.

INMET - Instituto Nacional de Meteorológico. Histórico de dados Meteorológicos. 2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 13 jun 2020.

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, v. 55, n. 2, p.107-120, 2016.

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. DOI:10.20396/sbgfa.v1i2017.2453.

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. DOI:10.20396/sbgfa.v1i2017.2453.

MOLINA, P. C. P.; PÉREZ, J. C.. Captación de agua de lluvia y niebla en la época de secas en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México. Ingeniería del Agua, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 153-163, 27 jul. 2017. Universitat Politècnica de Valencia. DOI: 10.4995/ia.2017.5661.

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. DOI:10.20937/atm.2018.31.02.03

MONTEIRO, M.A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. *Geosul*, Florianópolis, v. 16, n. 31, p. 69-78, 2001.

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, 2015. DOI:10.1371/journal.pone.0126225.

OLIVIER, J.; RAUTENBACH, C.J de. The implementation of fog water collection systems in South Africa. *Atmospheric Research*, Amsterdam, v. 64, n. 1-4, p. 227-238, 2002. DOI:10.1016/S0169-8095(02)00094-7.

PRADA, S.; SILVA, M. da. Fog precipitation on the Island of Madeira (Portugal). *Environmental Geology*, [S.L.], v. 41, n. 3-4, p. 384-389, 2001. <http://dx.doi.org/10.1007/s002540100403>.

RITTER, A.; REGALADO, C. M.; ASCHAN, G.; GÓMEZ, L. A. Contribución hídrica de la captación de niebla al balance de un bosque de Laurisilva en el Parque Nacional de Garajonay. *Estud. la Zo. No Saturada del Suelo VII*, p. 351–358, 2005.

SARTORI, M. G. B. O Vento Norte. Santa Maria: Editora DR Publicidade, 2016. 256p.

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, 2003.

SERRA, A. Climatologia do Brasil: Nevoeiros e orvalho. *Boletim Geográfico*. Janeiro: IBGE, v.256, n. 36, p.118-156, jan./mar.,1978.

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, 1994.

SHANYENGANA, E. S.; HENSCHER, J. R.; SEELY, M. K.; SANDERSON, R. D. Exploring fog as a supplementary water source in Namibia. *Atmospheric Research*, Amsterdam, v. 64, n. 1-4, p. 251-259, 2002. DOI: 10.1016/S0169-8095(02)00096-0.

SIZIRICI, B. Dew, Fog and Rain Collector in a Hyper-arid Climate: case study in abu dhabi. E3S Web Of Conferences, [S.L.], v. 122, p. 01006, 2019. EDP Sciences. <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/201912201>.

SPINK, A. J.; PARSONS, A. N. A design for an occult precipitation collector. Atmospheric Environment. Part A. General Topics, 24(8) 2263–2266, 1990. DOI:10.1016/0960-1686(90)90258-o

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1984, 374 p.

VALIENTE, J. A.; ESTRELA, M. J.; CORELL, D.; FUENTES, D.; VALDECANTOS, A.; BAEZA, M. Fog water collection and reforestation at a mountain location in a western Mediterranean basin region: air-mass origins and synoptic analysis. Erdkunde, v. 65, n. 3 p. 277-290, 2011. DOI: 10.3112/erdkunde.2011.03.05

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Recife, 2005. 449p.

WHITEMAN, C. D. Mountain Meteorology: Fundamentals and Applications. Oxford Univ. Press, New York, 2000. 355p.

WMO (World Meteorological Organization). International Meteorological Vocabulary. N.182. Genebra, Suíça, 1992. 784p.

WREGGE, 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.