



PERFIL TOPOCLIMÁTICO DO CERRO DO BOTUCARAÍ, EM CANDELÁRIA/RS, DURANTE O MÊS DE MAIO DE 2016

Aline Nunes da Silva ^(a), Cassio Arthur Wollmann ^(b), Ismael Luiz Hoppe ^(c)

^(a)Aline Nunes da Silva, Acadêmica de Geografia Bacharelado, UFSM, alinendeca@hotmail.com

^(b)Cassio Arthur Wollmann, Docente do Departamento de Geociências e do Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGGEO) da UFSM, cassio_geo@yahoo.com

^(c)Ismael Luiz Hoppe, Mestrando em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, ismael.hoppe@hotmail.com

Eixo: CLIMATOLOGIA EM DIFERENTES NÍVEIS ESCALARES: MUDANÇAS E VARIABILIDADES

Resumo

Este trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade termo-higrométrica na localidade do Cerro do Botucaraí, em Candelária, Rio Grande do Sul, considerado o ponto isolado mais alto do estado com 569 metros de altitude acima do nível do mar. A análise foi feita com os valores médios diários e mensais de temperatura e umidade relativa do ar, coletados em dois pontos distintos, sendo uma deles da base do Cerro do Botucaraí e o outro do topo do Cerro de mesmo nome. Com esta análise foi possível observar que as temperaturas no topo do Cerro do Botucaraí são em geral mais baixas do que em sua base, identificando a variação de altitude entre estes dois pontos como sendo o principal fator causador da variabilidade da temperatura do ar e, conseqüentemente, da umidade relativa do ar.

Palavras chave: variabilidade; termo-higrométrica; topoclimático; climatologia.

1 Introdução

A Climatologia é a ciência que estuda a dinâmica atmosférica e, na Geografia, é a parte responsável por estudar os elementos climáticos e seus impactos na população, dando foco à dinâmica da circulação atmosférica e seus resultados no meio homem-natureza. Nesse contexto, para fazer a análise topoclimática tem-se por base a ocorrência de variação de temperatura do ar e umidade relativa do ar em uma determinada localidade que apresente variações altimétricas significativas.

Do ponto de vista térmico, segundo Torres e Machado (2012), na Troposfera, nota-se uma diminuição da temperatura à medida que a altitude aumenta. A temperatura do ar diminui, em média, 0,6°C a cada 100 metros de altitude, gradiente que pode variar em até 1°C a cada 100 metros, aproximadamente, quando o ar está ligeiramente úmido, e em até 1°C para cada 200 metros, quando o ar está saturado.

A atmosfera sofre aquecimento basal, significando que o processo de aquecimento ocorre de baixo para cima, e é de conhecimento, também, que o ar torna-se rarefeito em regiões mais elevadas. Logo, quanto menos ar, menor é a quantidade de calor contida nele (TORRES e MACHADO, op.cit). Há vários fatores que influenciam a distribuição da temperatura, umidade e pressão na superfície terrestre,



como as características geográficas gerais de uma paisagem, como a latitude, o relevo, a vegetação, e a atividade antrópica. (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2009).

Para Borsato (2016) o clima de uma localidade ou região pode ser compreendido por meio de seus atributos e controles, visto que os atributos são as respostas locais e imediatas das trocas entre as diferentes massas de ar e entre elas e a hidrosfera, biosfera e a litosfera, tais como a variação diária da temperatura, o vento, a chuva, a neblina, o nevoeiro, geadas, entre outros.

Neste sentido, antes de se realizar qualquer tipo de análise térmica ou higrométrica, devem ser levados em consideração: a latitude e a época/estação do ano, que atuam como influenciadores na quantidade de energia solar que atinge a atmosfera e a superfície terrestre, e, no fotoperíodo do local; a vegetação, que funciona como um fator regulador da umidade atmosférica; a maritimidade, que também funciona como um regulador da umidade atmosférica e da temperatura trabalhando como principal fonte de água da Troposfera (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2009). Visando estes fatores, esta pesquisa foi realizada no Cerro do Botucaraí, sendo o mais alto pico isolado do estado do Rio Grande do Sul, com 569 metros (SARTORI e SARTORI, 2004), e, um importante ponto turístico da região central do estado devido às lendas e crenças populares.

