

**Universidade de São Paulo**  
**Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas**  
**Departamento de Geografia**

Alexandre Passos Baldi

**Perfil topoclimático da Trilha Raiz da Serra  
na escarpa da Serra do Mar em Paranapiacaba**

**Topoclimatic profile of the Raiz da Serra Trail  
on the escarpment of Serra do Mar in Paranapiacaba**

São Paulo

2023

Alexandre Passos Baldi

**Perfil topoclimático da Trilha Raiz da Serra  
na escarpa da Serra do Mar em Paranapiacaba**

Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

**Área de Concentração:** Geografia Física

**Orientador:** Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

B177p Baldi , Alexandre Passos  
Perfil topoclimático da Trilha Raiz da Serra na  
escarpa da Serra do Mar em Paranapiacaba / Alexandre  
Passos Baldi ; orientador Emerson Galvani - São  
Paulo, 2023.  
33 f.

- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências  
Humanas da Universidade de São Paulo.

1. Geografia física . 2. Climatologia . 3. Perfil  
topoclimático. 4. Paranapiacaba . I. Galvani, Emerson  
, orient. II. Título.

Alexandre Passos Baldi, **Perfil topoclimático da Trilha Raiz da Serra na Escarpa da Serra do Mar em Paranapiacaba**. Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Emerson Galvani

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento\_\_\_\_\_Assinatura\_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jakeline Baratto

Instituição: Pós Doutoranda na Universidade  
de São Paulo

Julgamento\_\_\_\_\_Assinatura\_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Dias dos Santos

Instituição: Secretária de Educação da  
Prefeitura de São Paulo

Julgamento\_\_\_\_\_Assinatura\_\_\_\_\_

# RESUMO

Alexandre Passos Baldi, **Perfil topoclimático da Trilha Raiz da Serra na escarpa da Serra do Mar em Paranapiacaba**. Trabalho de Graduação Individual (TGI) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

A variação vertical da temperatura do ar na troposfera (primeira camada da atmosfera) apresenta uma redução em média de 0,6 °C a cada 100 metros de elevação altimétrica, não são considerados nessa redução media particularidades do local como cobertura vegetal, albedo, declividade e orientação das vertentes, essas particularidades são fatores relevantes para o controle da Umidade Relativa do Ar que ocorre em uma escala microclimática, enquanto a de controle do dar ocorre na escala topoclimática.

O estudo presente propõe-se a observar e analisar as variações da temperatura do ar e a Umidade Relativa do Ar em razão da variação altimétrica da área com dados coletados em loco, traçando assim um perfil topoclimático para a trilha Raiz da Serra localizada na Escarpa da Serra do Mar com início na Vila de Paranapiacaba e se estendendo até a antiga estação Raiz da Serra do sistema funicular no município de Cubatão no estado de São Paulo.

Palavras Chave: Perfil Topoclimático. Temperatura do Ar. Umidade Relativa do Ar. Escarpa da Serra do Mar. Paranapiacaba.

## ABSTRACT

Alexandre Passos Baldi, **Topoclimatic profile of the Raiz da Serra Trail on the Serra do Mar escarpment in Paranapiacaba**. Individual Graduation Work (TGI) - Faculty of Philosophy, Letters and Human Sciences, University of São Paulo, São Paulo, 2023.

The vertical variation of the air temperature in the troposphere (first layer of the atmosphere) presents an average reduction of 0.6 °C for every 100 meters of elevation elevation, this average reduction does not consider local particularities such as vegetation cover, albedo, slope, orientation of the slopes, these particularities are relevant factors for the control of the Relative Humidity of the Air that occurs in a microclimatic scale, while the control of the day occurs in the topoclimatic scale.

The present study proposes to observe and analyze variations in air temperature and relative humidity due to the altimetric variation of the area with data collected in loco, thus tracing a topoclimatic profile for the Raiz da Serra trail located on the Escarpa da Serra. Serra do Mar starting in Vila de Paranapiacaba and extending to the old station Raiz da Serra of the funicular system in the municipality of Cubatão in the state of São Paulo.

Keywords: Topoclimatic Profile. Air temperature. Relative humidity. Escarpment of Serra do Mar. Paranapiacaba.

# SUMÁRIO

<b>Introdução</b>	<b>07</b>
Motivação	08
Logística e adversidades	09
<b>Caracterização da Área de Estudo</b>	<b>10</b>
Localização	10
Geomorfologia	11
Clima	11
Cobertura Vegetal	13
<b>Material e Método</b>	<b>14</b>
<b>Análise dos Resultados</b>	<b>17</b>
Temperatura do ar	25
Umidade Relativa do Ar	28
<b>Considerações Finais</b>	<b>31</b>
<b>Referências</b>	<b>32</b>

# Introdução

O estudo dos atributos do clima de uma área específica exige a análise do contexto em que estão inseridos, isso inclui atributos locais e a circulação geral da atmosfera. (Santos, et al., 2016)

Um dos atributos mais importantes é a temperatura do ar, resultante do índice de radiação solar e interações entre este e outros fatores que também são influenciadores como; ventos, nebulosidade, vapor d'água, configuração e cobertura do terreno, etc..

O relevo é um condicionante da temperatura do ar de ordem topoclimática e influencia de maneira direta em como será o aquecimento da superfície e o transporte de calor entre ele e a atmosfera terrestre através do balanço de energia, sua localização, direção de vertentes, cobertura vegetal, concavidade, convexidade e proximidade com o oceano são características diretamente ligadas na distribuição de energia e calor sobre o terreno e sua interação com a troposfera.

A primeira camada da atmosfera, chamada troposfera, apresenta um gradiente térmico de relação inversa a elevação altimétrica. Essa relação não é proporcional de forma igualitária, sua proporção é de  $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  a cada 100 metros de elevação.

*“O relevo tem um efeito atenuador sobre a temperatura, principalmente porque a temperatura do ar diminui com a altitude crescente a uma taxa média de  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 100 metros” (Ayoade, 1996)*

A umidade relativa do ar é grandemente influenciada pela temperatura do ar e varia inversamente com a temperatura, o índice de umidade relativa do ar não nos oferece a informação sobre a quantidade de umidade na atmosfera, mas sim sobre quão próximo o ar está da saturação.

*“Umidade relativa é a razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra de ar e a quantidade de umidade que o mesmo volume de ar pode conservar na mesma temperatura e pressão quando saturado.” (Ayoade, 1996)*



Este estudo se propõe a analisar a interação clima/relevo na escala topoclimática na trilha Raiz da Serra localizada na escarpa da Serra do Mar na região da Vila de Paranapiacaba, distrito do município de Santo André.

Levando em conta então que a variação altimétrica influencia a temperatura e essa influência a umidade relativa do ar, este estudo verificará se os dados coletados em campo se comportarão como descritos nas bibliografias, e os analisará a fim de explicá-los.

## **Motivação**

O desenvolvimento da região da Vila de Paranapiacaba como pólo de atividades de ecoturismo e o crescente número de praticantes no Brasil de atividades como o camping e o trekking tem levado a uma crescente busca de lugares e informações para a prática destas atividades. Antigamente, década de 90, quando comecei a praticar estas atividades as informações eram passadas de boca a boca por entusiastas ou em guias vendidos em bancas de jornais com informações superficiais sobre as trilhas e com foco mais nos municípios onde se encontravam estas trilhas. Hoje temos fóruns e sites especializados nessas atividades, mas ainda com poucas informações sobre o clima da região, sendo que estas informações encontradas praticamente se resumem a indicação de em que época do ano ir.

Estamos em um momento onde há uma grande quantidade de informações sendo gerada, isso não é tão recente, porém cada vez mais é crescente essa produção e é necessária haver uma maior preocupação em gerar dados de forma satisfatória para os praticantes destas atividades e que eles aprendam a consultá-las e utilizá-las.

Chegando o período em que faria este TGI decidi estudar uma das trilhas de Paranapiacaba, local que frequento para essas atividades ao ar livre já a algumas décadas, escolhi para isso a trilha citada, pois o professor Galvani a usou durante um período para a realização de aulas de campos com os alunos de Climatologia I, podendo assim contribuir com os estudos que já existem sobre o clima na região do parque Estadual da Serra do Mar para a comunidade acadêmica e também gerar informações para estas atividades ao ar livre que hoje tem em abundância informações de trajeto, altimetria e elevação (traking log), mas muito poucas informações sobre o comportamento da temperatura do ar e umidade do ar específicas para as trilhas a serem percorridas.

## Logística e Adversidades

A logística para a realização do estudo praticamente se deu em percorrer a trilha em dias e períodos distintos, por vezes montando acampamento para pernoite e realização do trajeto em sentido oposto e período alternado. Foi necessário planejamento antecipado e transporte de equipamento como barracas, fogareiro, lanterna, kit primeiros socorros, cantil para água, etc., para os dias onde se pernoitaria no local escolhido para o acampamento (clareira na Pedra do Pulo no Rio Mogi), para os dias em que não houve pernoite foi levado apenas uma mochila de ataque onde estavam acomodados equipamentos básicos e lanches para uma refeição rápida.

A trilha Raiz da Serra é classificada pelos praticantes de trekking como uma trilha de nível difícil e para praticantes experientes, pois além de ter um percurso razoavelmente longo com uma variação altimétrica grande para a extensão da mesma, também conta com trechos de encosta e trechos escorregadios, vários trechos de terreno são muito acidentados e com constantes nevoeiros e chuvas.

**Figura 01:** Fotos tiradas durante o estudo.



**Figura 1** - Quadro com algumas fotos em que se pode observar algumas das situações descritas acima como, terrenos acidentados, neblina, chuva e um dos acampamentos – Fonte: Elaborado pelo próprio autor- 2023.

