

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
Trabalho de Graduação Individual em Geografia II  
Prof. Dr. Emerson Galvani

**Análise da temperatura máxima do ar no perfil topoclimático do  
Parque Estadual da Serra do Mar entre as cotas de 745m a 40m**

Aluna:  
Lívia Vieira Cavalcante. N° USP: 6842491

São Paulo,

2019  
Lívia Vieira Cavalcante

Análise da temperatura máxima do ar no perfil topoclimático da Trilha Caminhos do Mar (SP-148) no Parque Estadual da Serra do Mar entre as cotas altimétricas de 745m a 40m.

Trabalho de Graduação Individual  
apresentado ao Departamento de Geografia da  
Universidade de São Paulo para a obtenção de  
título de Bacharel em Geografia.

Área de Concentração: Climatologia  
Orientador: Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo,  
2019

## RESUMO

**RESUMO:** CAVALCANTE, L.V. **Análise da temperatura máxima do ar no perfil topoclimático da Trilha Caminhos do Mar (SP-148) no Parque Estadual da Serra do Mar entre as cotas altimétricas de 745m a 40m.** 2019. 40 f. Trabalho de Graduação Individual, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

O presente projeto decorre de um trabalho de campo realizado na Estrada Velha de Santos, o mesmo possui o objetivo principal de compreender a relação linear entre a temperatura máxima do ar e a altitude no perfil topoclimático da Trilha Caminhos do Mar (SP-148) no Parque Estadual da Serra do Mar entre as cotas altimétricas de 745 a 40m. Para desenvolver o objetivo proposto foram realizadas diversas etapas, primeiramente foi feita uma caracterização da área de estudo e planejamento dos dados que seriam coletados, posteriormente foi realizado o trabalho campo no dia 26 de abril de 2017. Nesta data foram instalados nove Dataloggers em mini-abrigos meteorológicos de baixo custo automáticos em trechos espaçados no percurso de 09 km da Estrada Velha de Santos. Os mesmos foram responsáveis pela coleta da temperatura do ar e umidade relativa até o dia 27 de maio de 2017, data do segundo campo, onde todas as estações foram colhidas. Após a retirada dos equipamentos iniciou-se o período do pós-campo, com a realização de tratamentos estatísticos, espaciais e temáticos sobre as informações obtidas em campo, para espacializar os valores obtidos de temperatura máxima utilizou-se imagem SRTM e foi por meio do coeficiente de correlação ( $r$ ) e da regressão linear simples que se comprovou a forte correlação entre a temperatura máxima do ar e a altitude. O gradiente adiabático obtido com as temperaturas máximas foi de  $7,1^{\circ}\text{C km}^{-1}$ . Isso representa um decréscimo de  $0,0071^{\circ}\text{C}$  à cada metro que se eleva no terreno, com isso, o coeficiente de correlação linear ( $R$ ) foi de 0,94, indicando uma forte relação entre as variáveis. Assim, a análise do perfil topoclimático de um trecho do Parque Estadual Serra do Mar permitiu verificar a variação da temperatura conforme a altitude. As instalações situadas no planalto (São Bernardo do Campo) possuem os menores valores de temperatura máxima e conforme ocorre a diminuição da altitude, há um aumento da temperatura do ar, sendo que o ponto de instalação mais próximo do nível mar apresentou temperaturas máximas mais elevadas.

Palavras chaves: Temperatura Máxima do ar, Altitude, Perfil Topoclimático, Relevo.

## **ABSTRACT**

**ABSTRACT:** CAVALCANTE, L.V. **Analysis of the maximum air temperature in the topoclimatic profile of the Caminhos do Mar Trail (SP-148) in the State Park of Serra do Mar between the altimetric heights of 745m to 40m.** 2019. 40 f. Trabalho de Graduação Individual, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

The present project is the result of a fieldwork carried done on Estrada Velha de Santos, this work has a main objective, to understand the linear relationship between the maximum air temperature and altitude in the topoclimatic profile of the Trilha Caminhos do Mar (SP-148) in the State Park of Serra do Mar between the altimetric heights of 745 to 40m. In order to develop the proposed objective, different activities were made, firstly was made a characterization of the study area and the planning of the data that would be collected, the second step was performed on April 26, 2017 the fieldwork. On this date nine Dataloggers were installed in automatic low-cost mini-shelters in several spaces in the course of 09 km of the Estrada Velha de Santos. They were responsible for the collection of air temperature and relative humidity until May 27, 2017, the date of the second fieldwork, where all the stations were harvested. After the equipment was removed, the post-fieldwork period was started, with statistical, spatial and thematic treatments on the information obtained in the fieldwork, to spatialize the obtained values of maximum temperature using SRTM image and was by means of the correlation coefficient ( $r$ ) and simple linear regression that proved the strong correlation between maximum air temperature and altitude. The adiabatic gradient obtained with the maximum temperatures was  $7.1^{\circ}\text{C km}^{-1}$ . This represents a decrease of  $0,0071^{\circ}\text{C}$  to each meter that rises in the ground, with that, the linear correlation coefficient ( $R$ ) was of 0,9439, indicating a strong relation among the variables. Thus, the analysis of the topoclimatic profile of a section of the Serra do Mar State Park allowed to verify the temperature variation according to altitude. The plants located in the plateau (São Bernardo do Campo) have the lowest values of maximum temperature and as the altitude decreases, there is an increase of the air temperature, where the installation point closest to the sea level has higher maximum temperatures.

Key words: maximum air temperature, altimetric height, topoclimatic profile, Relief.

## **LISTAS**

### **LISTA DE MAPAS**

Mapa 1- Localização do Parque Estadual Serra do Mar.....	06
Mapa 2 - Mapa hipsométrico da área de estudo. ....	17
Mapa 3 - Mapa da distribuição da temperatura máxima no PESM .....	30

### **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Climograma indicando as variações entre São Bernardo do Campo e Cubatão.....	08
Figura 2 - Perfil topográfico das formações da Mata Atlântica .....	09
Figura 3 - Datalogger HT-500.....	13
Figura 4 - GPS.....	14
Figura 5 - Mini-abrigo de baixo custo.....	15
Figura 6 - Instalação do sexto abrigo meteorológico de ventilação passiva de baixo custo: 0,5 mm x 220 mm x 240 m.....	15
Figura 7 - Trajeto com os pontos de instalações dos mini-abrigos.....	16
Figura 8- Mini abrigo do ponto 1.....	17
Figura 9 - Mini abrigo do ponto 2.....	18
Figura 10 - Mini abrigo do ponto 3.....	18
Figura 11 - Dutos da Usina Henry Border.....	18
Figura 12 - Mini abrigo do ponto 4.....	19
Figura 13 - Calçada do Lorena.....	19
Figura 14 - Mini abrigo do ponto 5.....	20
Figura 15 - Rancho da Maioridade.....	20
Figura 16 - Mini abrigo do ponto 6.....	21
Figura 17- Mini abrigo do ponto 7.....	21
Figura 18- Mini abrigo do ponto 8.....	22
Figura 19- Mini abrigo do ponto 9.....	23
Figura 20 - Carta Sinótica da Marinha. À esquerda a formação do sistema frontal à 0000Z do dia 26/04 e à direita o avanço do mesmo às 1200Z do mesmo dia.....	27

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Desvio Padrão da temperatura do ar, Datalogger HT-500.....	13
Tabela 2 - Caderneta de Campo (26/04/2017).....	24
Tabela 3 - Média das Máximas e Altitude de cada Ponto.....	28

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Calibração da Temperatura do Ar - Datalogger HT50.....	14
Gráfico 2 - Marcha Horária das Temperaturas Máximas do Ar.....	25
Gráfico 3 - Marcha Diária das Temperaturas Máximas do Ar.....	26
Gráfico 4 - Relação Linear entre temperatura máxima do ar e altitude.....	29

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS.
GPS – SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL.
ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS.
PESM – PARQUE ESTADUAL SERRA DO MAR.
RMSP – REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO.
TGI – TRABALHO DE GRADUAÇÃO INDIVIDUAL.

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO E INTRODUÇÃO.....	1
2.JUSTIFICATIVA.....	3
3. ÁREA DE ESTUDO .....	5
3.1. Localização do Parque Estadual Serra do Mar .....	5
3.2. História e Aspectos Humanos.....	6
3.3. Caracterização dos Aspectos Físicos.....	7
3.3.1. Aspectos Climáticos.....	7
3.3.2. Vegetação.....	8
3.3.3. Geomorfologia e Relevo .....	10
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	11
4.1. Pré Campo.....	11
4.1.2. Instrumentos utilizados .....	12
4.2. Campo.....	16
4.2.1. Descrição das Paradas.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6. CONCLUSÃO.....	31
7. BIBLIOGRAFIA.....	32

## 1. APRESENTAÇÃO E INTRODUÇÃO

O projeto a ser apresentado consiste em uma análise da temperatura máxima do ar no perfil topoclimático da Serra do Mar, entre as cotas altimétricas de 745 metros e 40 metros. Para isso, serão criados seis segmentos para categorizar o trabalho.

O item subsequente à introdução será a justificativa do objetivo central estudado, o terceiro item trará a caracterização da área de estudo, tanto em aspectos humanos, compreendendo informações básicas sobre área de abrangência, divisão de núcleos, dados econômicos e sociais das regiões do entorno e aspectos físicos, com a descrição do clima, biota, relevo e formações estruturais.

O quarto abrangerá os procedimentos, materiais e métodos. Estruturados em pré-campo e campo. Cada uma destas divisões será detalhada incluindo a caracterização dos instrumentos que foram utilizados.

No próximo item serão expostos os resultados obtidos pelos instrumentos e o pós-campo. Após fundamentar os resultados obtidos, o sexto segmento será composto pelas análises e discussões em torno das variáveis que buscam entender sua evolução espaço-temporal e possíveis correlações.

A última parte do trabalho terá os resultados, conclusões e considerações finais.

O trabalho busca salientar a necessidade de estudos nas áreas de proteção ambiental. A análise climática do Parque Estadual Serra do Mar, mais especificamente do trecho correspondente ao trajeto da antiga Estrada de Santos (SP-148), entre os municípios de São Bernardo do Campo e Cubatão possibilita o entendimento da evolução de seus aspectos superficiais, constituição do relevo, formações vegetais, a variedade de espécies animais alocados na mesma e a relação entre estes componentes.