O Cerro do Botucaraí (Figura 1) possui 569 metros de altitude acima do nível do mar, sendo conhecido por ser mais alto pico isolado do estado do Rio Grande do Sul, e encontra-se localizado no município de Candelária (Figura 2), na região central do estado. É local de grande importância ambiental e histórica para a região, e ainda não possui nenhum tipo de estudo climático relacionado a sua localização e ao impacto que causa na região ao seu entorno.



**Figura 1 – Cerro do Botucaraí, município de Candelária, Rio Grande do Sul, face oeste.
Fonte: Trabalho de campo realizado em 31 de março de 2016.**



Nesse contexto, com a intenção de iniciar as pesquisas climatológicas em um local onde há carência deste tipo de estudo, o presente trabalho tem por objetivo geral analisar a variabilidade termo-higrométrica entre o topo e a base do Cerro do Botucaraí, durante o mês de maio de 2016, sendo este o mês representativo do outono para o Rio Grande do Sul.

2 Caracterização da Área de Estudo

O Cerro do Botucaraí localiza-se no município de Candelária, que possui uma área de 943,945 km² e encontra-se na mesorregião Centro Oriental Rio-grandense e na microrregião de Santa Cruz do Sul. O topo do Cerro do Botucaraí está situado nas coordenadas de 29° 42' 25,80'' de latitude sul e de 52° 50' 23,30'' de longitude oeste, conforme apresentado na Figura 2.