# Caracterização da área de Estudo

## Localização

A área de estudo tem início na Vila de Paranapiacaba (distrito do município de Santo André) e se estende até a prainha do rio Mogi (também chamado de rio Perequê), conhecida pelo nome de “Trilha da Raiz da Serra”, esta começa no estacionamento para turistas da vila e adentra o vale do rio Mogi que se situa entre a Serra do Mogi e a Serra do Mourão, a trilha se estende na direção NE/SO da borda da escapa da Serra do Mar até antiga estação abandonada “Raiz da Serra” que era parte do sistema de tração funicular para trens que outrora funcionou naquele trecho da serra de Paranapiacaba.

**Figura 02:** Localização da área de estudo.



**Figura 2 - imagem aérea da área estudada - imagem gerada a partir do Google Maps. - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023.**

## Geomorfologia

As escarpas da Serra do Mar consistem em uma faixa de encostas com vertentes abruptas que margeiam o Planalto Atlântico desde a região da Serra da Bocaina na divisa do estado do Rio de Janeiro até o norte do estado de Santa Catarina e embora seu solo em diversos locais seja raso a cobertura vegetal tem função importante para a estabilidade da encosta.

*A área de estudo localiza-se na Unidade Morfoestrutural do Cinturão Orogenético do Atlântico, um dos mais extensos do Brasil, tendo natureza poliorogênica. Este desenvolve-se desde o Uruguai até o norte da Bahia. Sua formação geológica tem por característica a presença de grandes variedades de gnaisses no envolvimento central do cinturão por complexos graníticos ladeados por rochas metamórficas. Sua gênese vincula-se a vários ciclos de dobramentos acompanhados de metamorfismos regionais, falhamentos e extensas intrusões. (Ross, 1997).*

*“Intensos processos de decomposição, principalmente químicos, realizam-se sob a influência dos altos índices pluviométricos durante o ano todo. A inclinação da encosta a decomposição da rochas e o fluxo de água no solo levam (principalmente na encosta) a uma diminuição dos fatores físicos do solo, com a consequência de crescente suscetibilidades a processos erosivos. A alta velocidade de decomposição provoca um rápido desenvolvimento na profundidade da camada decomposta. O fator básico para a estabilidade das encostas é, apesar de superficial, a extensa malha de raízes da Mata Atlântica da Serra do Mar”. (Gutberlet, 1996).*

## Clima

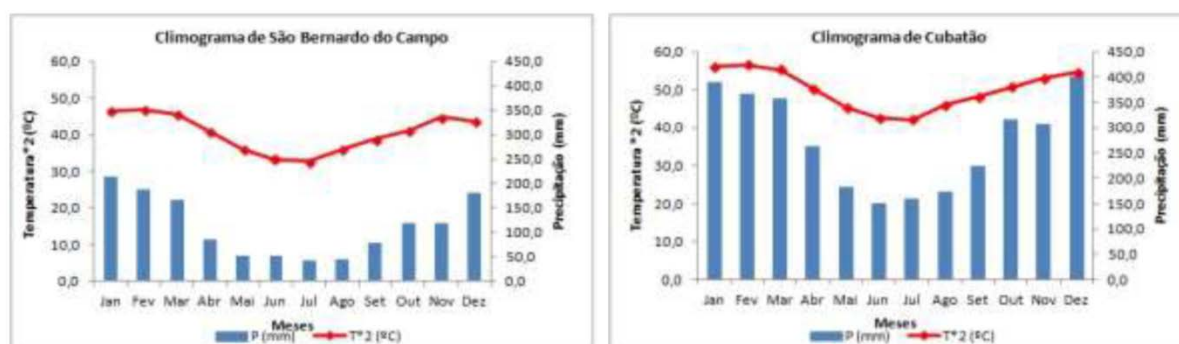
A região de estudo esta localizada no limite entre o clima tropical e subtropical e sob influência dos ventos de sudeste e das massas de ar tropicais do atlântico do nordeste e leste e também das massas de ar polares, região com umidade alta influenciada pela maritimidade e o efeito orográfico .

*“A região situa-se no limite entre o clima tropical e subtropical, ainda sob influência dos ventos do sudeste. Estes ventos sopram constantemente do sudeste rumo ao Equador, têm sua origem na forte queda de pressão atmosférica entre o centro de alta pressão subtropical do atlântico sul entre as latitudes 20 e 30 e o centro de baixa pressão equatorial.”*

*“O clima regional geralmente é dominado por massas de ar tropicais e subantárticas. O tempo quente dominado principalmente pelas massas de ar tropicais do Atlântico do Nordeste e Leste é estável, com temperaturas em elevação e alta umidade de ar. Em consequência da influência das massas de ar marítimas e equatoriais, da brisa marítima e do efeito de retenção orográfico, a média anual da umidade relativa do ar nessa região fica entre 70% e 90%”. (Gutberlet, 1996).*

**Figura 03:** Climograma de Gaussen para S. B. do Campo e Cubatão.

Revista Equador (UFPI), Vol. 5, Nº 5, p.01 - 19  
Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>



**Figura 3 –Climograma de Gaussen para as cidades de São Bernardo do Campo e Cubatão.**

Fonte: DAEE. Org.: Santos, Moraes, Galvani - 2016

Na figura 3 é possível a partir dos climogramas de Gaussem para as cidades de São Bernado do Campo e Cubatão, a primeira localizada no planalto e a segunda na planície, observar uma distribuição de chuva regular ao longo do ano com ausência de períodos secos, com um maior volume de chuvas registrado para Cubatão, isso por Cubatão ser fortemente afetada pelo efeito da maritimidade que traz umidade do oceano, este mesmo efeito também atinge a área de estudo na encosta da Serra do Mar apresentando volumes de chuvas muito semelhante ao de Cubatão. A Serra do Mar é um obstáculo natural para a massa de ar úmido que vem do oceano impedindo que a totalidade dessa umidade chegue ao planalto, precipitando em grande parte na encosta e na planície litorânea.

Os nevoeiros constantes na região da área de estudo também são consequência do efeito da maritimidade, o ar úmido do Oceano Atlântico é transportado pela brisa marítima encontrando-se com a Escarpa da serra do Mar e passando por convecção forçada se elevando e condensando em pequenas gotículas que ficam suspensas na atmosfera.



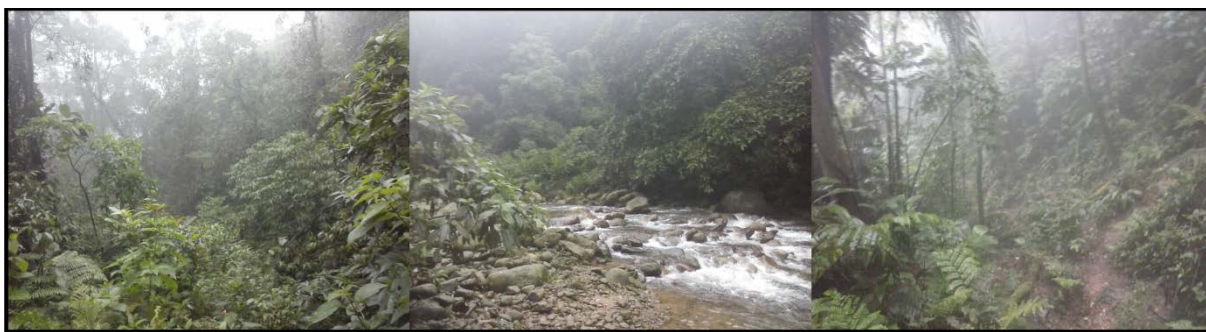
## Cobertura Vegetal

A vegetação da área de estudo é composta por floresta ombrófila densa submontana localizada entre as cotas de 100 e 500 metros e floresta ombrófila densa montana (figura – 4) localizada entre as cotas de 500 e 1000 metros, estas florestas da região de estudo hoje são classificadas como florestas secundárias por terem sofrido intensa ação humana no passado, apresentam alta densidade total, baixa área basal e árvores com altura e diâmetro menores.

*“A vegetação da área do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Itutinga-Pilões é composta pela floresta ombrófila densa de terras baixa (também conhecida como floresta alta do litoral) e pela floresta ombrófila densa submontana e montana (também denominadas de floresta da encosta da serra do mar)”.* (Oliveira, 2014)

*“As florestas secundárias encontradas atualmente na região de Paranapiacaba são resultantes da intensa derrubada de árvores da floresta original, ocorrida a partir da década de 1860, em virtude da implantação e manutenção da ferrovia Santos-Jundiaí e da própria Vila de Paranapiacaba, além do impacto da poluição atmosférica produzida pelo complexo industrial de Cubatão entre as décadas de 1950 até 1980, afetando diretamente a estrutura de alguns trechos da floresta”.* (Lima, 2011)

**Figura 04:** Cobertura vegetal da área estudada



**Figura 4 - Cobertura vegetal intensa formada pela floresta ombrófila montana e submontana.**

**Fonte:** Elaborado pelo próprio autor.

## Material e Método

Para a coleta de dados foram utilizados 2 mini abrigos meteorológicos (figura - 5) com datalogger de registro de temperatura e umidade relativa do ar modelo HT500 (detalhes sobre a funcionalidade dos abrigos podem ser obtidos em ARMANI e GALVANI, 2005, também se fez uso de uma planilha para anotação dos horários de passagem pelos pontos de referencia das cotas altimétrica.

**Figura 05:** Datalogger HT500 e mini abrigo meteorológico



**Figura 5 – Datalogger HT500 e mini abrigo meteorológico**

**Fonte:** SANTOS, Denise dias, et al – Revista Equador, v. 5, n. 5, p. 1-19, 2016.

Um dos abrigos foi instalado em uma área adequada na Vila de Paranapiacaba, e o segundo abrigo foi transportado em uma haste de alumínio ao longo da trilha para a coleta de dados em seus variados pontos (esse método foi adotado pelo fato da Trilha Raiz da Serra ser uma trilha com alto fluxo de pessoas em diferentes atividades o que gerou o temor de furto dos abrigos caso se opta-se pela fixação dos mesmos nos pontos de coleta de dados).