Para a análise da temperatura no perfil topoclimático, faz-se necessário compreender que as características climáticas estão inseridas em um contexto dinâmico influenciadas por atributos locais e gerais da atmosfera.

A temperatura do ar é resultado da radiação solar, sendo que o aquecimento de uma superfície se dá, principalmente, pela condução do calor entre a mesma e a atmosfera terrestre. Assim, segundo Santos, Moraes e Galvani (2016, p. 03) “Os fatores que influenciam a temperatura podem ser de ordem macroclimática (irradiância solar, ventos, nebulosidade, vapor d’água na atmosfera), topoclimática (exposição e configuração do terreno) e microclimática (cobertura do terreno)”.

A temperatura do ar e a altitude possuem relação inversamente proporcional, na medida em que se vai diminuindo a altitude a temperatura aumenta. Cabe salientar, portanto, que esta variável não depende apenas do aquecimento pela radiação solar. Conforme a altitude se eleva, o ar se torna cada vez mais rarefeito na troposfera e consequentemente a agitação das moléculas é menor e o atrito entre elas diminui, essa queda da agitação determina uma redução na temperatura do ar. Em termos médios para todo o planeta, a temperatura do ar diminui com a altitude cerca de  $6,5\text{ }^{\circ}\text{C km}^{-1}$  na troposfera. As sondagens aerológicas, no entanto, geralmente revelam valores de variação vertical da temperatura diferentes de  $6,5\text{ }^{\circ}\text{C km}^{-1}$ , indicando que essa distribuição é bastante afetada por situações locais (VAREJÃO, SILVA, 2006).

Na ordem topoclimática (RIBEIRO, 1993) a rugosidade do terreno é condicionante. No hemisfério sul, por exemplo, as vertentes voltadas ao sul recebem menor incidência da radiação solar direta, assim, apresentam menor temperatura que as voltadas para o norte. As vertentes voltadas para o leste recebem radiação solar direta antes que as voltadas para oeste, assim são aquecidas e consequentemente resfriadas primeiramente. Na escarpa da serra do mar as vertentes expostas aos ventos úmidos do Oceano Atlântico, à barlavento, são mais chuvosas e seus dosséis são mais exuberantes, ao passo que nas vertentes à sotavento, à um menor aporte de umidade e as florestas são menos desenvolvidas (ROSS, 1996).

Além disso, os valores máximos de temperatura costumam ser de duas a três horas após o ápice da energia radiante, enquanto os menores valores ocorrem no fim da madrugada (próximo ao nascer do sol), as entradas das frentes frias e a nebulosidade também influenciam as variações térmicas diárias.

Assim, o projeto tem como objetivo central correlacionar à variação da temperatura máxima do ar no perfil topoclimático da escarpa da serra do mar entre as cotas altimétricas de 745m a 40m com a altitude. Em segundo plano ficam as análises das variações diárias e horárias da temperatura do ar, a relação entre a vegetação, altitude, orientação e inclinação de vertentes e os microclimas desenvolvidos ao longo do Parque Estadual e por fim a compreensão da influência da circulação secundária nos dados resultantes, tais como as brisas de montanha e brisa marítima-terrestre. Sendo assim, ao final do trabalho será possível compreender alguns dos processos e dinâmicas atuantes na região.

## 2. JUSTIFICATIVA

Para analisar a temperatura máxima do ar no perfil topoclimático da Serra do Mar, entre as cotas altimétricas de 745 e 40 metros é necessário compreender que a atmosfera está em constante movimento, que as características locais só podem ser explicadas de modo assertivo quando consideradas as atividades atmosféricas gerais. Essa análise vai além da descrição e busca explicar tais interações entre a atmosfera geral e a superfície da Terra. Como afirma Ayoade, J. O, 1988, p 07.

*[...] A moderna climatologia procura eliminar as deficiências descritas para a climatologia tradicional. A ênfase atualmente incide na explicação dos fenômenos atmosféricos, além de descrevê-los. A atmosfera é dinâmica, não estática, e fazem esforços para compreender os processos de interação que ocorrem na atmosfera e na interface atmosfera- superfície da Terra.*

A escala topoclimática, como dito anteriormente, está relacionada à diferente energização no período diurno e noturno das vertentes. Segundo Ribeiro, 1993, p. 05.

*[...] A extensão horizontal dos topoclimas restringe-se à forma do relevo ou ao tamanho da vertente que lhe dá origem, podendo variar entre 0,5 e 5 quilômetros e interferir na estrutura vertical da atmosfera em até 50 a 100 metros de altura, coincidindo com a camada Limite Superficial, limite até onde a energia calorífica gerada na superfície pode atingir pelo processo de condução e onde a força do atrito supera a força de Coriolis no direcionamento dos ventos de superfície.*

Para isso faz necessários o uso de dados colhidos por estações não convencionais, no caso do uso dos mini-abrigos meteorológicos de baixo custo, que serão detalhados mais a frente.

Assim, para que toda a coleta, análise e discussão dos dados fossem possíveis, desenvolveu-se um planejamento pré-campo e estudo da área a ser pesquisa, que se estruturaram com um enfoque principal na Climatologia e secundários de Estatística, Cartografia, Geomorfologia, assim a visão interdisciplinar foi fundamental para que o projeto se concluisse.

Faz-se necessário também citar a importância das pesquisas realizadas nas áreas de conservação ambiental. O Parque Estadual da Serra do Mar, PESM, é a maior área de preservação da Mata Atlântica no Brasil é responsável também pela valorização da cultura local, educação ambiental, preservação dos recursos naturais, culturais e históricos; preservam bacias hidrográficas (Tietê e Paraíba do Sul), mananciais que abastecem os municípios por onde passam, beneficiando milhões de habitantes. Portanto, o PESM apresenta um inesgotável potencial científico e conservacionista que deve ser preservado.

Ribeiro, 1993, p. 05 justifica a importância dos estudos topoclimático afirmando que:

*“ [...] O custo dos equipamentos automáticos e as dificuldades operacionais envolvidas na coleta dos dados têm dificultado, entre nós, as pesquisas na escala topoclimática”. O mapeamento das declividades e das exposições das vertentes, associado ao uso do solo (albedo) fornece interessante indicador para a identificação dos topoclimas, como um detalhamento de um clima local, urbano ou rural. Por outro lado, a correlação dos dados obtidos através dos registros instrumentais com aqueles de natureza geoecológica, como a composição e estrutura da vegetação ou as variações dos volumes pedológicos, poderão enriquecer a análise topoclimática e a síntese ambiental.*

Desta maneira, o local de pesquisa e a escala topoclimática foram escolhidas para corroborarem com os estudos já feitos por diferentes autores como: Galvani et al (2005), Galvani et al (2008), Oliveira Neto et al (2002), Santos, Moraes e Galvani (2016), entre outros e com o intuito de incentivar futuras pesquisas.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1. Localização do Parque Estadual Serra do Mar

O Parque Estadual Serra do Mar foi criado em 1977 e ampliado em 2010, representa a maior Unidade de Conservação de toda a Mata Atlântica. Sua extensão é de 332 mil hectares e abrange 25 municípios paulistas, sendo um corredor biológico que conecta as florestas da Serra do Mar desde o Rio de Janeiro até o Vale do Ribeira, litoral Sul do Estado. De grande importância conservacionista protege cerca de 1.300 espécies de animais e mais de 1200 tipos de plantas, muitas em extinção. Pode-se citar a presença de Jequitibás, Manacás da Serra, Palmeira Juça e entre os animais; onça pintada, bugio, lontra, macaco-prego, tucano de bico preto entre outros. É uma área de grande importância hidrológica - por ser uma zona de recarga e manutenção de nascentes, córregos e rios - e climatológica pela formação de chuvas orográficas e retenção de umidade oriunda do litoral.<sup>1</sup>

Devido sua enorme extensão, o PESM é gerenciado por dez núcleos administrativos: Bertioga, Caraguatatuba, Cunha, Curucutu, Itariru, Itutinga-Pilões, Padre Dória, Picinguaba, Santa Virgínia e São Sebastião. Cada núcleo possui suas características, formando um mosaico de paisagens, biodiversidade, interação social e preservação ambiental.

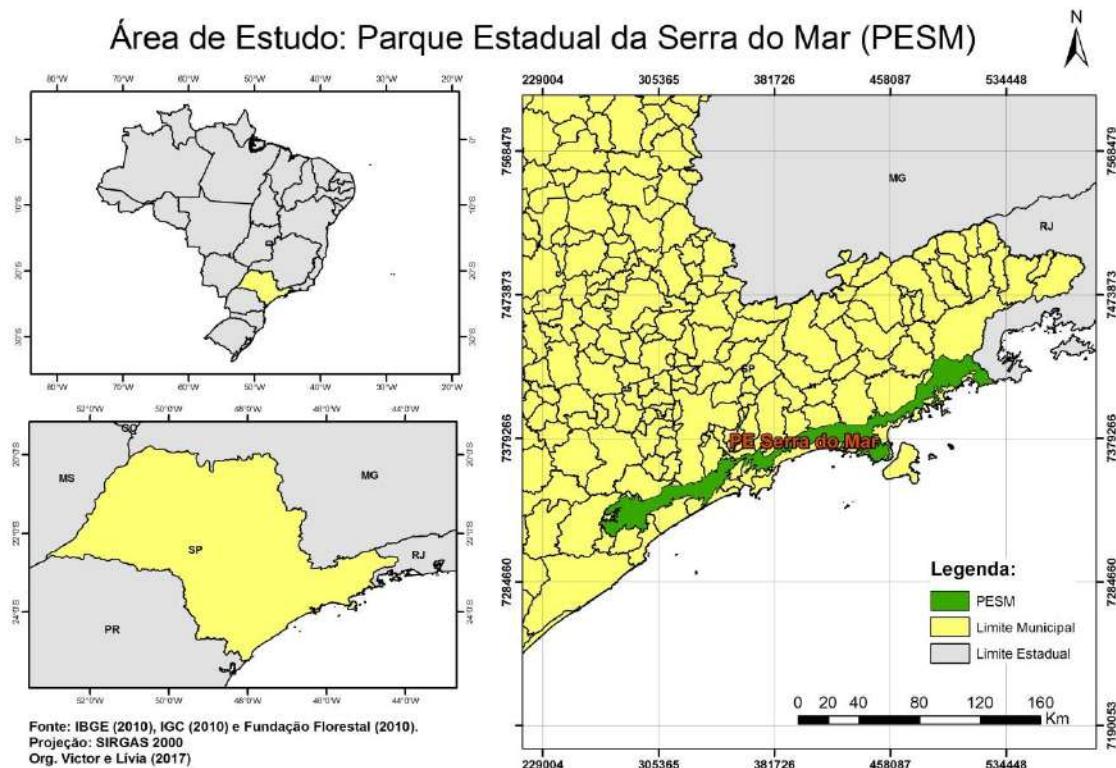
Este trabalho foi realizado no núcleo Itutinga-Pilões, o qual compreende 43,8 mil hectares, abrangendo os municípios de Praia Grande, São Vicente, Santos, Cubatão, São Bernardo do Campo, Santo André, São Paulo e Mogi das Cruzes.