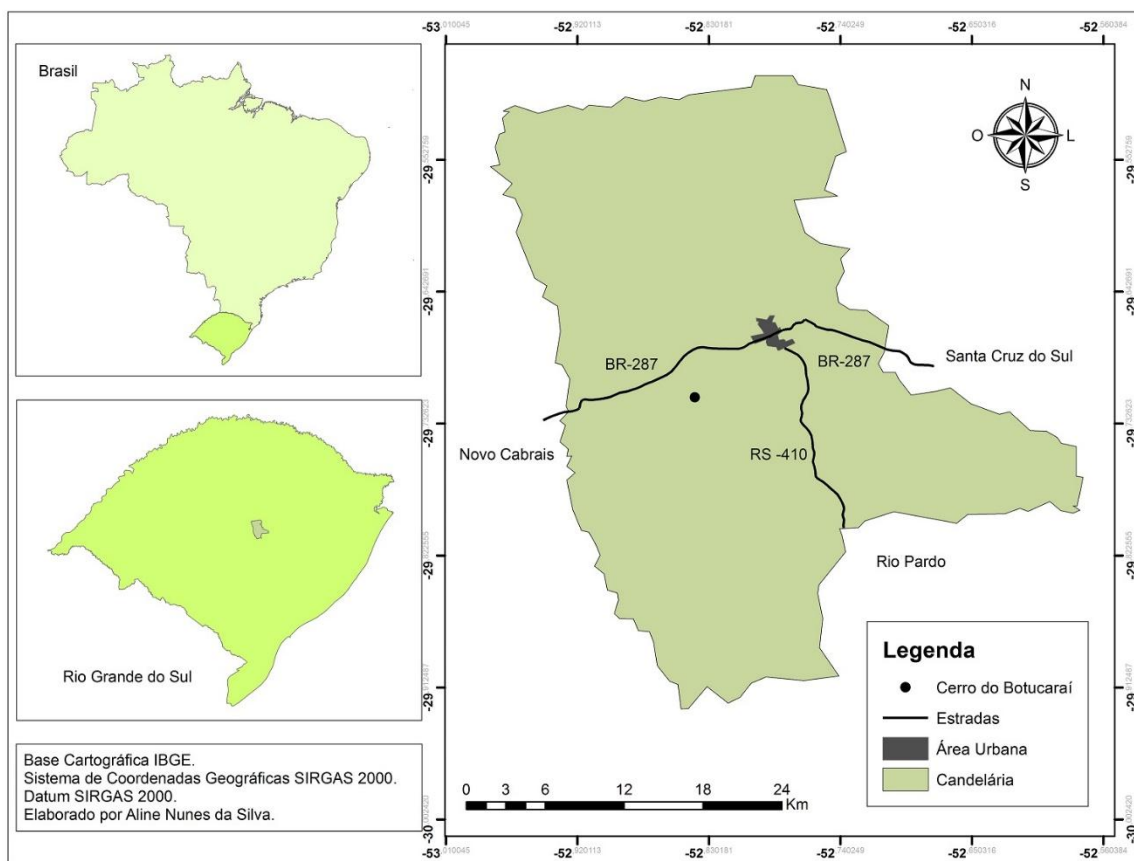


Figura 2 – Mapa localização do município de Candelária, RS.

O município de Candelária encontra-se situado em dois compartimentos geológicos distintos, a Depressão Central e o Rebordo do Planalto Meridional. O objeto de estudo, o Cerro do Botucaraí está situado na Depressão Central, uma área baixa na qual os processos erosivos esculpíram predominantemente as rochas sedimentares triássicas, originando colinas suaves e alongadas, conhecidas na região como coxilhas (RADAM BRASIL, 1986).



Ainda, Sartori e Sartori (2004) classificam o Cerro do Botucaraí como uma montanha, o que é morfologicamente definido como uma sequência de montes. Porém, segundo os autores (op.cit.), “[...] montanha como uma forma de relevo é sinônimo de monte e corresponde a uma grande elevação acima do terreno que a cerca” e cita o Cerro Botucaraí como um exemplo de montanha dentro do relevo brasileiro.

Quanto ao clima, o município de Candelária possui uma precipitação pluvial bem distribuída ao longo do ano, e segundo a classificação climática de Köppen (1931), baseada na precipitação, Candelária encontra-se em uma região de clima Subtropical Úmido. Ainda, esta classificação afirma que a maior parte do estado do Rio Grande do Sul insere-se no tipo climático Cfa, onde C significa clima temperado chuvoso e quente; f significa que não há uma estação seca; e a significa verão quente, com o mês mais quente tendo temperatura média maior que 22°C e mês mais frio com temperatura superior a 3°C.

A rede hídrica presente no município de Candelária encontra-se dividida entre duas bacias hidrográficas: 52,94% do município faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo e 47,06% faz parte da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí (MPRS, 2015).

A cobertura vegetal nativa característica no município de Candelária corresponde a Floresta Estacional Decidual, que apresenta dois estratos arbóreos distintos: o primeiro é emergente, aberto e decíduo, com altura variando entre 25 e 30 metros; o segundo, dominado e contínuo, tendo altura inferior a 20 metros, formado principalmente por espécies perenifoliadas e por um estrato de arvoretas (RADAM BRASIL, 1986).

Segundo Fávero e Longui (p. 2, 2015) o Cerro do Botucaraí apresenta-se como uma parte remanescente da Floresta Estacional Subtropical do rebordo do Planalto Meridional. Ainda, os autores ressaltam que a esta vegetação encontra-se em maior parte na Serra Geral e patamares.

Ainda, o Cerro do Botucaraí é patrimônio paleontológico, tendo sido encontrado registros de fósseis nos seus arredores, como o *Guaibasaurus candelarensis*. O Cerro do Botucaraí é tido como um ponto turístico de Candelária, e importante marco dentro de sua história (HINTZ, 2006).

3 Fundamentação Teórica

A temperatura pode ser definida em termos do movimento de moléculas, onde quanto mais rápido é o deslocamento destas moléculas, mais elevada será a temperatura e é comumente definida tomando-se por base o grau de calor que um corpo possui (AYOADE, 2010).