Para a coleta de dados com o abrigo móvel percorreu-se a trilha desde seu início no estacionamento da parte alta da vila até o ponto que registrava 100m de altimetria em diferentes dias e horários entre as datas de 24/09/2016 e 25/10/2016.

Os registros dos dados foram feitos percorrendo a trilha nos dois sentidos (Paranapiacaba/Cubatão e Cubatão/Paranapiacaba) com paradas obrigatórias nos pontos das cotas altimétricas e permanecendo nos pontos por 5 minutos já que os abrigos estavam configurados para registrar a temperatura e umidade nesse intervalo de tempo.

Os equipamentos foram cedidos e configurados pelo laboratório de climatologia da FFLCH e seus horários foram ajustados junto com um cronometro que serviu de referencia durante todo o período de coleta de dados.

Para aferição dos pontos de coleta de dados no trajeto da trilha foi utilizado um altímetro cedido pelo laboratório de geomorfologia e um GPS Garmin cedido pelo laboratório de sensoriamento remoto.

Para o estudo foi considerado o intervalo altimétrico entre 800m e 100m com pontos para coleta de dados a cada 100m (figura – 6 e figura - 7).

Após a coleta dos dados os mesmos foram planilhados e selecionados a fim de obter somente os registros que correspondiam aos pontos e horários que interessam a este estudo, os mesmos foram posteriormente colocados em tabelas e gráficos comparativos para análise e uma posterior apresentação de resultados.

**Figura 06: Pontos de coletas de dados**

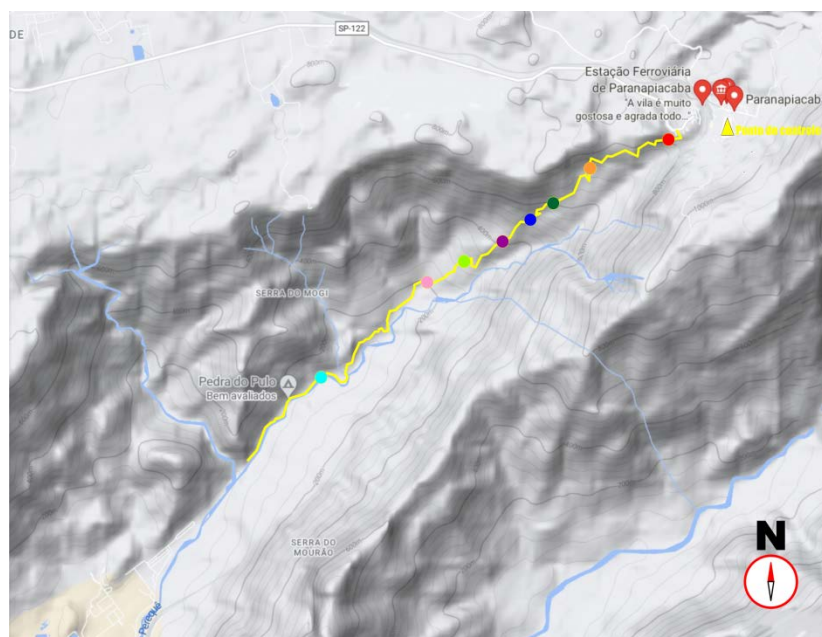
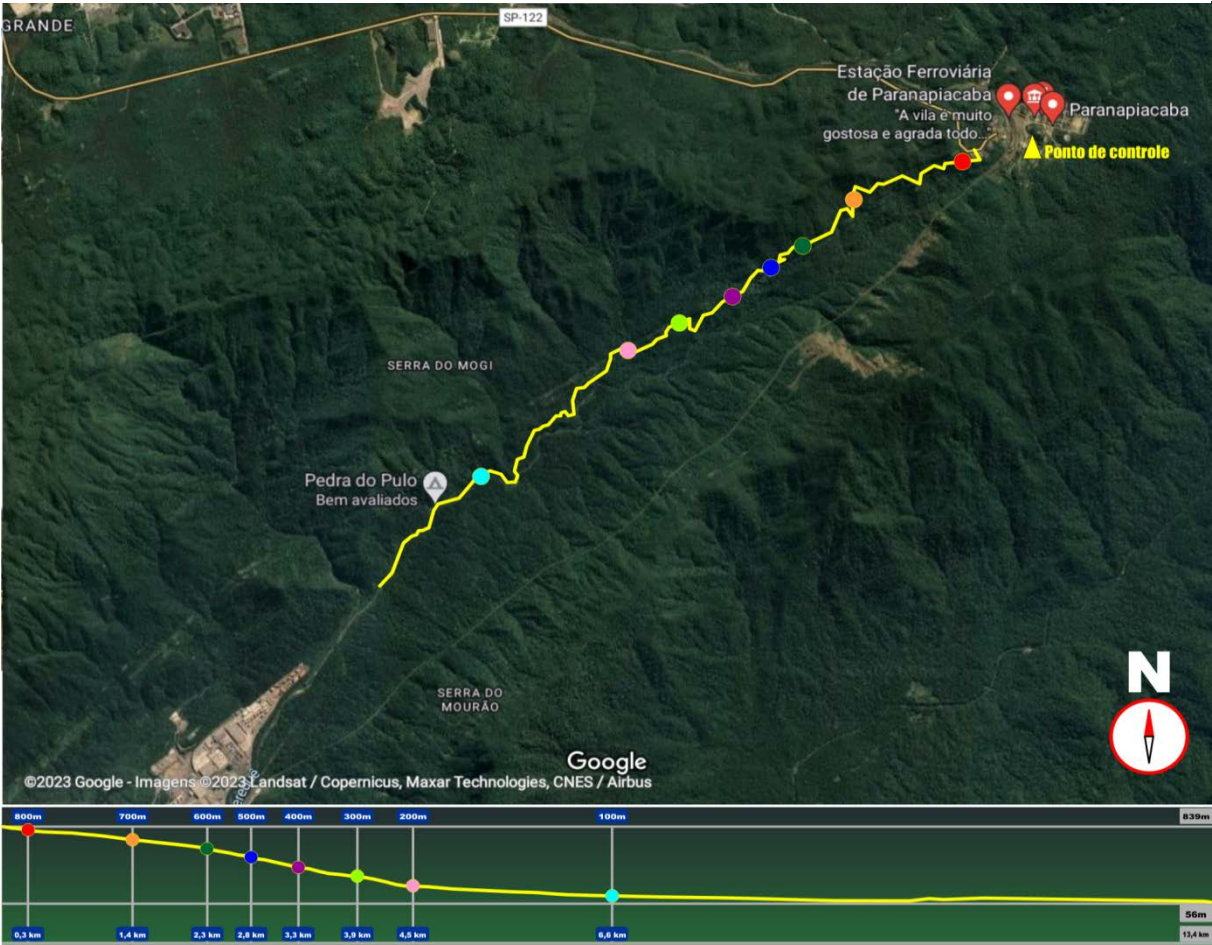


Figura 6 - Imagem com cotas topográficas e percurso da trilha com indicação dos pontos de coleta de dados - Imagem coletada do Google Maps e posteriormente editada com o trajeto e os pontos de coleta de dados - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023



**Figura 07:** Percurso da trilha Raiz da Serra com indicação dos pontos de coleta de dados



**Figura 7** - Percurso da trilha Raiz da Serra com indicação dos pontos de coleta de dados e altimetria em relação a distância de um ponto a outro - imagem coletada no Google Maps e posteriormente editada - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

**Tabela 01:** Coordenadas dos pontos de coleta.

Pontos e Coordenadas			
Ponto	Altimetria	Latitude	Longitude
0	816m	S 23°46'39,6"	WO 46°18'12,0"
1	800m	S 23°46'48,3"	WO 46°18'27,0"
2	700m	S 23°46'00,4"	WO 46°18'55,5"
3	600m	S 23°46'10,6"	WO 46°19'10,0"
4	500m	S 23°46'16,1"	WO 46°19'18,3"
5	400m	S 23°46'25,2"	WO 46°19'30,9"
6	300m	S 23°46'32,3"	WO 46°19'45,9"
7	200m	S 23°46'47,4"	WO 46°20'12,8"
8	100m	S 23°46'26,8"	WO 46°20'57,7"

**Tabela 1** - Coordenadas UTM dos pontos de coleta de dados - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

## Análise e resultados

O gradiente térmico médio da atmosfera no perfil topoclimático da área estudada considerando as sete observações em datas e períodos diferentes ficou em  $0,78\text{ }^{\circ}\text{C}$  considerando somente o espaço horário em que se coletava dados na trilha, tendo sido registrado o maior gradiente térmico no dia 02/10/2016 no período da manhã, sendo este de  $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e o menor gradiente térmico registrado no dia 25/10/2016 sendo de  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  no período da madrugada, já para o gradiente térmico considerando o período integral do dia temos o maior gradiente no dia 18/10/2016 alcançando  $7,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  e o menor no dia 02/10/2016 alcançando  $2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , faz se necessário comentar que os dias 01/09/2016 e 25/10/2016 foram os dias em que foi instalado e desinstalado o mini abrigo no ponto de controle e portanto não temos os dados completos do período integral do dia portanto foram desconsiderados no que se diz respeito ao gradiente térmico de período integral .