Pela convergência de seu território à Grande São Paulo e à Baixada Santista, duas grandes zonas metropolitanas de extrema importância para a economia nacional, o núcleo sofre constantes pressões, devido ao crescimento urbano-industrial dessas regiões. Por essa razão, o núcleo, sob a administração da Fundação Florestal, instituição vinculada à Secretaria do Meio Ambiente, realiza atividades de fiscalização, proteção e programas de uso público (visitação e educação ambiental), em sua sede, localizada em Cubatão e mais duas bases de apoio: Tibiriçá e Guariúma, respectivamente instaladas nos municípios de São Bernardo do Campo e Praia Grande<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Informações disponíveis em <http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/>. Acesso em 01/2019.

<sup>2</sup> Informações disponíveis em <http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/nucleos/itutingapiloes/sobre/>. Acesso em 01/2019.



Mapa 1: Localização do Parque Estadual Serra do Mar

### 3.2. História e aspectos humanos

A antiga estrada velha de Santos ou Estrada Caminhos do Mar foi a primeira rodovia pavimentada com concreto da América Latina na década de 1920 e marcou o início da era do automóvel no Brasil e principalmente em São Paulo. Em 1985 foi fechada para automóveis e ficou em manutenção entre 2011 e 2013. Caracteriza-se por um belo passeio turístico e de paisagem entre São Bernardo do Campo e Cubatão, precisamente localizada na conhecida “Serra do Mar”.

Passa pela Estrada os dutos da usina Hidrelétrica Henry Borden. Um complexo de dutos de alta queda (720 metros) com 14 geradores elétricos acionados por energia cinética e com capacidade de geração instalada de 889 Mega Watts em uma vazão de 167 m<sup>3</sup>/s. A usina se coloca como distribuição de água e energia para Cubatão, fomentando o desenvolvimento industrial da região entre a primeira instalação - 1926 - e as demais em 1950. Atualmente tem seu funcionamento regulado pela Secretaria do Meio Ambiente, por resolução e sua

capacidade está reduzida em 75%, sendo usada somente para bombeamento de água entre o rio Pinheiros e a represa Billings como forma de controle de cheias.<sup>3</sup>

A região pode ser vista atualmente como uma área de transição entre os centros metropolitanos de São Paulo e da Baixada Santista, apresentando diversas contradições entre o avanço econômico e desenvolvimento industrial e a necessidade da conservação e preservação de seu remanescente natural.

A Cidade de Cubatão é um polo industrial histórico do Estado de São Paulo, tanto pela proximidade com o mar como pela instalação de indústrias químicas e petrolíferas. Uma cidade altamente poluída e que em 1980 foi considerada pela ONU a cidade mais poluída do mundo. A partir de 1982 ocorreram grandes tragédias na região que a deixou conhecida como “Vale da Morte”. Houve um grande número de nascimentos de bebês com acefalia ou hidrocefalia devido à poluição do ar e água, além de alto índice de mortalidade neonatal relativa também a poluição. Houve diversos incêndios e explosão de pátios industriais que causaram diversas mortes. A população foi constantemente realocada em outras vilas por conta da contaminação e desde a década de 80 a cidade move-se em direção a um plano de contingenciamento, planejamento e aumento de controle e qualidade dos parâmetros ambientais, porém, ainda é comum casos de incêndios e acidentes ambientais graves na cidade, como o incêndio em 2015 de um estoque de cloro de uma das indústrias.<sup>4</sup>

### 3.3. Caracterização dos aspectos físicos

#### 3.3.1. Aspectos Climáticos

Sobre os aspectos climáticos podem-se destacar determinadas características da região; transição entre o clima subtropical (temperado úmido) para o clima litorâneo úmido. A presença das massas de ar tropical atlântica e polar atlântica contribui para um verão quente e chuvoso na região e para inverno frio e menos úmido, os sistemas frontais de chuva durante o período do inverno são carregados com a umidade proveniente do Atlântico Sul, resultando em altos índices pluviométricos e elevada umidade relativa do ar. A influência orográfica da

---

<sup>3</sup> Informações disponíveis em: <http://www.emae.com.br/conteudo.asp?id=Usina-Hidroeletrica-Henry-Borden> e [http://www2.uol.com.br/guiadolitoral/materias/ecoturismo\\_estrada\\_velha\\_de\\_santos-3237-2014.shtml](http://www2.uol.com.br/guiadolitoral/materias/ecoturismo_estrada_velha_de_santos-3237-2014.shtml). Acesso em 01/2019.

<sup>4</sup> Informações disponíveis em: <<http://www.encontracubatao.com.br/cubatao/>>. Acesso em 01/2019.

Escarpa da Serra do Mar é outro fator particular na localidade. A presença de chuvas orográficas na região de Cubatão e no litoral de mesma longitude é intensa, retendo a umidade na vertente a barlavento da Escarpa e precipitando-se e ocasionando passagens, majoritariamente, de massas secas, porém quentes para o interior da cidade de São Paulo que depois se chocam com frentes úmidas vindas do equador, ocasionando chuvas. Na figura 1 é possível observar a partir dos climogramas as diferenças entre as características climáticas de São Bernardo do Campo (planalto) e Cubatão (planície) e que se localizam próximas ao parque.<sup>5</sup>

As variações topográficas, de massas de ar e pressão, caracterizam um clima local e microclima no Parque Estadual da Serra do Mar, conforme poderemos constatar posteriormente na análise dos dados coletados. A temperatura média varia entre 20°C e 24°C e as precipitações anuais entre 1500 mm e 4000 mm<sup>6</sup>.



Figura 1: Climograma indicando as variações entre São Bernardo do Campo e Cubatão.

### 3.3.2. Vegetação

A vegetação da Escarpa da Serra do Mar possui estrutura predominantemente florestal, podendo apresentar espécies herbáceas, arbustivas ou arbóreas. Sua subclasse de formação, influenciada pela ecologia-clima da região é ombrófila hidrófita densa (pluvial tropical, perenifólia higrófila). Suas características são adaptadas a um ambiente excessivamente úmido e chuvoso. Suas folhas apresentam dosséis fechados, com vegetação exuberante. Por

<sup>5</sup> SANTOS, D.D., MORAES, S.L., GALVANI, E. Variação da temperatura do ar média, mínima e máxima no perfil topoclimático da trilha caminhos do mar (SP). **Revista Equador**, v.5, n.5, 2016. Disponível em:<http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador/article/view/4878> Acesso em: 08 de fevereiro de 2018.

<sup>6</sup> Informações de: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em 01/2019.

conta destes fatores ecológico-climáticos, a mata atlântica contém grande biodiversidade (ROSS, 1996). Ao longo de seu perfil a vegetação apresenta variações por conta da altitude, indicada pela figura 2. Segundo a classificação fitogeográfica do projeto Radambrasil, as florestas ombrófilas densas podem ser divididas em altomontana, montana, submontana, de terras baixas ou aluvial.

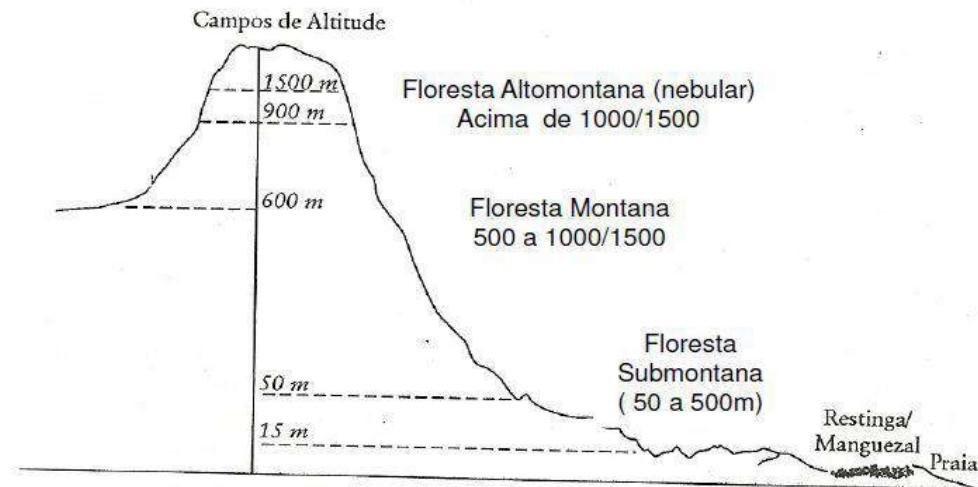


Figura 2: Perfil topográfico das formações da Mata Atlântica. Fonte: Modificado de Tonhasca Jr. (2005)

As altomontanas possuem predominância em altitudes acima de 1000 metros, porém, por conta do microclima, inclinação da superfície e orientação da vertente, pode ocorrer em áreas mais baixas. Sua vegetação é formada por florestas perenifólias nebulares com dossel de aproximadamente 8 metros. Os solos são rasos, podendo ocorrer afloramentos rochosos na paisagem.

As florestas ombrófilas densas montanas predominam a região planáltica de alta encosta da área de estudo. Seus solos são mais desenvolvidos e argilosos, podendo abrigar espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, com dosséis chegando à 20 metros de altitude.

As submontanas, por se encontrarem em médias encostas, têm seus solos mais desenvolvidos, a maior concentração de chuva e de umidade relativa nessas cotas altimétricas faz com que seus dosséis variem entre 20 e 30 metros de altitude.

As florestas ombrófilas densas de terras baixas são chamadas florestas de planície. Seus dosséis de 10 a 15 metros compõem a paisagem com restingas e manguezais.