Mendonça e Danni-Oliveira (2009) definem a temperatura do ar como sendo a medida do calor sensível nele armazenado, sendo comumente dada em graus Celsius ou Fahrenheit e medida por termômetros. Ainda, segundo os autores, o gradiente vertical da Troposfera é de 0,6°C/100m, o que



significa que esta camada da atmosfera apresenta redução em sua temperatura na ordem de $0,6^{\circ}\text{C}$ a cada 100 metros de elevação acima do nível da superfície. Neste contexto, Galvani et. al. (2010) afirmam que esta redução na temperatura ocorre por que a atmosfera absorve menos radiação solar de onda curta e mais radiação de ondas longas terrestres, o que faz com que a atmosfera seja aquecida a partir da superfície, ou seja, a camada atmosfera mais próxima à superfície terrestre sofre aquecimento basal.

A umidade relativa do ar é definida por Ayoade (2010) como sendo “a razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra do ar e a quantidade de umidade que o mesmo volume de ar pode conservar na mesma temperatura e pressão”. O autor ainda afirma que a umidade relativa do ar é influenciada pela variação da temperatura do ar, assim a umidade pode variar dependendo da variação na temperatura, sendo então a umidade do ar inversamente proporcional à variação da temperatura.

Segundo Falcão et. al. (2010) a umidade encontra-se concentrada nas baixas camadas da atmosfera, ocorrendo uma diminuição da umidade com o aumento da altitude. Os autores também afirmam que

A existência de água na atmosfera e suas mudanças de fases desempenham papel fundamental em vários processos físicos naturais, como o transporte e a distribuição de calor na atmosfera, a evaporação e a evapotranspiração, a absorção de diversos comprimentos de onda da radiação solar e terrestre, bem como a formação vegetal predominante em uma determinada localidade (FALCÃO, et. al., p.01, 2010).

4 Metodologia

Inicialmente foi feita a pesquisa e leitura bibliográfica a fim de analisar as primeiras informações consideradas relevantes quanto ao local e tema escolhido. Após a pesquisa e leitura teórico-metodológica, realizou-se uma prévia análise do local, com auxílio de carta topográfica e imagens de satélite para a escolha dos possíveis pontos de coleta para a obtenção dos dados.

Para analisar a variabilidade termo-higrométrica no Cerro do Botucaraí foram selecionados dois locais que serviram como ponto de coleta de dados. Dessa forma, tornou-se necessário a execução de dois trabalhos de campo in loco, que contaram com a instalação e retirada do instrumento necessário para a obtenção dos dados. O primeiro ponto de coleta (P1), fica localizado na Vila Botucaraí, próximo a base do Cerro do Botucaraí, em uma propriedade rural. O segundo ponto de coleta (P2) localiza-se no topo do Cerro do Botucaraí, objeto de estudo. A localização dos pontos encontram-se na Figura 3.



Figura 3 – Localização dos pontos P1 e P2 e suas respectivas altitudes em metros acima do nível do mar.
Fonte: Google Earth Pro.

Para a coleta dos dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar, foram instalados dois mini abrigos meteorológicos, em uma variação altimétrica de 469 metros entre o P1 e o P2. Cada mini abrigo meteorológico contava com um Datalogger, o qual funciona como um sensor para leitura da temperatura do ar e da umidade relativa do ar. Os aparelhos Datalogger foram programados para leituras horárias entre os dias 01/05/2016 e 31/05/2016. Dessa forma, a cada dia foram registrados 24 valores diferentes para temperatura e 24 valores para umidade relativa do ar. A partir dos dados registrados, foram somados os valores diários de temperatura e de umidade relativa do ar, e o resultado da soma diária dividido pelo número de horas do dia (24 horas) encontrando assim a média de temperatura e a umidade relativa do ar diários relativos aos dois pontos de coleta de dados.

Ainda, foram somados os valores médios diários do mês, de temperatura e umidade relativa do ar, e divididos pelo número total de dias do mês de maio (31 dias), chegando assim aos valores de temperatura média mensal e umidade relativa do ar média mensal.