Para obter o gradiente térmico considerando a variação altimétrica foi usado o desvio absoluto da temperatura entre o ponto 0 (ponto de controle fixado na Vila de Paranapiacaba) e os pontos ao longo do percurso da trilha, sendo o ponto 01 na cota de 800m e o ponto 08 na cota de 100m ( a decisão de usar o desvio absoluto de temperatura se dá pelo fato das medições dos dados se darem em horários diferentes entre os pontos por causa do deslocamento entre os mesmos), feito estas considerações temos o gradiente térmico médio considerando a variação altimétrica de  $0,43\text{ }^{\circ}\text{C}$  a cada 100m. Com maior gradiente térmico considerando a altimetria registrado no dia 24/09/2016 com valor de  $0,57\text{ }^{\circ}\text{C}$  a cada 100 metros e o menor no dia 18/10/2016 com o valor de  $0,28\text{ }^{\circ}\text{C}$  a cada 100 metros.

Nas páginas a seguir será exposto as tabelas dos períodos com coleta de dados nos dias e horários em que ocorreram e também os gráficos de temperatura, umidade relativa do ar e de desvio absoluto da temperatura entre os pontos na trilha e o ponto de controle. A análise terá continuidade após a apresentação dos gráficos e tabelas.

Dados do Dia 24/09/2016 (Tarde)					
Horario/Altimetria		Pontos de Medição ao Longo da Trilha		Estação na Vila de Paranapiacaba	
Altimetria	Hora	Umidade Relativa	Temperatura °C	Umidade Relativa	Temperatura °C
100	14:28	96.8	19.7	85.3	14.8
200	15:28	96.7	18.3	85.5	14.7
300	16:03	96.8	17.8	85.7	14.7
400	16:33	96.8	17.2	85.9	14.7
500	16:58	96.9	16.6	86.0	14.4
600	17:23	96.9	15.8	86.1	14.2
700	17:48	96.9	15.1	86.2	14.1
800	18:18	97.0	14.3	86.4	13.9

Tabela 2 - Dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar do dia 24/09/2016 período da tarde - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

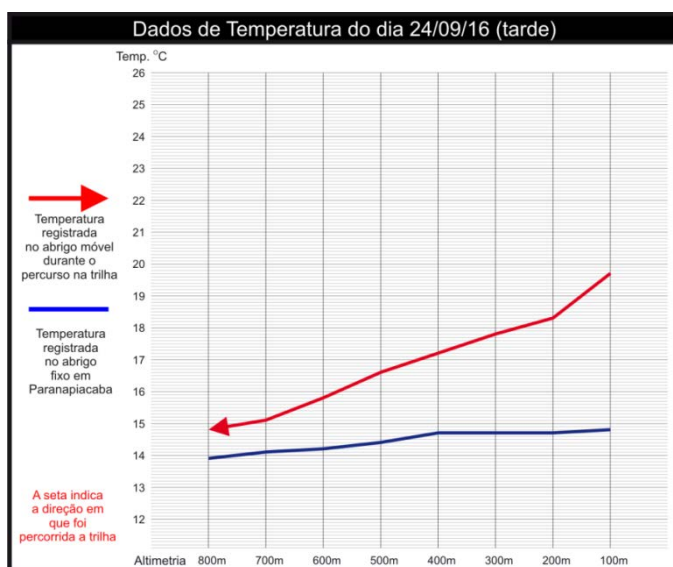


Gráfico 1 - Temperatura do ar nas cotas altimétricas e no ponto de controle no dia 24/09/2016 período da tarde - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

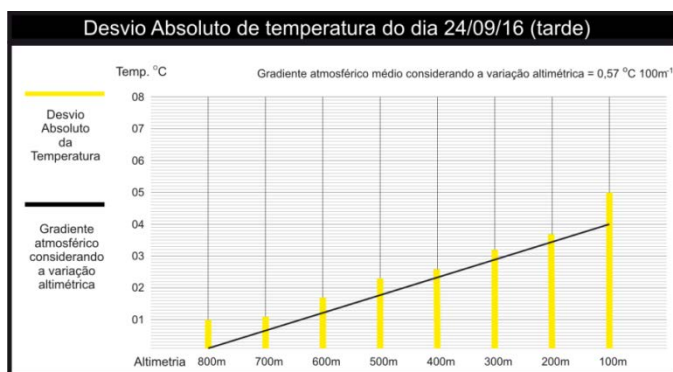


Gráfico 2 - Desvio absoluto da temperatura do ar entre o ponto de controle e os pontos da trilha e o gradiente de temperatura em função da altimetria no dia 24/09/2016 período da tarde - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

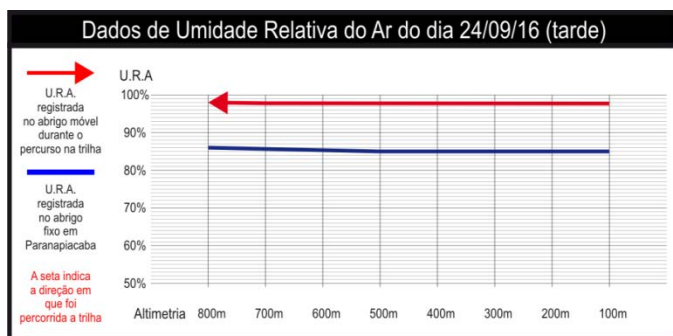


Gráfico 3 - comparação da Umidade Relativa do Ar entre o ponto de controle e os pontos na trilha no dia 24/09/2016 período da tarde - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

Dados do Dia 01/10/2016 (Manhã)					
Horario/Altimetria		Pontos de Medição ao Longo da Trilha		Estação na Vila de Paranapiacaba	
Altimetria	Hora	Umidade Relativa	Temperatura °C	Umidade Relativa	Temperatura °C
800	08:39	91.3	14.1	92.6	13.4
700	09:09	93.8	14.1	92.5	13.3
600	09:34	94.8	14.7	92.6	13.4
500	10:04	95.0	15.8	92.4	13.5
400	10:24	94.9	15.9	92.5	13.9
300	10:44	95.5	16.6	92.5	13.8
200	11:04	95.6	17.4	92.5	14.3
100	11:49	95.8	18.3	92.3	14.3

Tabela 3 - Dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar do dia 01/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

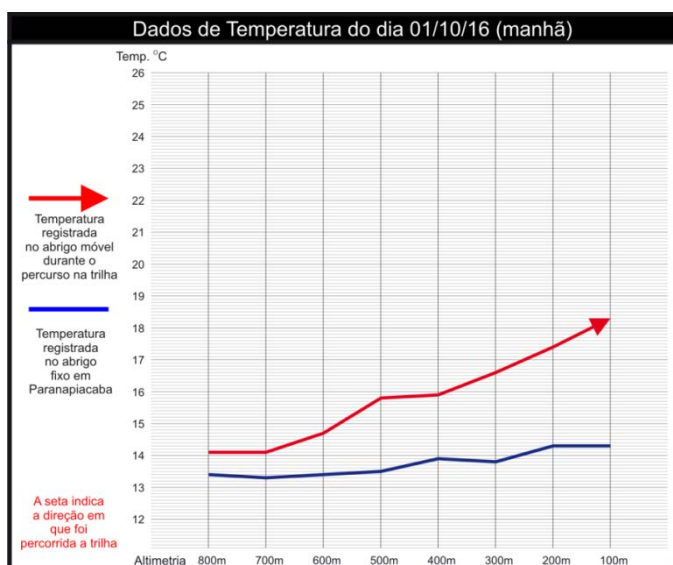


Gráfico 4 - Temperatura do ar nas cotas altimétricas e no ponto de controle no dia 01/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

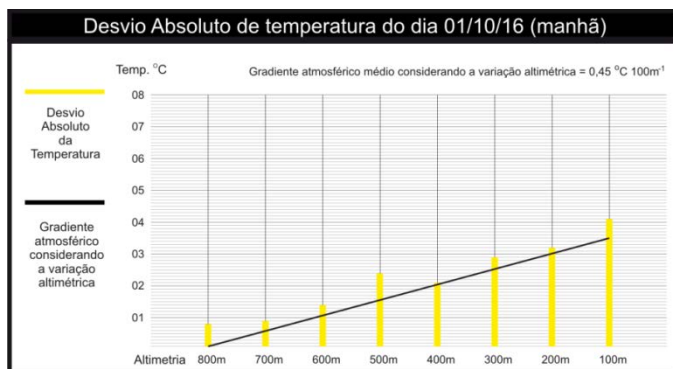


Gráfico 5 - Desvio absoluto da temperatura do ar entre o ponto de controle e os pontos da trilha e o gradiente de temperatura em função da altimetria no dia 01/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

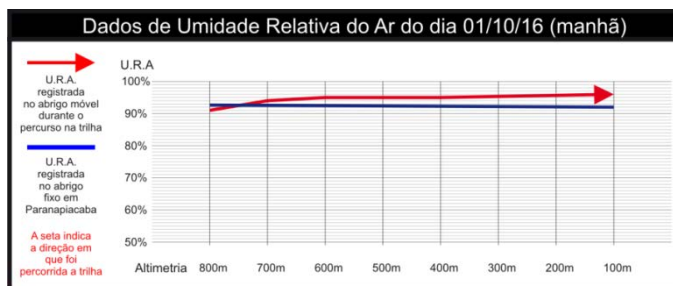


Gráfico 6 - comparação da Umidade Relativa do Ar entre o ponto de controle e os pontos na trilha no dia 01/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

Dados do Dia 02/10/2016 (Manhã)					
Horario/Altimetria		Pontos de Medição ao Longo da Trilha		Estação na Vila de Paranapiacaba	
Altimetria	Hora	Umidade Relativa	Temperatura °C	Umidade Relativa	Temperatura °C
100	09:34	95.4	19.7	92.1	15.3
200	10:54	96.0	19.5	92.0	15.3
300	11:39	95.3	19.6	92.0	15.5
400	12:04	95.2	19.1	92.1	15.8
500	12:29	95.1	18.4	91.9	16.3
600	12:59	94.6	17.9	91.9	16.4
700	10:24	95.0	17.2	91.8	16.3
800	11:14	95.8	17.0	91.7	16.3