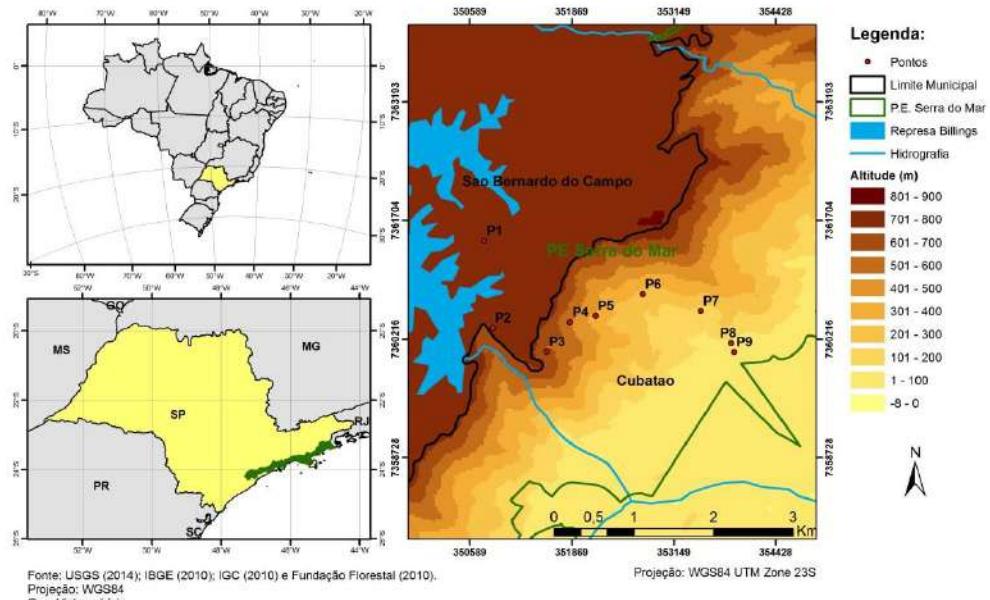
As formações aluviais não possuem grandes variações com a altitude, seu principal diferenciador é a quantidade de água disponível nos solos e a declividade dos terrenos. As matas ciliares acompanham os cursos dos rios até a planície costeira.

Uma observação sobre as vegetações é que elas refletem o grau de poluição atmosférica, entre as cotas de 400 e 500 metros, foi possível observar o crescimento de uma crosta vermelho-alaranjada nas porções à barlavento das árvores. Esses tons alaranjados são um reflexo da alta quantidade de poluentes liberados na atmosfera pelas usinas e o polo petroquímico de Cubatão, a alta concentração de enxofre dá esse aspecto observado.

### 3.3.3. Geomorfologia e Relevo

Segundo Ross e Moroz, 1993, a Escarpa da Serra do Mar é uma unidade morfoescultural contida na unidade morfoestrutural do Cinturão Orogenético do Atlântico. Esse por sua vez, caracteriza-se por superfícies de topo retilíneo com diversos níveis diferenciais de blocos vasculados decorrentes de ação de movimentos tectônicos, e principalmente, de tectônicas quebrantes do período Cenozoico – a aproximadamente 66 milhões de anos. Nesse período ocorreu o soerguimento de toda a plataforma sul americana e o efeito quebrante de tectônica foi responsável, nessa localidade, pela reativação de falhas e grandes desniveis sinclíneos que caracterizam a Escarpa. Balizada em altura média de 800-900 metros, como mostra o mapa 02, possui um declividade em média superiores a 40%, diferenciando das Serras e Mares de morros e formando assim uma costa íngreme de elevações agudas. Tais inclinações angulares elevadas estão associadas como explicado anteriormente pela reativação de falhas devido à tectônica e formação de grandes desniveis.

Mapa Hipsométrico da Área de Estudo



Mapa 2: Mapa Hipsométrico da Área de Estudo.

No mapa acima fica evidente essa diferença altitudinal, onde as cores claras representam menores altitudes, próximos ao nível do mar e as cores mais intensas representadas pelo marrom mostram as maiores altitudes, segundo Ab'Saber, 1956, p.15.

*“Enquanto as planícies costeiras rasas, de relevo praticamente nulo, alcançam em muitos pontos apenas alguns metros acima do nível do mar, extendendo-se poucos quilômetros para o interior, as escarpas da Serra do Mar apresentam paredões abruptos, festonados e dissimétricos, de 800 a 1100 metros de altitude, com extraordinária ruptura de declividade, executada em uma faixa de um a cinco quilómetros, em média”.*

Sua geologia caracteriza-se majoritariamente por rochas ígneas intrusivas - como os granitos que formam o escudo cristalino, contudo, também aparecem rochas metamórficas decorrentes de processos endógenos de aquecimento e pressão como xistos, gnaisses e migmatitos. Ao final da escarpa - igualmente do caminho percorrido, está a planície costeira/litorânea de santos como zona de transição e início de plataforma continental ou mar continental, de características geológicas sedimentares com formações de fossas e crátions sedimentares oriundos tanto da esculturação e erosão desta faixa da Escarpa da Serra no Mar como de épocas geológicas pré-gondwanas (ROSS,1996).

#### 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

##### 4.1. Pré-campo

O período que antecedeu ao campo foi responsável por todo o planejamento e organização do que seria feito e como. Primeiramente caracterizou-se a área de estudo, lido anteriormente. Foi fundamental o manuseio dos instrumentos levados a campo, descritos a seguir, além de testes prévios com os mesmos. O modo a ser instalado os mini-abrigos de baixo custo também foi posto em prática previamente, além das instruções do que deveria ser levado para o dia do campo.

Para a futura análise e discussão dos dados obtidos em campo foi fundamental o conhecimento e uso antecipado do Arcgis, para isso seguiu-se roteiros que demonstravam os

seguintes passos: Criação de Buffer, Elaboração de mapa da área de estudo e Mapeamento de atributos climáticos a partir de imagem SRTM. Além do uso do Excel que permitiu, por meio de tabelas dinâmicas, a criação dos gráficos que serão apresentados a seguir.

#### 4.1.2 Instrumentos utilizados

Altímetro – Este instrumento é utilizado para fazer leituras de altitude ou altura. Seu funcionamento se dá por um sistema de barômetro aneroide embutido, sensível a pequenas variações de pressão e calibrado em relação aos pontos cotados oficiais do IBGE ou ao nível do mar. O barômetro aneróide é um Instrumento utilizado para medir a pressão atmosférica, segundo Varejão-Silva, 2006, p 116.

*[...] Os barômetros aneróides baseiam-se na deformação que variações da pressão atmosférica provocam em cápsulas metálicas de paredes onduladas e flexíveis, em cujo interior se faz vácuo. Ao se deformarem por variação da pressão, a(s) cápsula(s) aneróide(s) movimenta(m) um sistema de alavancas que acionam um ponteiro, o qual desliza sobre uma escala graduada, exibida num mostrador. Em geral o sistema de alavancas inclui um compensador bimetálico, que tem a finalidade de neutralizar os efeitos de dilatação, devido à variação da temperatura sobre o próprio sistema. Quando esse mecanismo está presente, a pressão atmosférica pode ser lida diretamente no mostrador. As cápsulas aneróides constituem o elemento sensível dos barógrafos [...].*

Bússola – Utilizada para determinar o Norte dos 09 pontos de fixação dos mini-abrigos e a direção da vertente. Seu princípio de funcionamento se dá por uma agulha magnetizada que se orienta em direção ao campo magnético, indicando o, de forma aproximada, o Norte geográfico.

Clinômetro – Também chamado de Inclinômetro ou Nível Angular, é um aparelho usado para medir o ângulo entre um plano inclinado e o plano horizontal ou entre uma linha inclinada e o plano horizontal. O clinômetro consiste em um sistema de pêndulo vertical e/ou

de bolha de nivelamento horizontal como referencial e uma escala graduada que mede o ângulo do plano ou linha em graus ou em porcentagem de desnível<sup>7</sup>. Desta maneira este equipamento foi utilizado para determinar a declividade nos pontos de medida.

Datalogger - Para a coleta de dados na Estrada Velha de Santos foram utilizados 09 Dataloggers HT-500 (figura 3), responsáveis pela coleta e armazenamento de 32 mil dados de temperatura do ar e umidade relativa. Seu funcionamento se dá por um termostato, que expressa a temperatura do ar pela diferença da dilatação de duas placas metálicas (termopar), e um capacitor que absorve informações sobre a umidade relativa do ar. Para cada variável temperatura o erro é de 1°C enquanto para a outra variável o erro é de 3%.



Figura 3: Datalogger HT-500.

Tabela 1: Desvio Padrão da temperatura do ar, Datalogger HT-500.

Datalogger	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Média	23,1	23,2	23,1	23,3	23,2	23,4	23,1	23,4	23,4
Desvio	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,1	0,1

A calibração desses equipamentos teve início às 17h00 do dia 24 de abril e até o momento do campo foram realizadas calibrações de hora em hora, totalizando 40 testes prévios, sendo encerrado no dia 26 de abril, às 08h00. O gráfico 1 contém todas as

<sup>7</sup> Breve definição sobre o clinômetro retirada do site: <http://www.ragio.com.br/clinometro.htm>. Acesso em 01/2019.

informações sobre o período de calibração, a partir deste a tabela 1, foi confeccionada para verificar o desvio padrão da variável temperatura do ar, sendo possível observar que para todos os equipamentos o desvio está dentro do erro esperado de 1°C.