Com os valores médios diário e mensal de temperatura e umidade relativa do ar, foram então feitas as análises dos dados com auxílio do software Microsoft Excel 2010, que contou com a construção de tabelas e gráficos, para melhor visualização dos resultados.



5 Resultados e Discussões

Na análise da variação de temperatura entre o ponto P1 e P2 é possível observar que a altitude atua como principal agente influenciador, sendo que o ponto de coleta P1 encontra-se a 100 metros de altitude acima do nível do mar, enquanto o P2, situado no topo do Cerro do Botucaraí, encontra-se a 569 metros de altitude acima do nível do mar. Na Tabela I encontram-se os valores médios mensais de temperatura do ar nos pontos P1 e P2.

Tabela I – Temperatura Média Mensal dos pontos P1 e P2.

Ponto de Coleta	Temperatura Média Mensal
P1	14,6°C
P2	11,8°C

Os valores médios mensais encontrados para a temperatura nos dois pontos mostram que houve uma variação de 2,8°C entre P1 e P2, durante o mês de maio, com o valor de gradiente vertical de menos 0,6°C a cada 100 metros. O valor de gradiente vertical encontrado na análise topoclimática do Cerro do Botucaraí vem ao encontro do que já foi afirmado quanto ao gradiente vertical por Ayoade (2009) e Mendonça e Danni-Oliveira (2010), onde o ar da camada mais baixa da atmosfera varia cerca de 0,6°C a cada 100 metros de altitude. Já a Figura 4 mostra em forma de gráfico a variabilidade da temperatura média diária entre os dois pontos.

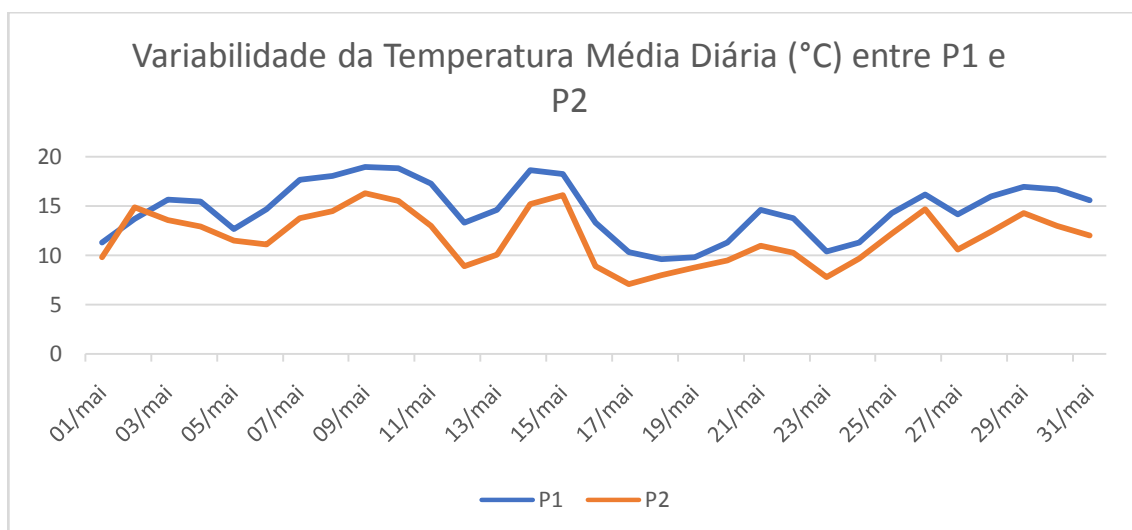


Figura 4 – Variabilidade da Temperatura Média Diária (°C) entre os dois pontos de coleta, P1 e P2.

É possível observar na Figura 4 que as temperaturas médias registradas no ponto P2 são mais baixas que as registradas no P1. Como já citado anteriormente, a diferença de 469 metros de altitude entre os dois pontos é a principal causa da variabilidade da temperatura.