Tabela 4 - Dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar do dia 02/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

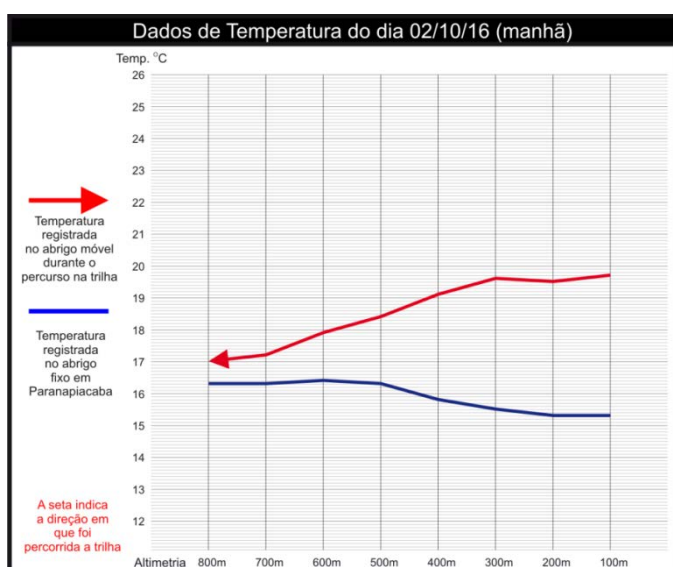


Gráfico 7 - Temperatura do ar nas cotas altimétricas e no ponto de controle no dia 02/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

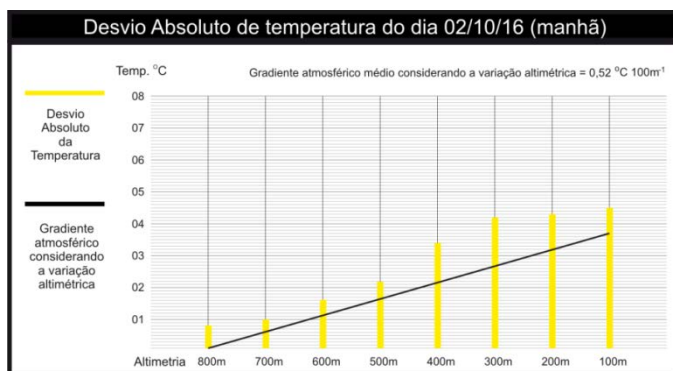


Gráfico 8 - Desvio absoluto da temperatura do ar entre o ponto de controle e os pontos da trilha e o gradiente de temperatura em função da altimetria no dia 02/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023



Gráfico 9 - comparação da Umidade Relativa do Ar entre o ponto de controle e os pontos na trilha no dia 02/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

Dados do Dia 12/10/2016 (Manhã)					
Horario/Altimetria		Pontos de Medição ao Longo da Trilha		Estação na Vila de Paranapiacaba	
Altimetria	Hora	Umidade Relativa	Temperatura °C	Umidade Relativa	Temperatura °C
800	08:17	88.1	18.0	92.9	16.3
700	08:42	92.5	17.8	92.6	16.5
600	09:12	91.2	18.5	92.4	16.8
500	09:32	91.0	20.2	92.1	16.9
400	09:57	90.6	20.5	91.6	17.0
300	10:12	90.4	21.1	91.6	17.1
200	10:37	90.1	21.8	91.3	17.1
100	11:17	93.2	21.4	91.4	17.5

Tabela 5 - Dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar do dia 12/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

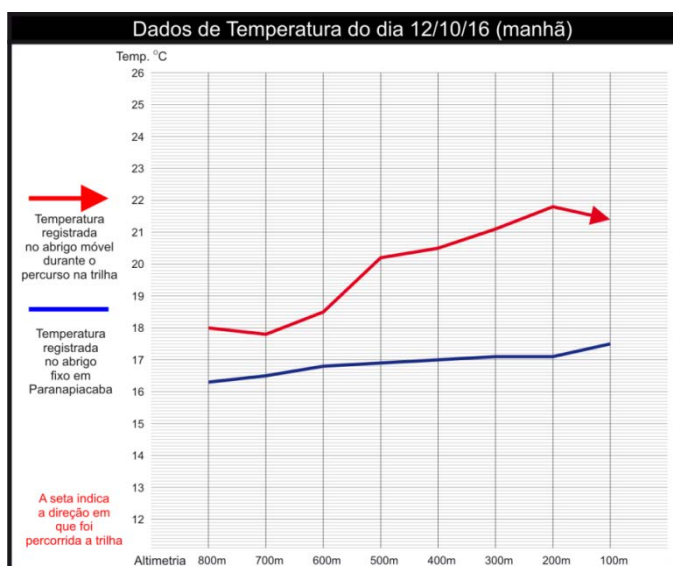


Gráfico 10 - Temperatura do ar nas cotas altimétricas e no ponto de controle no dia 12/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

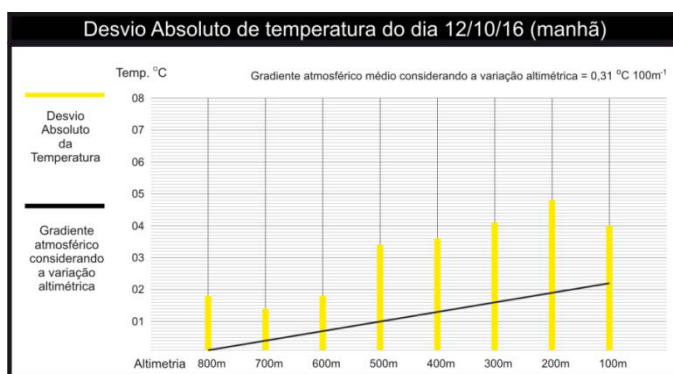


Gráfico 11 - Desvio absoluto da temperatura do ar entre o ponto de controle e os pontos da trilha e o gradiente de temperatura em função da altimetria no dia 12/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

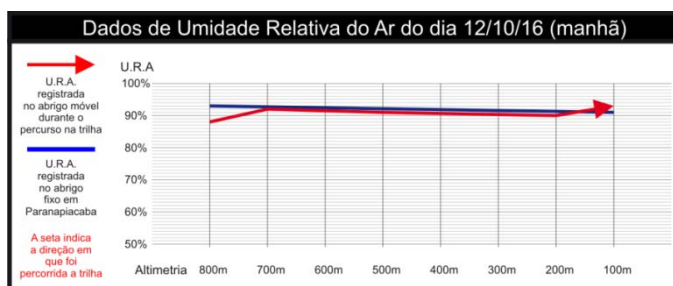


Gráfico 12 - comparação da Umidade Relativa do Ar entre o ponto de controle e os pontos na trilha no dia 12/10/2016 período da manhã - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023



Dados do Dia 12/10/2016 (Tarde)					
Horario/Altimetria		Pontos de Medição ao Longo da Trilha		Estação na Vila de Paranapiacaba	
Altimetria	Hora	Umidade Relativa	Temperatura °C	Umidade Relativa	Temperatura °C
100	11:27	92.5	21.7	91.3	17.6
200	13:57	91.9	21.5	91.1	17.7
300	14:27	89.9	21.2	91.3	17.3
400	14:47	91.7	20.5	91.7	17.4
500	15:12	91.7	20.0	91.8	17.4
600	15:32	92.5	18.9	91.9	17.3
700	15:57	94.2	18.0	92.0	17.1
800	16:21	94.7	17.3	92.1	16.8

Tabela 6 - Dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar do dia 12/10/2016 período da tarde - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

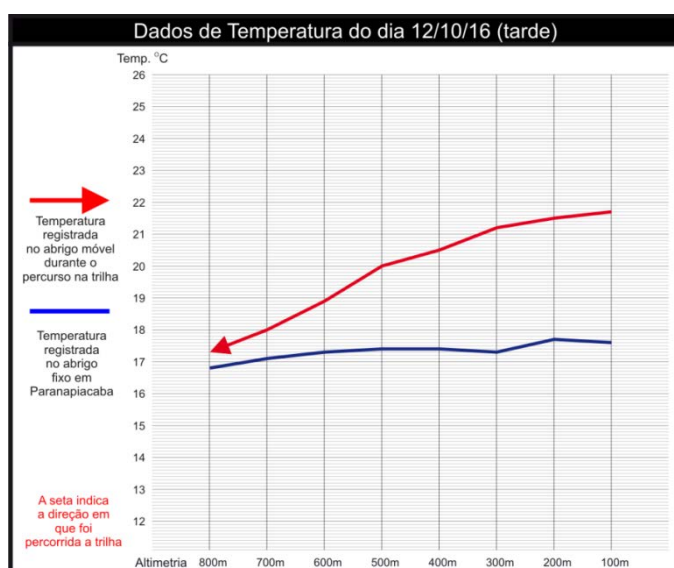


Gráfico 13 - Temperatura do ar nas cotas altimétricas e no ponto de controle no dia 12/10/2016 período da tarde - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

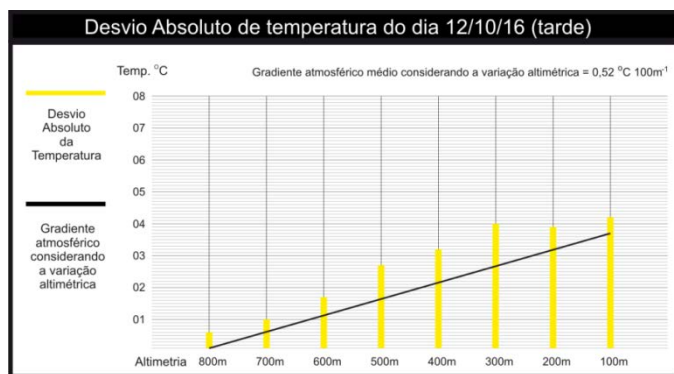


Gráfico 14 - Desvio absoluto da temperatura do ar entre o ponto de controle e os pontos da trilha e o gradiente de temperatura em função da altimetria no dia 12/10/2016 período da tarde - Alexandre Passos Baldi