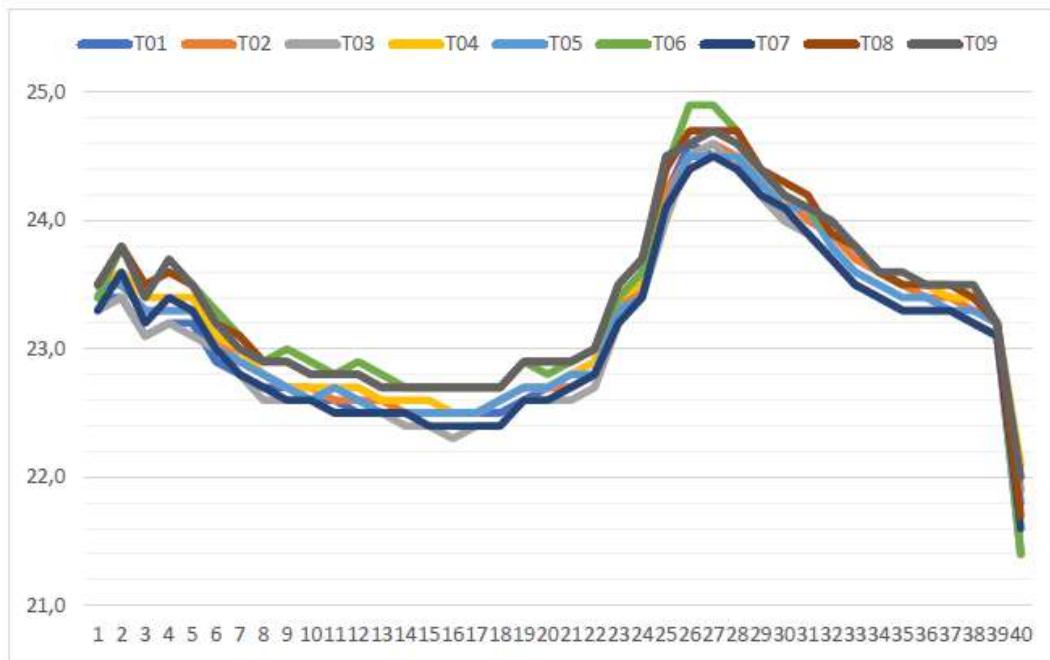


Gráfico 1: Calibração da Temperatura do Ar - Datalogger HT-500

GPS – Responsável por determinar, através de sinais de satélites, as coordenadas referentes à um ponto, indicando a latitude e a longitude, com ele é possível obter a altitude em relação ao nível do mar.



Figura 4: GPS. Fonte: <https://pt.dreamstime.com/photos-images/barmetro-aneroide.html>

Mini Abrigo - O equipamento de baixo custo desenvolvido por ARMANI e GALVANI, 2005 é composto por cinco placas sobrepostas de aço galvanizado em formato de “chapéu chinês” que possibilitam a circulação de ar e dificultam a entrada de chuva e da radiação solar direta já que placas são pintadas de branco como mostra a figura 05.

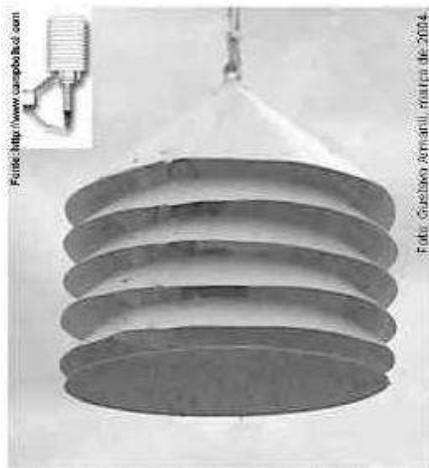


Figura 5: Mini-abrigo de baixo custo

A instalação dos mini-abrigos foram feitas de modo que os mesmos fossem fixados por uma estaca a um metro de altura do chão, direção Norte e o Dataloggers HT-500 instalado dentro da estrutura do chapéu chinês. (Figura 6), Segundo ARMANI e GALVANI, 2005 a estrutura “serve como um abrigo de ventilação passiva para lugares ermos, principalmente se ele for instalado dentro de ambientes microclimáticos de florestas, pois a radiação solar não incidirá diretamente sobre ele”. Sendo assim, durante o trabalho de campo foram instalados nove mini abrigos nas diferentes cotas altimétricas.



Figura 6: Instalação do abrigo meteorológico de ventilação passiva de baixo custo: 0,5 mm x 220 mm x 240 mm. Fonte: os autores.

#### 4.2. Campo

No dia 26 de abril foram realizados os procedimentos de campo pela equipe da disciplina. A chegada ao estacionamento do Parque, em São Bernardo do Campo, se deu por volta de 8h30, e em seguida a abertura do pacote com os Dataloggers, portanto, como as calibrações foram realizadas de hora em hora, a última hora de calibração foi às 8h00 deste dia e em seguida deu-se início a descida pelo trajeto de 9 km da estrada, vale ressaltar que a equipe do PESM nos acompanhou e guiou durante todo o percurso. No trajeto (figura 7), foram instalados nove mini-abrigos, os pontos foram determinados pela medição das altitudes, respeitando a diferença de 100m entre elas, com exceção do ponto um (P1) que foi no local de chegada a 745 m de altitude (altímetro) e o ponto nove (P9) a 40m do nível do mar (GPS) no estacionamento da estrada de Cubatão. Os outros pontos (P2 a P8) mantiveram uma diferença de 100m de altitude entre eles.

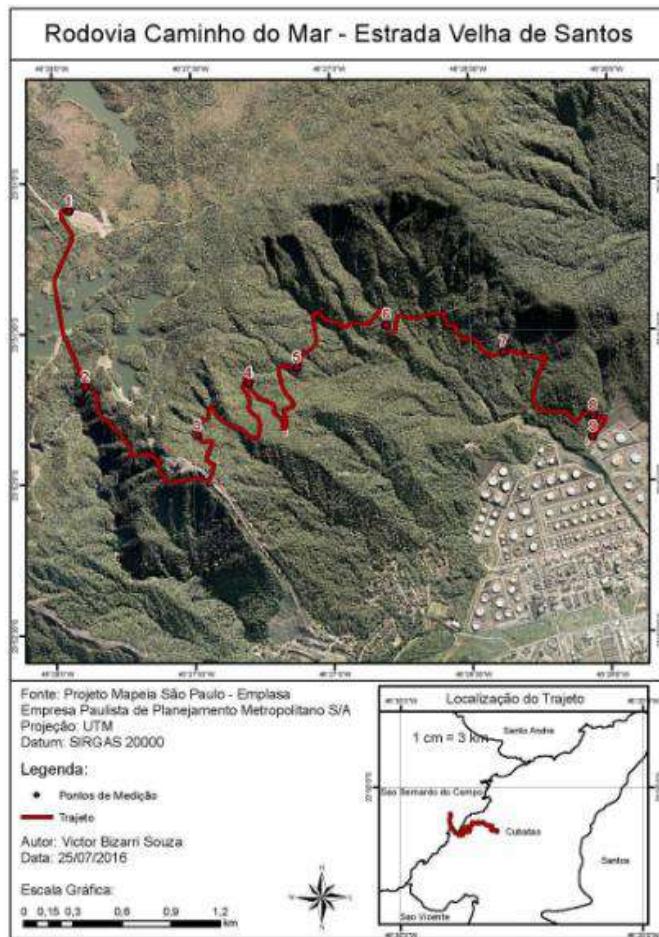


Figura 7: Trajeto com os pontos de instalações dos mini-abrigos. Fonte: Victor Bizarri. 2016

#### 4.2.1. Descrição das paradas

Os abrigos foram instalados em nove pontos ao longo da estrada, cada ponto possui variações e características particulares sinalizadas a seguir.

O primeiro ponto de parada de altitude 745 metros, indicada pelo altímetro, foi às 9h00 (figura 8) no próprio estacionamento do Parque, no Planalto de São Bernardo do Campo com vegetação de porte baixo e dossel fechado, caracterizado pela floresta ombrófila densa montana .O céu estava totalmente encoberto por nuvens Stratus e Stratocumulus.



Figura 8: Mini abrigo do ponto 1. Fonte: os autores

Entre o primeiro e o segundo ponto, este próximo ao Pouso de Paranapiacaba, iniciou-se uma chuva de baixa intensidade, o céu se manteve totalmente encoberto no momento da segunda instalação, às 10h03, com fortes rajadas de vento. Já em altitude de 720 metros, indicada pelo altímetro, a inclinação neste local era de 3° com vertente à Sudeste. A vegetação no local possui porte médio, caracterizada por floresta ombrófila densa montana, ainda na região planáltica (figura 9).



Figura 9: Mini abrigo do ponto 2. Fonte: os autores

A terceira parada (figura 10) ocorreu às 11h11, após a passagem pelos dutos d'água da Usina de Henry Borden (figura 11), ao lado direito da trilha, em altitude de 600 metros. A região de alta encosta, possui vegetação era de alto porte, floresta ombrófila densa montana e declividade de 7° sentido Noroeste.



Figura 11: Dutos da Usina Henry Border. Fonte: <http://forum.mundofotografico.com.br/index.php?topic=13953.0>



Figura 10: Mini abrigo do ponto 3. Fonte: os autores

A quarta parada ocorreu por volta das 11h46 (figura 12), cem metros abaixo do anterior, possui declividade de 4°, sentido Noroeste. Localizado próximo à Calçada do Lorena<sup>8</sup> (figura 13), possui um dossel mais fechado, alta encosta de vegetação de porte alto, definida por floresta ombrófila densa montana. Assim como em todos os pontos anteriores a visibilidade era alta e nesta região foi possível observar o efeito da orografia, com a ascensão de parcelas de ar condensando sobre a equipe. Nesta primeira metade da trilha ocorreu o evento mais intenso de precipitação.



Figura 13: Calçada do Lorena. Fonte: <http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/atrativo/calcada-do-lorena/>



Figura 12: Mini abrigo do ponto 4. Fonte: os autores

---

<sup>8</sup> Construída no final do século XVIII, foi a primeira ligação pavimentada entre São Paulo e o litoral paulista, sendo construída por rochas escolhidas e trabalhadas a mão. Era utilizada principalmente para transporte de produtos, mas também fez parte da história de todo o país, pois Dom Pedro I, em setembro de 1822, subiu a calçada do Lorena sentido São Paulo, Planalto, para proclamar a independência do Brasil. Fonte: <http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/atrativo/calcada-do-lorena/>. Acesso em 01/2019.

A quinta parada às 12h50 (figura 14) foi em média encosta da rodovia, à 410 metros, pelo altímetro. Com declividade de 7° à Norte, sua vegetação de alto porte pode ser classificada em ombrófila densa Submontana, com dossel mais esparso. O céu se apresentava com 8/8 encoberto por nuvens do tipo stratus. Essa medição aconteceu após o Rancho da Maioridade<sup>9</sup> (Figura 15), onde fizemos uma pausa para um café.



Figura 14: Mini abrigo do ponto 5. Fonte: os autores



Figura 15: Rancho da Maioridade Fonte: <http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/atrativo/rancho-da-maioridade/?filter=caminhos-do-mar>

---

<sup>9</sup> Ponto de descanso e reabastecimento durante a viagem entre São Paulo e Santos no km 47, seu nome é alusivo a Estrada da Maioridade, construída entre 1841 e 1846. Um painel de azulejos ilustra a subida da Serra por figuras políticas ilustres do século XIX tal como Dom Pedro II. Fonte: <http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/atrativo/rancho-damaioridade/?filter=caminhos-do-mar>. Acesso em 01/2019.