Ainda, pode-se observar que no dia 02 de maio, há uma inversão no padrão de temperatura média apresentado durante o restante do mês, onde a temperatura média do ponto P2 é maior do que a do



ponto P1. Para explicar esta anormalidade dentro do padrão registrado durante o mês, foi analisada a carta sinótica de superfície das 12 horas do dia 02 de maio de 2016 (Figura 5).

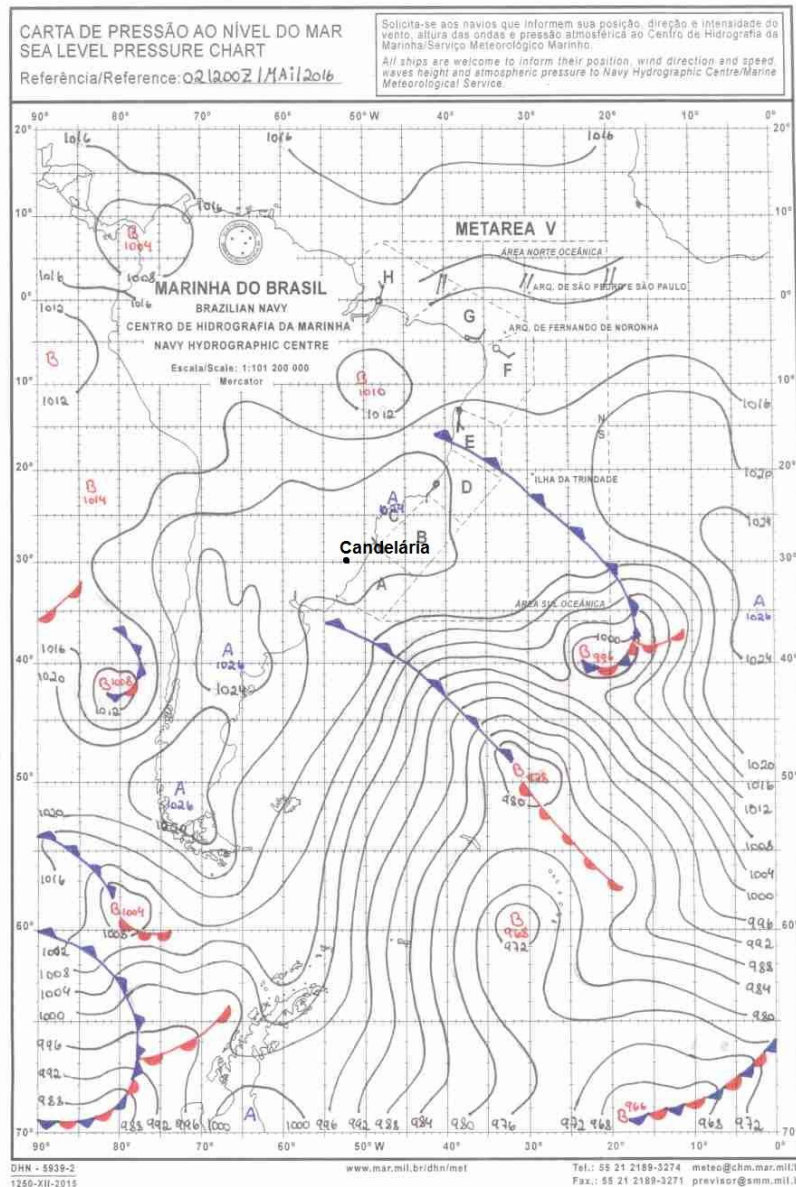


Figura 5 – Carta de Sinótica de Superfície das 12 h do dia 02 de maio de 2016.

Em uma breve análise na carta sinótica de superfície das 12 horas do referido dia, observa-se que o estado do Rio Grande do Sul encontra-se sob domínio da Massa Polar Atlântica, proveniente do Anticiclone Polar Atlântico. Para Barry e Chorley (2013) o movimento vertical da atmosfera depende do tipo de sistema de pressão, ou seja, nas áreas de alta pressão, onde costumam haver a subsidência do ar, pode ocorrer o aquecimento de camadas mais profundas de ar. Este aquecimento do ar mais elevado reduz o gradiente de temperatura, e pode causar inversões térmicas na troposfera anterior.