Gráfico 15 - comparação da Umidade Relativa do Ar entre o ponto de controle e os pontos na trilha no dia 12/10/2016 período da tarde - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

Dados do Dia 18/10/2016 (Madrugada)					
Horario/Altimetria		Pontos de Medição ao Longo da Trilha		Estação na Vila de Paranapiacaba	
Altimetria	Hora	Umidade Relativa	Temperatura °C	Umidade Relativa	Temperatura °C
800	01:37	88.7	20.1	92.4	19.0
700	02:01	93.4	19.5	92.5	18.9
600	02:32	94.6	19.9	92.5	18.9
500	02:58	95.0	20.1	92.5	18.6
400	03:27	95.7	20.7	92.6	18.5
300	03:52	96.0	21.1	92.7	18.5
200	04:27	95.8	21.2	92.7	18.5
100	04:57	96.3	21.6	92.7	18.6

Tabela 7 - Dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar do dia 18/10/2016 período da madrugada - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

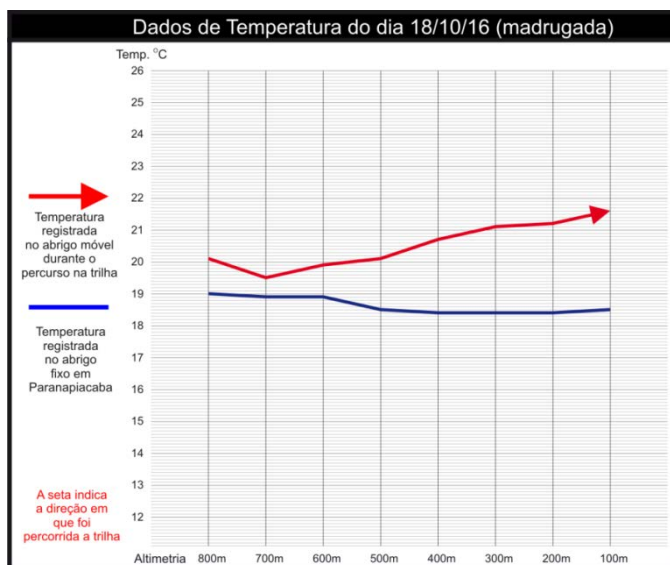


Gráfico 16 - Temperatura do ar nas cotas altimétricas e no ponto de controle no dia 18/10/2016 período da madrugada - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

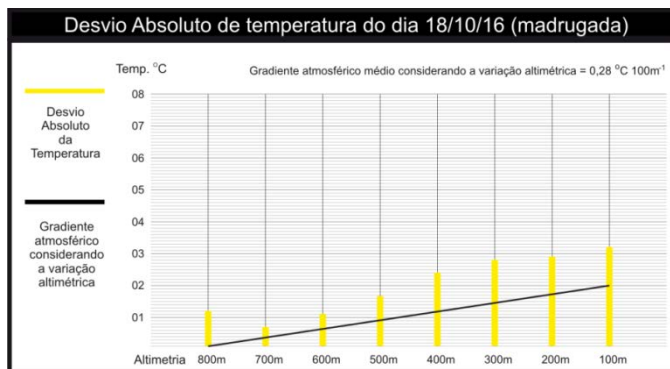


Gráfico 17 - Desvio absoluto da temperatura do ar entre o ponto de controle e os pontos da trilha e o gradiente de temperatura em função da altimetria no dia 18/10/2016 período da madrugada - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

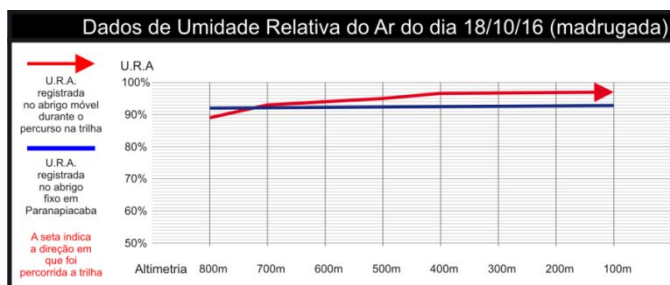


Gráfico 18 - comparação da Umidade Relativa do Ar entre o ponto de controle e os pontos na trilha no dia 18/10/2016 período da madrugada - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023



Dados do Dia 25/10/2016 (Madrugada)					
Horario/Altimetria		Pontos de Medição ao Longo da Trilha		Estação na Vila de Paranapiacaba	
Altimetria	Hora	Umidade Relativa	Temperatura °C	Umidade Relativa	Temperatura °C
800	01:13	93.1	19.2	93.0	18.7
700	01:43	95.0	19.1	93.0	18.7
600	02:13	95.9	19.6	93.0	18.6
500	02:33	96.0	20.1	93.0	18.6
400	02:58	96.2	20.4	93.0	18.4
300	03:18	96.5	20.8	93.1	18.5
200	03:43	96.7	21.4	93.1	18.5
100	04:23	96.9	21.8	93.1	18.5

Tabela 8 - Dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar do dia 25/10/2016 período da madrugada - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

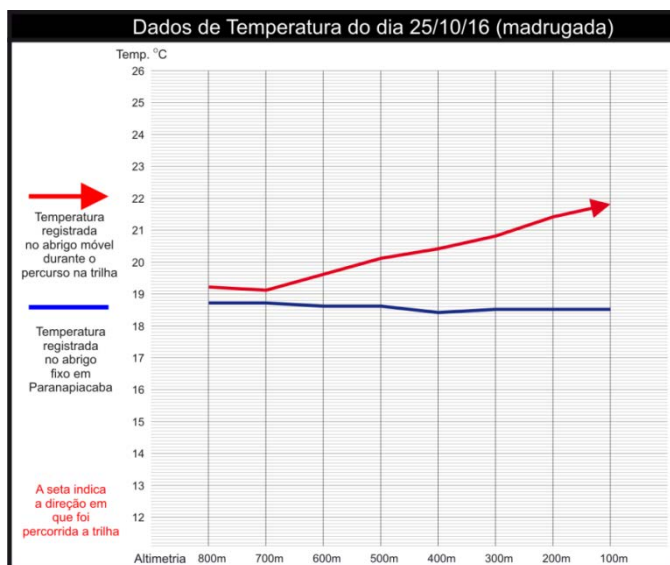


Gráfico 19 - Temperatura do ar nas cotas altimétricas e no ponto de controle no dia 25/10/2016 período da madrugada - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

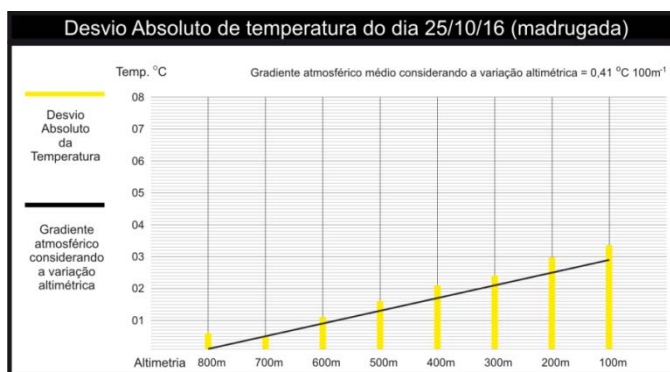


Gráfico 20 - Desvio absoluto da temperatura do ar entre o ponto de controle e os pontos da trilha e o gradiente de temperatura em função da altimetria no dia 25/10/2016 período da madrugada - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

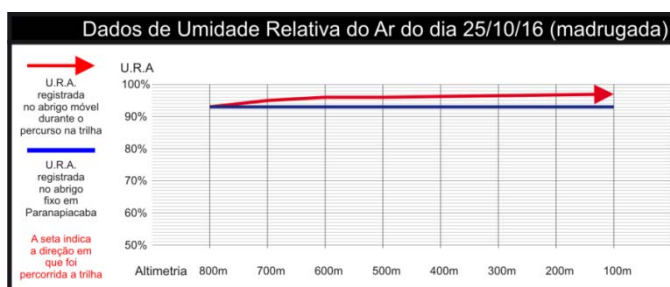


Gráfico 21 - comparação da Umidade Relativa do Ar entre o ponto de controle e os pontos na trilha no dia 25/10/2016 período da madrugada - Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