Na média encosta do ponto seis (figura 16) a vegetação *segue* a mesma descrição da parada anterior, porém notou-se a presença de grande número de embaúbas ao lado esquerdo da trilha. Sua declividade é de 4° sentido noroeste e altitude de 300 metros, segundo o altímetro. Entre o ponto anterior e todos os subsequentes é possível observar com detalhe, ao longo da Estrada, a planície litorânea de São Paulo e parte do município de Cubatão, com detalhe para o Polo Petroquímico da Petrobras.



Figura 16: Mini abrigo do ponto 6. Fonte: os autores

O último ponto da média encosta, a 210 metros pelo altímetro, a sétima parada (figura 17) é caracterizada por floresta ombrófila densa Submontana, com vegetação de alto porte. Sua declividade é de 7° Nordeste.



Figura 17: Mini abrigo do ponto 7. Fonte: os autores

O oitavo ponto de parada (figura 18) contou com um imprevisto, ao chegar na cota de 140 metros, pelo altímetro, a equipe percebeu a falta de uma estaca para a fixação do abrigo, portanto, para este ponto foi realizada uma improvisação. O abrigo foi fixado entre duas árvores, saindo dos padrões estabelecidos para os anteriores. Já em baixa encosta, a vegetação possui menor porte e é classificada por floresta ombrófila densa Submontana. Sua declividade é de 7° orientação Leste.



Figura 18: Mini abrigo do ponto 8. Fonte: os autores

Por fim, a última parada (figura 19) para a instalação dos abrigos se deu à 40 metros de altitude às 14h50, neste momento o altímetro estava indicando 110 metros, entretanto desconsiderou-se a descalibração deste aparelho, uma vez que durante o trajeto fomos atingidos por um sistema frontal. Já na planície de Cubatão, próxima ao estacionamento da Petrobrás, a vegetação em baixa encosta é caracterizada por floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, com porte mais baixo e dossel menos denso. A declividade no local é de 1° sentido Sudeste.



Figura 19: Mini abrigo do ponto 9. Fonte: os autores

Após a instalação de todos os abrigos meteorológicos de baixo custo, sistematizaram-se as medições feitas em campo (tabela 2) e iniciaram-se as medições da temperatura e umidade relativa do ar, às 15h00 do mesmo dia e esta, só teve fim com a retirada da primeira estação no dia 27 de maio, às 8h00. Com base em todos os dados colhidos pelos Dataloggers, foram realizadas as análises e discussão propostas.

Ponto	Altitude (m) Prevista	Horário	Altitude (m) Real	Patm (mmHg)	UTM X (m)	UTM Y (m)	Declividade	Orientação da vertente
P1	740	9h00	747 – GPS 745 - Altímetro	710	350.770	7.361.449	Plano (*)	-
P2	700	10h03	718 – GPS 720 - Altímetro	716	350.874	7.360.356	3º (*)	Sudeste
P3	600	11h11	631 – GPS 600 - Altímetro	727	351.555	7.360.058	7º	Noroeste
P4	500	11h43	507 – GPS 500 - Altímetro	736	351.848	7.360.430	4º (*)	Noroete
P5	400	12h50	401 – GPS 410 - Altímetro	744	352.167	7.360.508	7º	Norte
P6	300	13h25	279 – GPS 300 - Altímetro	753	352.760	7.360.780	4º	Noroeste (*)
P7	200	13h58	182 – GPS 210 - Altímetro	760	353.488	7.360.569	7º	Nordeste
P8	100	14h21	86 – GPS 140 - Altímetro	767	353.868	7.360.167	7º	Leste (*)
P9	40	14h50	48 – GPS 110 - Altímetro	770	353.908	7.360.053	1º	Sudeste

Tabela 2: Caderneta de Campo (26/04/2017)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos pelos Dataloggers totalizaram 6642 registros de temperatura, 768 valores para cada ponto, foram confeccionados, com o recurso da tabela dinâmica no Excel, gráficos da temperatura máxima do ar, representados pelos gráficos 2, denominado marcha horária das temperaturas máximas e gráfico 3, marcha diária da temperatura máxima do ar. Com base na média das máximas diárias foi criada, também, a tabela 3, com a relação entre a variável climática e a altitude de cada ponto (altímetro) com exceção do ponto 9, onde foi utilizada a altitude prevista de 40 metros. Desta tabela resultou o gráfico 4 com a relação linear entre as duas variáveis, foram adicionadas a equação de regressão e a linha de tendência ao gráfico.

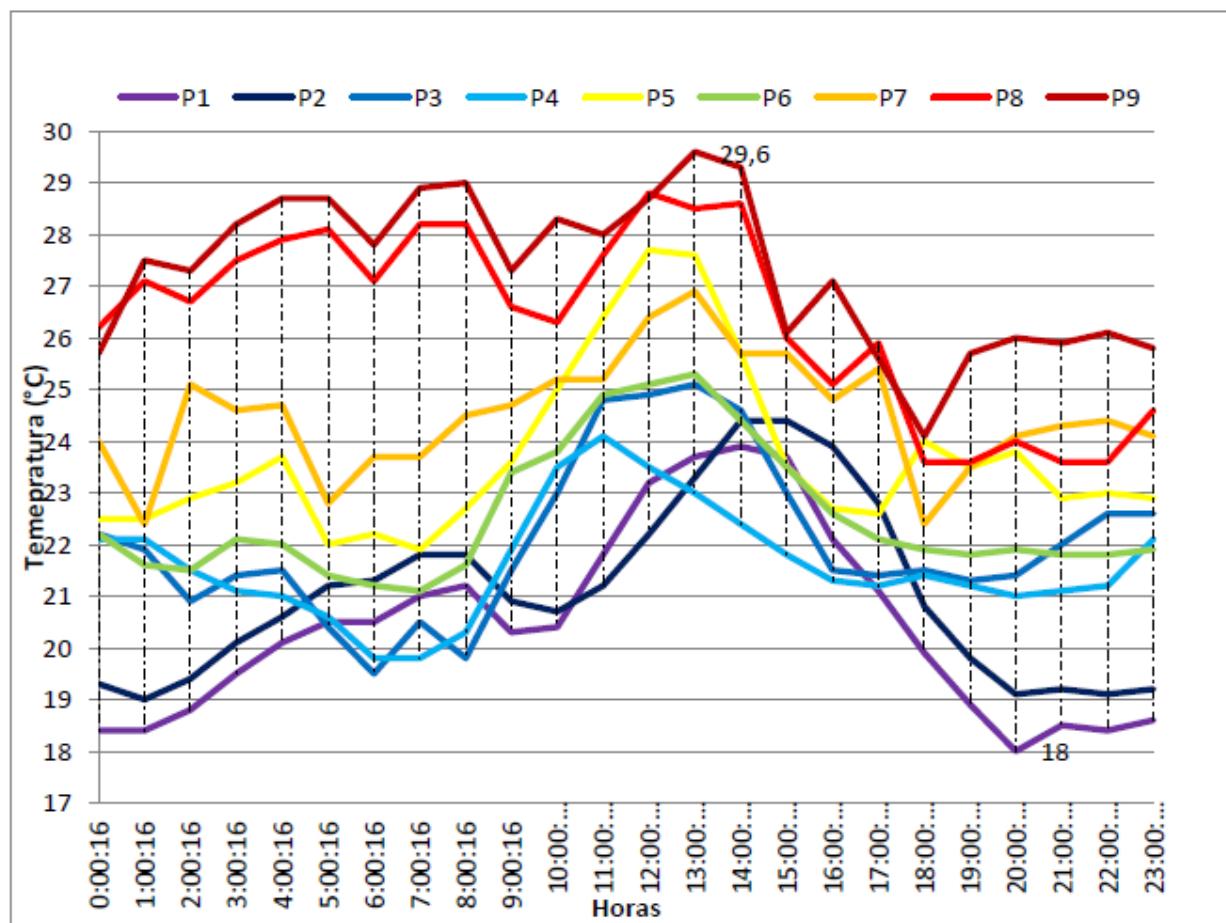
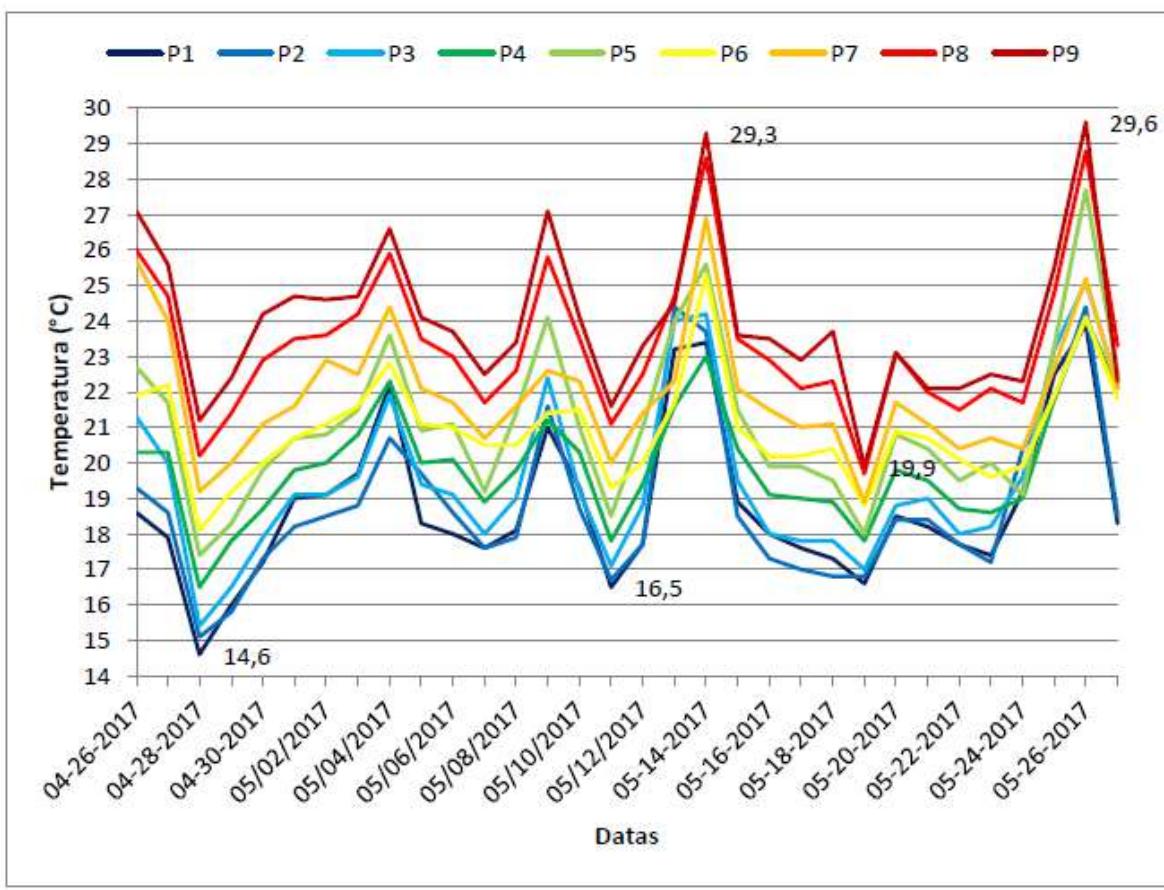