Assim, pode-se afirmar que no dia 02 de maio de 2016, na localidade do Cerro do Botucaraí, houve o registro de uma inversão térmica dentro do período da análise. Durante o restante do mês, entre o P1 e o P2, houve uma variação média de temperatura de 3,7°C, sendo a maior variação de temperatura registrada foi de 4,4°C entre P1 e P2 no dia 16 de maio e, a menor variação de temperatura foi de 1°C no dia 19 de maio.

Quanto a análise das médias mensais e diárias da umidade relativa do ar no ponto P1 e P2, pode-se observar que os valores de umidade são proporcionalmente inversos aos valores de temperatura registrados. Os valores médios mensais de umidade relativa do ar (URA) encontram-se na Tabela II.

Tabela II – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar nos pontos P1 e P2.

Ponto de Coleta	URA Média Mensal
P1	91 %
P2	87 %

De forma contrária aos resultados apresentados para as temperaturas, os valores médios mensais de umidade relativa do ar são mais altos para o P1 do que P2, com uma diferença de 4% entre os dois pontos. A variabilidade diária ocorre da mesma forma, como apresentado da Figura 6.

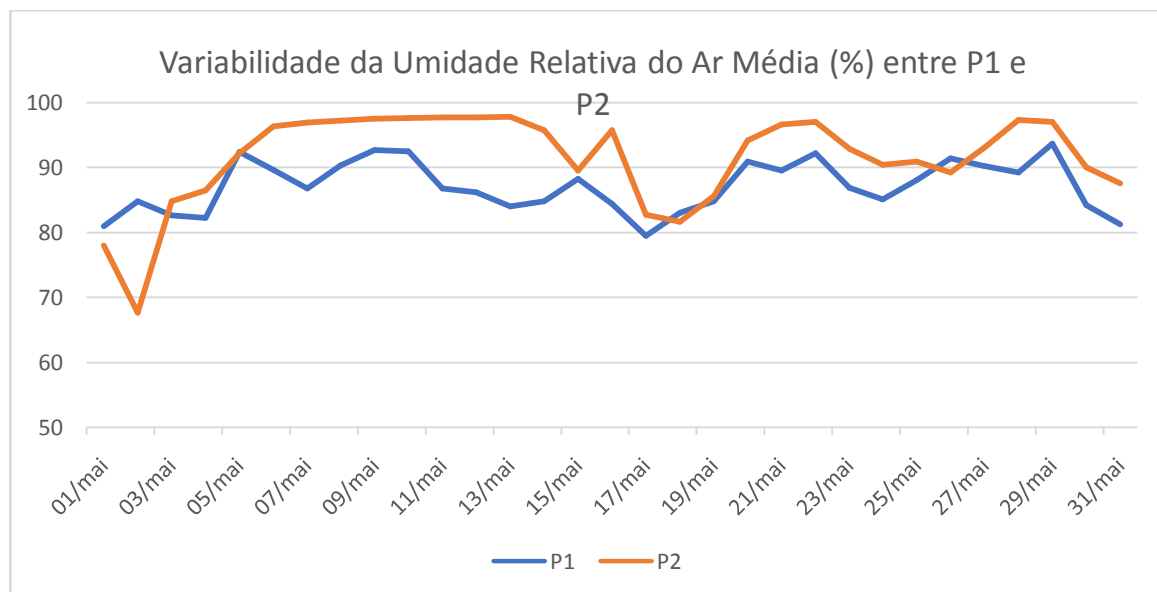


Figura 6 – Variabilidade da Umidade Relativa do Ar Média (%) entre P1 e P2.