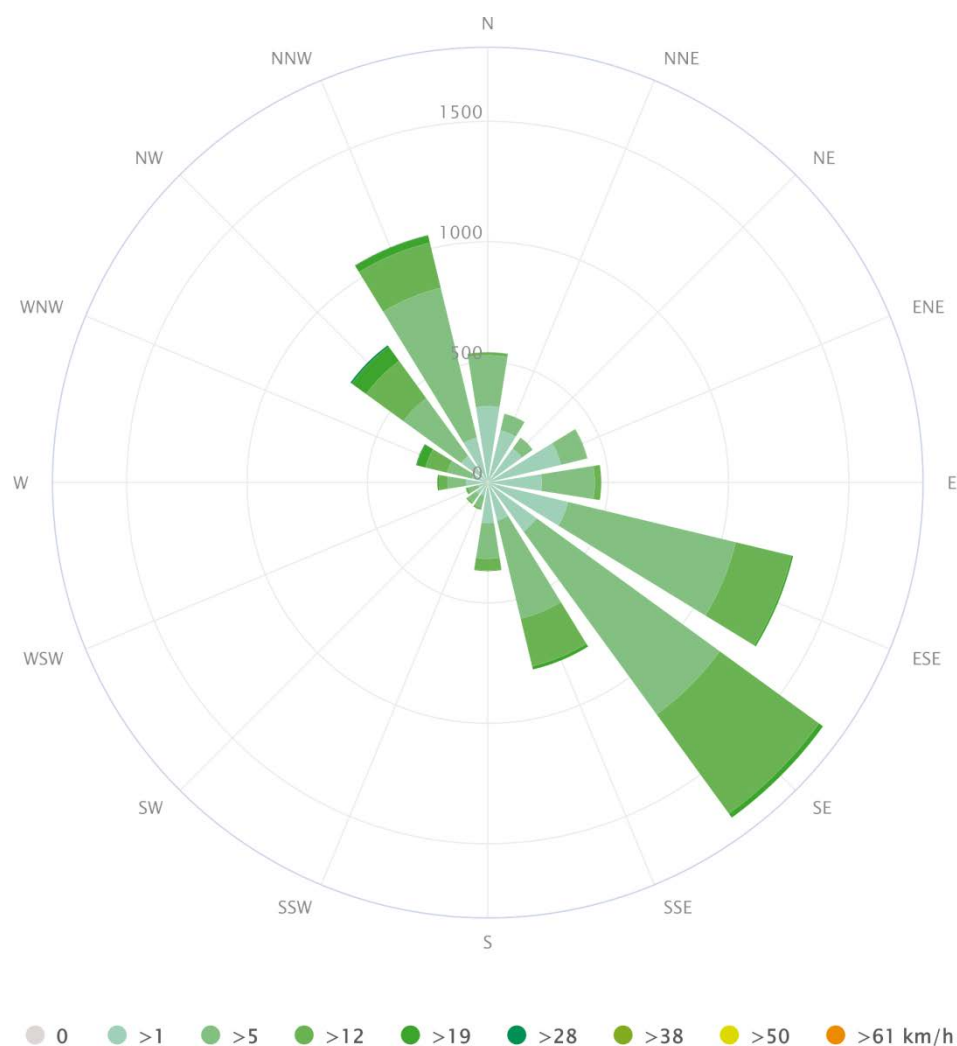
## Temperatura do Ar

Os gráficos nos mostram um gradiente térmico em relação a altimetria variando entre 0,57 °C e 0,31 °C, esses valores foram obtidos calculando a variação do desvio absoluto e extraindo a média entre os valores (cálculo feito com desvio da temperatura para minimizar o fator tempo de deslocamento entre os pontos da trilha). Considerando os valores de gradiente térmico dos dias de coleta de dados obtemos o gradiente de temperatura médio em relação a altimetria de 0,48 °C a cada 100m para o período estudado.

Também observa-se nos gráficos do dia 18/10/2016 período da madrugada que nesse dia ocorreu o menor desvio de temperatura e o menor gradiente térmico em relação a altimetria, sendo registrado 3,0 °C e 0,28 °C a cada 100m respectivamente. Também observamos valores baixos de desvio de temperatura e Gradiente térmico nos dias 25/10/2016 período da madrugada e 12/10/2016 período da manhã. Essa ocorrência de valores baixos pode ser explicada pela direção do vento no período da noite e madrugada que sopram na direção sul e sudeste gerando o que é conhecido como brisa catabática (escoamento do ar frio encosta abaixo), pois o vento na região de Paranapiacaba tende a soprar na direção do oceano no período da madrugada promovendo o escoamento do ar frio (Brisa catabática) nas encostas da escarpa da Serra do Mar.

*“Em condições climáticas normais, observa-se que em Cubatão, no final do período noturno e pela manhã os ventos sopram na direção do oceano (S e SE) enquanto no período mais quente do dia, ocorre a inversão na direção dos ventos que passam a soprar para a serra (N e NW), transportando umidade e poluentes do complexo industrial diretamente para as escarpas, provocando sua concentração no Vale do Rio Mogi, Perequê e Caminho do Mar.” (Lima – 2010)*

**Figura 08:** Rosa dos ventos para Paranapiacaba.



**Figura 8 - Rosa dos ventos indicando direção e quantidades de horas por ano em que o vento sopra nesta direção.**

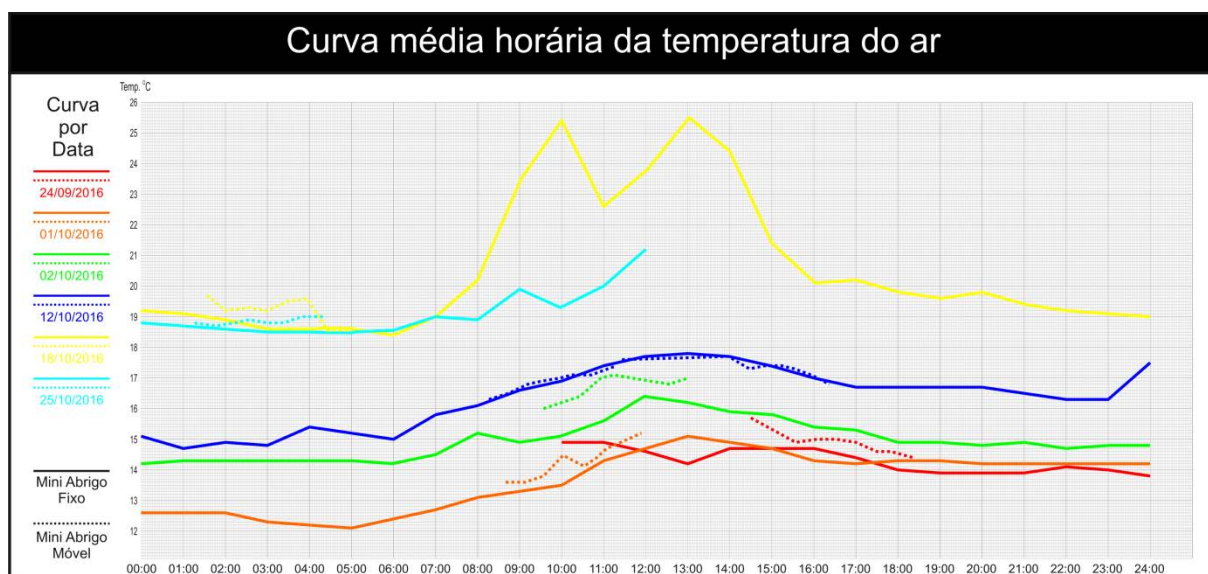
**Exemplo SE:** indica que o vento tem origem sudeste e sopra em direção Noroeste NW.

Fonte: Site Meteoblue em 10/05/2023

Também observa-se nos gráficos de temperatura e umidade relativa do ar que os dias em que ocorreram os maiores desvios de temperatura entre o ponto de controle e os pontos da trilha foram os dias de maior gradiente térmico em relação a altimetria.

Assim podemos afirmar que no Vale do Rio Mogi na escapa da Serra do Mar a elevação altimétrica é um fator importante no controle da temperatura.

**Gráfico 22:** Curva média horária da temperatura do ar



**Gráfico 22 – Comparação da curva de temperatura dos pontos de coleta de dados na trilha com a curva de temperatura diária do ponto de controle – Fonte: Elaborado pelo próprio autor- 2023**

O gráfico 22 nos mostra a temperatura do ar horária no ponto de controle e nos pontos ao longo do percurso da trilha, nele podemos observar que os valores da curva de temperatura do ar da trilha e os valores de temperatura do ar do ponto de controle se comportam de forma muito similar e com os valores dos dados da trilha ligeiramente acima em relação aos do ponto de controle.

Obs.: Para se obter a curva de temperatura do ar do percurso da trilha subtraiu-se o valor do gradiente térmico de temperatura do ar em relação a altimetria ponto a ponto de forma progressiva.

Ao comparar o gráfico 22 de temperatura do ar horária e o próximo gráfico na figura 9 de média histórica de temperatura do ar mês a mês nota-se que as curvas de temperatura do período em que foi coletado os dados estão em acordo com o esperado para o período observado no estudo, mostrando que o estudo foi realizado dentro das condições de clima típico da região sem ocorrências de anormalidade no clima o que nos garante maior assertividade no que se diz respeito ao gradiente térmico de temperatura em relação a