Gráfico 2: Marcha Horária das Temperaturas Máximas

O gráfico 2 apresenta as variações das temperaturas máximas horárias no período de medição. A temperatura máxima foi de 29,6°C no P9 às 13h00 e a mínima máxima de 18°C no P1 por volta das 21h00, assim nota-se que as variações horárias seguem um padrão, registrando os menores valores no fim da madrugada, aquecimento ao longo do dia e maiores valores normalmente de 2 a 3 horas após ápice de energia radiante (tempo médio que a atmosfera demora para se aquecer entre a superfície do solo e a altura estipulada para as medidas de temperatura do ar). As variações também são influenciadas pela nebulosidade e entrada de frentes frias ao longo do dia e outros controles da atmosfera. (SANTOS et al, 2016).



/

Gráfico 3: Marcha Diária das Temperaturas Máximas

O gráfico 3 apresenta a variação da temperatura do ar máxima diária ao longo de todo o período de medições. É possível observar dois picos de máximo aquecimento nos dias 14 de maio e 25 de maio com 29,3°C e 29,6°C, respectivamente e ambos registrados no ponto 9 (cota 40 m). Com a análise do gráfico 3, pôde-se perceber que no dia 26 de abril, houve um evento significativo de precipitação em toda a RMSP. As chuvas podem ser originadas de

diversas maneiras, porém, apenas as de frente possuem uma escala sinótica, ou seja, as chuvas de frentes frias atingem quilômetros de uma determinada região. Sendo assim, podemos associar a queda abrupta da temperatura máxima no dia 26 de abril (gráfico 3) pela chegada de um sistema frontal. Para confirmar essa hipótese, foram utilizadas cartas sinóticas da Marinha (figura 20). Com a verificação das cartas, é possível observar uma frente fria, formada por um sistema de baixa pressão sobre o Oceano Atlântico, que avançou em direção a São Paulo, fazendo um movimento de Sudoeste-Nordeste, e causando ventos de Sudeste – inclusive, no momento em que o grupo estava realizando o primeiro trabalho de campo, para a fixação dos mini-abrigos, foi possível sentir a chegada deste sistema, as temperaturas caíram e uma forte chuva se formou no PESM.

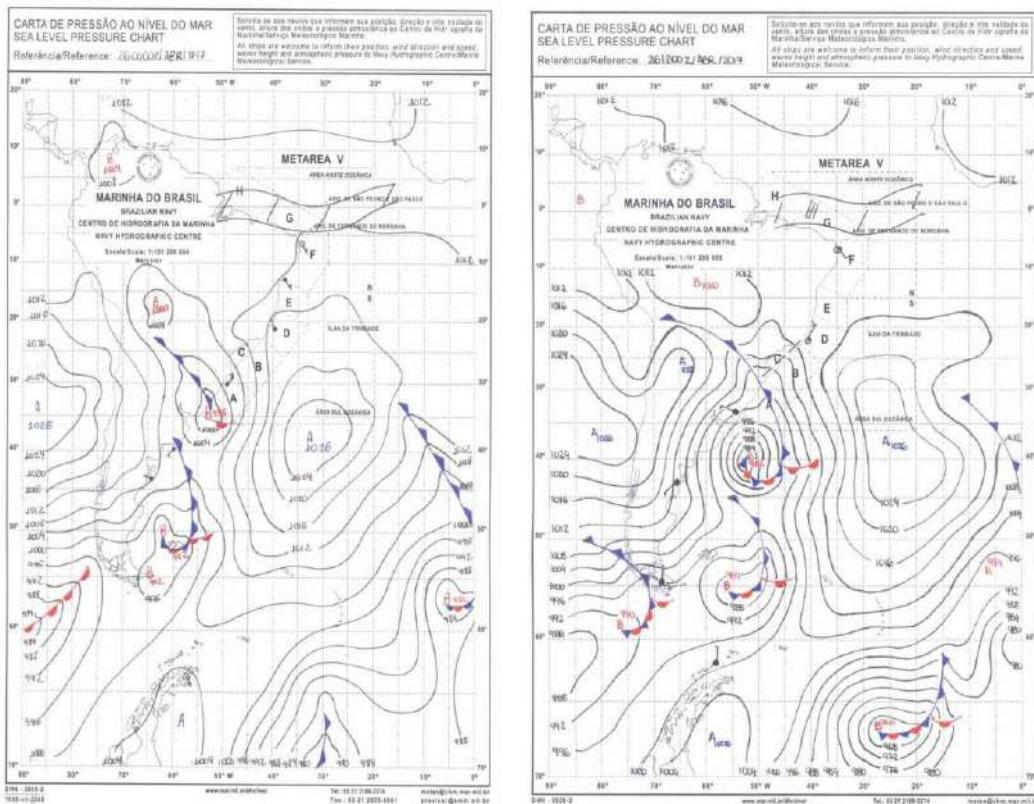


Figura 20: Carta Sinótica da Marinha. À esquerda a formação do sistema frontal à 0000Z do dia 26/04 e à direita o avanço do mesmo às 1200Z do mesmo dia.

Com o estudo dos gráficos da marcha horária (2) e diária (3) podemos observar alguns padrões horários e diárias, respectivamente, da evolução das temperaturas máximas no Parque. Entre 05h00 e 08h00, as médias máximas dos pontos 1 e 2 superaram as dos pontos 3 e 4, para compreender estas inversões, foram levantadas algumas hipóteses; os pontos 3 e 4, por se encontrarem em vertentes à sotavento (tabela 2), recebem insolação posteriormente, em

relação aos pontos 1 e 2. As duas primeiras estações estão à barlavento, portanto recebem no início no período da noite, assim como os ponto 8 e 9 (à barlavento) a brisa marítima. Uma segunda hipótese para algumas inversões horárias, como a ocorrida no período da noite entre os pontos 7 e 8, é a de que em áreas de relevo muito dessecado, como na Serra do Mar, os fundos de vale estão sujeitos a fenômenos de inversão térmica em virtude da ação do vento de montanha, denominado catabático, que transporta o ar frio das partes mais altas para as partes mais baixas.

A escarpa da Serra do Mar possui grande variedade de microclimas em função das diferentes exposições das vertentes à incidência da insolação e aos ventos dominantes. As formações paisagísticas respondem e salientam os contrastes. As vertentes expostas aos ventos úmidos do Oceano Atlântico, à barlavento, são mais chuvosas e seus dosséis são mais exuberantes, ao passo que nas vertentes à sotavento, à um menor aporte de umidade e as florestas são menos desenvolvidas. Sendo assim, os abrigos instalados em matas mais fechadas, podem apresentar um efeito retardatário da queda de temperatura, já que a vegetação em seu entorno age como uma “estufa”, retendo o calor absorvido ao longo do dia.

<b>Pontos</b>	<b>Altitude (m) Prevista</b>	<b>Média das Máximas (°C)</b>
P1	740	18,30
P2	700	18,81
P3	600	19,50
P4	500	19,89
P5	400	21,03
P6	300	20,86
P7	200	21,82
P8	100	23,26
P9	40	23,95

Tabela 3: Média das Máximas e Altitude de cada Ponto

A tabela 3 foi criada a partir da média mensal das máximas em cada ponto e da sua associação com a devida altitude, sendo que o P9 apresenta a maior média máxima e o P1 a menor. A partir da tabela criou-se o gráfico 4.