Dessa forma, é possível afirmar que a variabilidade da URA dos pontos P1 e P2 ocorre simultânea à variabilidade da temperatura, não sendo possível atribuir nenhum outro fator para a ocorrência deste fenômeno.

Ainda, pode-se afirmar também que os valores médios de URA estão altos, e, afirma-se novamente, inversamente proporcionais aos valores médios de temperatura devido ao período do ano ao qual foi



feita a coleta de dados, durante o outono, período de transição entre o verão e o inverno no Hemisfério Sul, e momento em que as temperaturas na região Sul do Brasil começam a entrar em declínio.

6 Conclusão

Com o resultado das análises das médias diárias e mensais feitas com este estudo pode-se observar a existência da variação de temperatura e umidade relativa do ar entre o ponto P1 e P2, dentre os quais há uma diferença altimétrica de 469 metros. Também é possível afirmar que, enquanto os valores das médias de temperatura foram mais altas no ponto P1, a 100 metros de altitude acima do nível do mar, e mais baixas no ponto P2, de maior altitude (569 metros acima do nível do mar), os valores médios de umidade relativa do ar apresentaram variação de forma inversa a variação de temperatura, obtendo valores mais altos no ponto P2 de maior altitude e valores menores do ponto P1 de menor altitude. Da mesma forma ocorreu no episódio do dia 02 de maio, onde houve inversão térmica e higrométrica entre os pontos P1 e P2.

O valor do gradiente vertical encontrado com a análise da variação de temperatura média mensal entre o topo e a base do Cerro do Boturaí foi de 0,6°C a cada 100 metros de altitude, o que confirma o que Ayoade (2010) e Mendonça; Danni-Mendonça (2009) já afirmam sobre a variação do gradiente vertical da atmosfera e a diminuição de 0,6°C na temperatura a cada 100 metros elevados em altitude.

Ante os resultados apresentados pode-se afirmar que o relevo e a variação de altitude em 469 metros entre P1 e P2 funcionaram como principal fator causador da variabilidade da temperatura e da umidade relativa do ar, devido ao gradiente vertical da atmosfera.

7 Bibliografia

- AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
- BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, Tempo e Clima**. 9 ed. Porto Alegre, Bookman, 2013.
- BORSATO, V. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. 1 ed. Curitiba, Editora CRV, 2016.
- FALCÃO, R. M. et. al. Análise da Variação da Umidade Relativa do Ar do Pico da Bandeira, Parque Nacional Alto Caparaó, Brasil. **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física**. Universidade de Coimbra. Maio, 2010.
- GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. de; FALCÃO, R. M. Ocorrência de Inversão Térmica no Perfil Topoclimático do Pico da Bandeira, Parque Nacional do Alto Caparaó, Brasil. **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física**. Universidade de Coimbra. Maio, 2010.
- HINTZ, M. M. **Retalhos de Candelária, RS** da pré-história à colonização européia. vol.1. Gráfica ALS Schmachtenberg. 2006. 151p.
- HOPPE, I. L.; BARATTO, J.; WOLLMANN, C. A. Perfil Topoclimático do Cerro Comprido no Município de Faxinal do Soturno/RS – Uma Análise Termo-Higrométrica. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 2, v.1, n.5, p. 706-718, 2012.
- KÖEPPEN, W. **Climatología**. 2 ed. México – Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 1931.



RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público Estadual. Programa de Atuação Integrada por Bacias Hidrográficas. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.mprs.mp.br/areas/paibh/arquivos/bacias/municipios_de_abrangencia_da_bacia_baixo_jacui.pdf>. Acesso em: 23 nov, 2016.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SH. 22/Porto Alegre e parte das folhas SH. 21/Uruguaiana e SI. 22/Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro. IBGE, 1986. V. 32, 796 p.

SARTORI, P. L. P.; SARTORI, M. G. B. Um Brasil de Montanhas. **Ciência e Natura**, v.2, n. 26, p. 61-74, 2004.

TORRES, F. T. P; MACHADO, P. J. O. **Introdução a Climatologia.** São Paulo, Oficina de Texto, 2012.