**Figura 09: Dados históricos simulados de clima e tempo para Paranapiacaba**

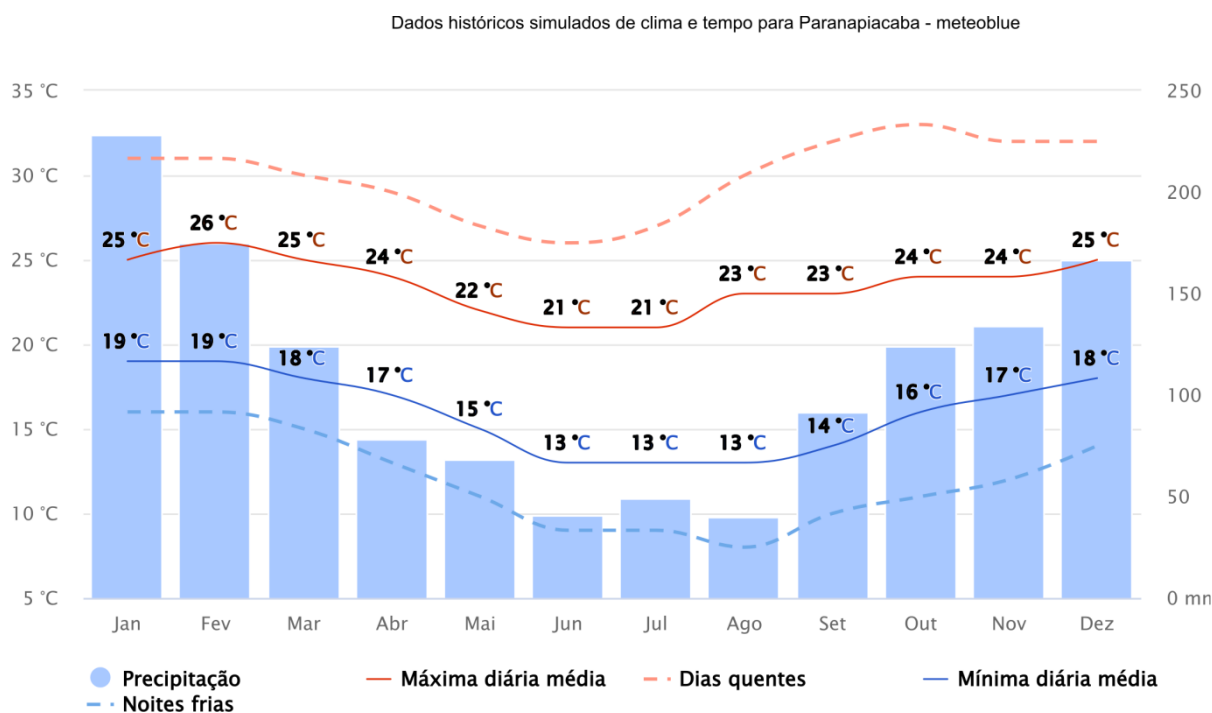


Figura 9 – gráfico com media anual de Temperatura do Ar e precipitação a partir de dados históricos – Fonte: site Meteoblue em 10/05/2023

## Umidade Relativa do Ar

Locais com cobertura vegetal apresentam maior umidade relativa do ar em relação aqueles com solos expostos ou baixa vegetação.

*O uso do solo e a cobertura vegetal predominantes numa dada região, expressão as interações existentes entre a energia disponível (saldo radiação) ao sistema superfície atmosfera e sua partição em fluxos de calor sensível (aquecimento do ar) e latente (evaporação). (Galvani; et al – 2008).*

O mini abrigo do ponto 0 (ponto de controle) fixado na Vila de Paranapiacaba em um local dentro de uma propriedade privada (pousada) foi fixado na borda da escarpa da serra em área

com cobertura do solo feita por gramíneas e algumas plantas arbustivas já os pontos restantes estavam localizados dentro da floresta ombrófila densa montana e submontana, ou seja, em área de intensa cobertura vegetal e arbórea que contribui para a retenção da umidade através da evapotranspiração das plantas, além de não expor o solo à radiação solar.

**Figura 10:** Mini abrigo fixado na Vila de Paranapiacaba



**Figura 10 - Mini abrigo fixado no ponto 0 na borda da escarpa na Vila de Paranapiacaba - Fonte: Elaborado pelo próprio autor- 2023**

No dia 24/09/2016 no período da tarde foi registrado a maior diferença de umidade relativa do ar entre o ponto 0 e os demais pontos no interior da trilha e também o maior índice de umidade relativa do ar, essa diferença variou entre 10,7% e 11,3% sendo o maior índice registrado de 97% no ponto 1 (800 metros) dentro da trilha, em contrapartida neste mesmo dia foram registrados os menores índices de umidade relativa em todo o período de coleta de dados pelo ponto 0 e com valor mínimo de 85,3%

Observando os gráficos de Umidade Relativa do Ar notamos que são poucos os momentos em que os valores da Umidade Relativa do Ar do ponto 0 estão acima dos valores dos demais pontos localizados na área com cobertura vegetal intensa, com destaque para o dia 12/10/2016 no período da manhã onde a Umidade Relativa do Ar do ponto 0 se manteve ligeiramente

acima dos demais pontos com uma diferença média de 1,7%. Nota-se que no período a que se relaciona com a coleta de dados a Umidade Relativa do Ar não teve relação direta com a variação altimétrica e portanto o controle da Umidade Relativa do Ar se relaciona mais com o nível escalar microclimático do que com a escala topoclimática.

Cabe aqui ainda comentar brevemente sobre o efeito da maritimidade e a influência orográfica desempenhada pela Serra do Mar.

“O efeito orográfico ocorre pela ascensão forçada das massas de ar que, ao se elevarem, passando pelo processo de resfriamento adiabático, ou seja, sem troca de calor com o ambiente ao seu redor. Todavia, são necessários outros controles físicos para a intensificação da precipitação como os sistemas atmosféricos, a configuração do relevo e a proximidade com o oceano.” (Pellegatti - 2007)

A região do Vale do Rio Mogi na Escarpa da Serra do Mar apresenta a configuração do obstáculo físico e os sistemas atmosféricos necessários para a ocorrência do efeito orográfico e a intensificação da precipitação.

“Uma outra particularidade dessa região, em relação as correntes de circulação atmosférica, é que elas favorecem a ocorrência das chamadas chuvas de encosta, fato que explica a alta pluviosidade, além disso, o relevo associado a estas correntes promove a formação da neblina observada constantemente na região. (Lima, 2010)

Também é válido comentar sobre a precipitação oculta, já que esta é muito influente na região estudada e acontece normalmente em forma de nevoeiro que se forma nas vertentes a barlavento pela subida do ar estável e úmido até que seja atingida a saturação. Basicamente, a precipitação oculta (PO) é entendida como qualquer depósito de água de nuvens, de nevoeiros ou de nevoa na superfície terrestre não registrada por pluviômetros convencionais, isso acontece por deposição de gotas de água quando as nuvens entram em contato com algum obstáculo seja ele natural ou não. (Baratto, 2022).

## **Considerações finais**

Em relação à Umidade Relativa do Ar na área de estudo durante o período de coleta de dados podemos afirmar a confirmação da contribuição da cobertura vegetal no controle da mesma já que não foi observada relação entre o valor médio da Umidade Relativa do Ar e as cotas altimétricas, indicando que o controle da Umidade Relativa do Ar é mais ativo em relação ao nível escalar microclimático.

Para a escala topoclimática foi confirmada a influência altimétrica como um dos fatores de controle da temperatura do ar e ficou definido um gradiente médio de  $0,48\text{ }^{\circ}\text{C}$  a cada 100 metros, ficando próximo do que é citado na literatura que é de  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  a cada 100 metros.



# Referências

Ayoade, J.O. - **CLIMATOLOGIA PARA OS TRÓPICOS**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil - 1996. 332pg.

BARATTO, Jakeline; GALVANI, Emerson; WOLLMANN, Cássio Arthur. **CALIBRAÇÃO E DESEMPENHO DO ABRIGO METEOROLÓGICO DE BAIXO CUSTO EM CONDIÇÕES DE CAMPO**. Revista Brasileira de Climatologia, [S.l.], v. 26, abr. 2020. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/69834/40542>>. Acesso em: 22 maio 2023. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v26i0.69834>.

CECILIA MANOEL, M.; GALVANI, E. **VARIAÇÃO DA AMPLITUDE TÉRMICA EM ÁREAS DE CLIMA TROPICAL DE ALTITUDE, ESTUDO DO CASO DE ESPÍRITO SANTO DO PINHAL, SP E SÃO PAULO, SP**. REVISTA GEONORTE, [S. l.], v. 3, n. 5, p. 1090 -, 2012. Disponível em: [//www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2169](http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2169). Acesso em: 23 maio. 2023.

Galvani, E; Serafini Junior, S; Lima, N. G. B. de; Alves, R. R. – **RELAÇÃO ENTRE UMIDADE RELATIVA DO AR, COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO NO PARQUE ESTADUAL INTERVALES (PEI) E SEU ENTORNO, SÃO PAULO, BRASIL** – Plano de manejo do Parque Estadual de Intervalos (PEI), SP, Brasil – 2008

Gutberlet, J. – **CUBATÃO: DESENVOLVIMENTO, EXCLUSÃO SOCIAL E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**. Tradução Kay-Uwe Gutberlet. Ed. Ver. São Paulo: EDUSP/Fapesp, 1996.

Lima, Marcos Enoque Leite – **ESTRUTURA DO COMPONENTE ARBÓREO EM FLORESTA OMBRÓFILA DENSA MONTANA NO PARQUE MUNICIPAL NESCENTES DE PARANAPIACABA (PNMNP), SANTO ANDRÉ, SP, BRASIL**. – Hoehnea 38 (1): 73-96, 5 tab., 6 fig. – 2011.

Oliveira, Camila Noronha de; Sansolo, Davis Gruber– **DINÂMICA NA COBERTURA VEGETAL DO PARQUE ESTATUAL SERRA DO MAR – NÚCLEO ITUTINGA-PILÕES, CUBATÃO – SP** – 2 Seminário de Planejamento e Desenvolvimento: Área Temática. Inovação Aplicada ao Planejamento: Sub-Área: Ferramentas de Planejamento e Gestão – 2014.

PELLEGATTI, Cesar Henrique Gonçalves. **AValiação Espaço-Temporal da Precipitação no Perfil da Baixada Santista - Vertentes Oceânicas-Rebordo Interiorano da Escarpa da Serra do Mar - SP**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. doi:10.11606/D.8.2007.tde-16102007-115022. Acesso em: 2023-05-22.

Ross, J. L. S., & Moroz, I. C. (2011). **MAPA GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO**. *Revista Do Departamento De Geografia*, 10, 41-58. <https://doi.org/10.7154/RDG.1996.0010.0004>.

SANTOS, Denise dias dos e MORAES, Sara Lopes de e GALVANI, Emerson. **VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR MÉDIA, MÍNIMA E MÁXIMA NO PERFIL TOPOCLIMÁTICO DA TRILHA CAMINHOS DO MAR (SP)**. *Revista Equador*, v. 5, n. 5, p. 1-19, 2016 .