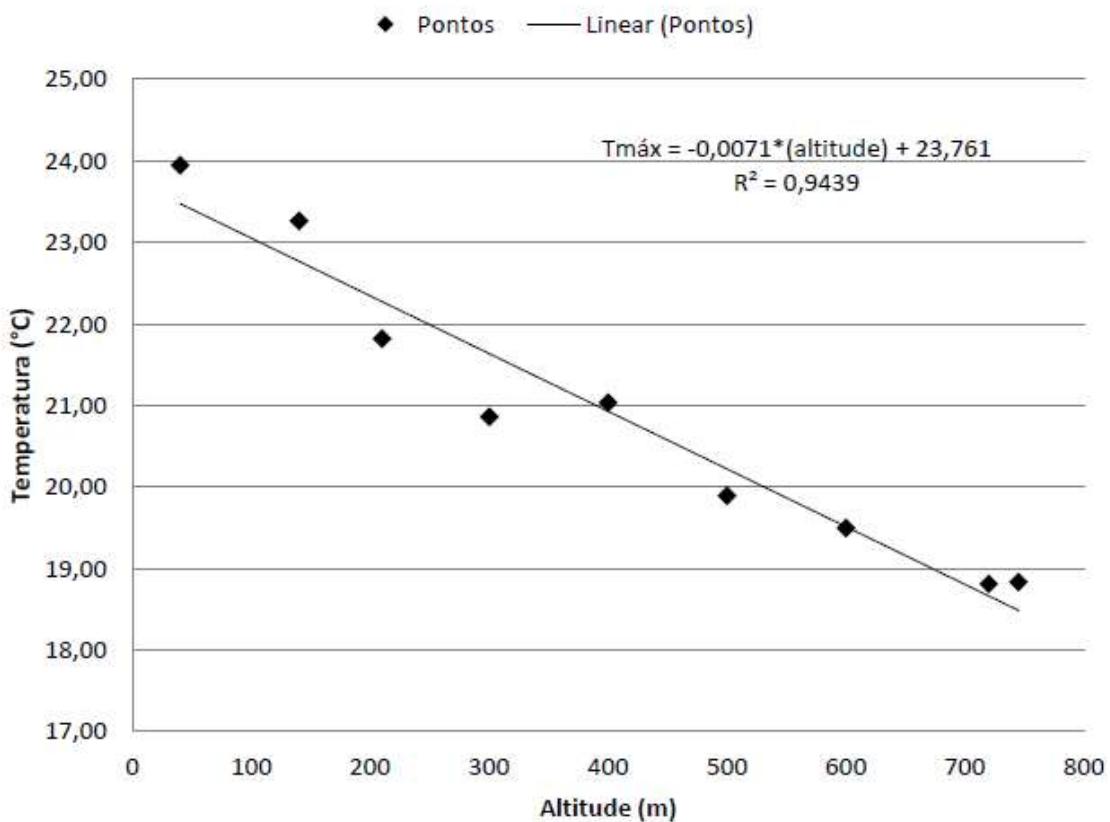


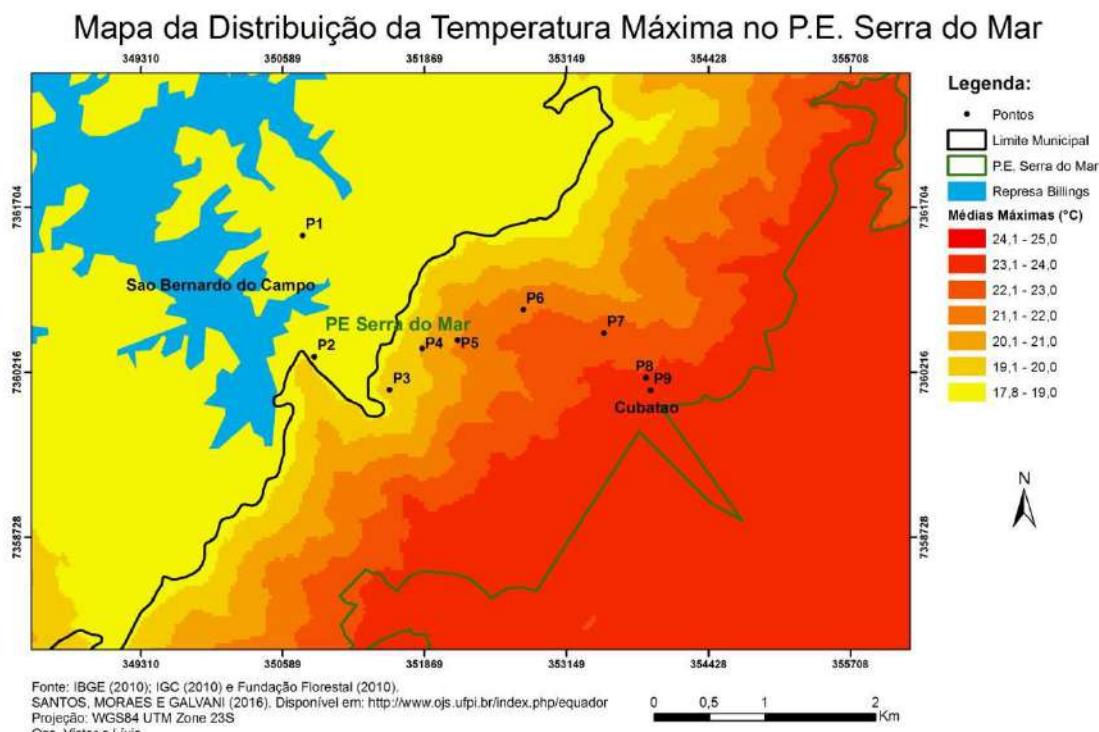
Gráfico 4: Relação Linear entre temperatura máxima do ar e altitude

Como é possível observar com o gráfico 4, altitude e a temperatura (máxima) possuem relação inversamente proporcional; na medida em que se vai diminuindo a altitude a temperatura aumenta. Cabe salientar, portanto, que esta variável não depende apenas do aquecimento pela radiação solar. Conforme a altitude se eleva, o ar se torna cada vez mais rarefeito na troposfera e consequentemente a agitação das moléculas é menor e o atrito entre elas diminui, essa queda da agitação determina uma redução na temperatura do ar. Segundo Varejão-Silva, 2006, p.105.

“[...] Em termos médios para todo o planeta, a temperatura do ar diminui com a altitude cerca de 6,5 °C km-1 na troposfera. Esse fato é coerente, pois o aquecimento do ar se efetua basicamente por condução, em contato com a superfície terrestre aquecida pelo Sol. As sondagens aerológicas, no entanto, geralmente revelam valores de variação vertical da temperatura diferentes de 6,5 °C km-1, indicando que essa distribuição é bastante afetada por situações locais (a troposfera mantém-se em contínua interação com a superfície). [...]”

A reta de regressão ajustada aos valores indica que o valor máximo médio do perfil (valor da constante “a” da equação) é de 23,76°C e o coeficiente “b” da reta de ajuste é de 0,0071, ou seja, a temperatura do ar decai a uma taxa de 0,71°C a cada 100 m de elevação, com isso, o coeficiente de correlação linear ( $R^2$ ) foi de 0,94, indicando uma forte relação entre as variáveis.

Com o objetivo de espacializar os valores obtidos de temperatura máxima, utilizou-se uma imagem SRTM com resolução espacial de 30 metros da EMBRAPA. Com esta imagem foi confeccionado, no Software de geoprocessamento - Arcgis, um mapa da distribuição da temperatura máxima na área de estudo (mapa 3). Para elaborar este mapa, foi necessária a utilização da equação linear das duas variáveis, obtidas pelo tratamento estatístico do Excel.



Mapa 3: Mapa da distribuição da temperatura máxima no PESM

O mapa 3 mostra a espacialização das temperaturas máximas no PESM, o mesmo confirma o aumento da temperatura máxima conforme diminui-se a altitude, assim o mapa 3 corrobora com a análise do gráfico 4, deixando claro a relação inversamente proporcional entre temperatura e altitude, além de reforçar a forte correlação entre elas.

## 6. CONCLUSÃO

A análise do perfil topoclimático de um trecho do Parque Estadual Serra do Mar permitiu verificar a variação da temperatura conforme a altitude. Os pontos 1 e 2, situados no planalto (São Bernardo do Campo), possuem os menores valores de temperatura e, conforme ocorre a diminuição da altitude, há um aumento da temperatura do ar, sendo o P9 considerado o mais quente obedecendo a um gradiente de correlação de  $-0,71^{\circ}\text{C}.100\text{m}^{-1}$ . As temperaturas máximas foram influenciadas por fatores microclimáticos, como a cobertura vegetal e a orientação das vertentes e pelos sistemas frontais em uma macroescala. As variações diárias e horárias apresentaram um comportamento dentro do esperado com pequenas inversões, estas explicadas, anteriormente.

Sendo assim, os objetivos propostos foram alcançados satisfatoriamente. O principal papel do trabalho desenvolvido foi o de exceder as teorias aprendidas em sala de aula e colocá-las em prática, favorecendo uma melhor compreensão dos processos dinâmicos da atmosfera. As instruções dadas entre o pré e o pós campo foram fundamentais para as análises e interpretações realizadas, além disso o trabalho contribui para os estudos topoclimáticos que correlacionam as temperaturas (mínimas, médias e máximas) com a altitude, corroborando com futuras pesquisas.

## 7. BIBLIOGRAFIA:

AB'SABER, A.N. A terra paulista. Bol. Paul. Geogr., São Paulo, 1956. 33p.

ARMANI, GALVANI. Avaliação e desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. Rev. Bra. Agrometeorologia, v.14, n.1, p.34-40, 2006.

AYOADE, J.O. Introdução à Climatologia para os trópicos. 4ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 1996. 332p.

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA, Disponível em:  
<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>. Acesso em 01/2019.

EMPRESA METROPOLITANA DE ÁGUAS E ENERGIA S.A. (EMAE). Disponível em:  
<http://www.emae.com.br/conteudo.asp?id=Usina-Hidroelétrica-Henry-Borden>. Acesso em 01/2019.

FUNDAÇÃO FLORESTAL E SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Parque Estadual Serra do Mar (site oficial), disponível em:  
<http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/>. Acesso em 01/2019.

GALVANI, E.; CATARUCCI, A. F. M.; CONICELLI, B.P.; BARBOSA, C.K.; LEAL, F. M.; VICENTINI J. S.B. Avaliação da temperatura do ar no perfil topoclimático do pico das Agulhas Negras, RJ – cota 1800 a 2760 metros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4, 2005. Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 2005.

GALVANI, E; LIMA, N. G. B; SERAFINI JUNIOR, S.; ALVES, R.R. Avaliação da temperatura do ar no perfil topoclimático do Parque Estadual Intervales – SP, entre as altitudes de 150 a 950 metros. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2008. Santa Maria. Anais Santa Maria: UNIFRA e UFRS.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET), GOVERNO FEDERAL.  
Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>.  
Acesso em 01/2019.

OLIVEIRA NETO, S.N. de; REIS, G.G. dos; REIS, M. das G.F.; LEITE, H.G.; COSTA, J.M.N. da. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território brasileiro situado entre 16 e 24º latitude sul e 48 e 60º longitude oeste. Engenharia na Agricultura, v.10, p.8-17, 2002.

RIBEIRO, A. G. As Escalas do Clima. BOLETIM DE GEOGRAFIA TEORÉTICA, 23(46-46): 288-294 1993.

ROSS, J. L. S (Org). Geografia do Brasil. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 1996.

ROSS, J. L. S. E MOROZ I.C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Laboratório de Geomorfologia. Departamento de Geografia da F.F.L.C.H. Universidade de São Paulo, 1993, 18p.

SANTOS, MORAES E GALVANI. Variação da temperatura do ar média, mínima e máxima no perfil topoclimático da trilha Caminhos do Mar (SP). Revista Equador (UFPI), Vol. 5, Nº 5, 2016. (pp.01 – 19). Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>. Acesso em 01/2019

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO – IN PLORESTAL.  
Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar. São Paulo:SMA/IF, 2006.

TONHASCA JR., A ecologia e história natural da Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Interacência 2005. 1ªEd. 197p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Recife, versão digital 2, 2006, disponível em <[http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA\\_E\\_CLIMATOLOGIA\\_VD2\\_Mar\\_2.pdf](http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2.pdf)>. Acesso em 01/2019.