



FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIA HUMANAS  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**FLG0591 - ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM CLIMATOLOGIA**

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup> EMERSON GALVANI**

**Ana Paula Sousa Silva – n° USP 11884971**

**Laura R. de Almeida Gomes – n° USP 11869692**

**Livia Maria Lotufo de Souza – n° USP 11170262**

**Olivia Miranda de Paula Assis – n° USP 11374440**

**Yasmin Freitas Sousa – n° USP 11768477**

**PROJETO:**

**Análise e espacialização da temperatura do ar média e máxima no perfil topoclimático  
do Pico da Bandeira**

São Paulo, SP

2023

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	5
2. INTRODUÇÃO.....	6
3. ÁREA DE ESTUDO.....	7
3.1 Localização.....	7
3.2 Caracterização geológica.....	8
3.3 Caracterização geomorfológica.....	9
3.4 Caracterização climática.....	11
3.5 Hidrografia.....	12
3.6 Vegetação.....	13
3.7 Solos.....	14
3.8 Aspectos socioeconômicos.....	15
4. PROCEDIMENTOS E MATERIAIS.....	16
5. RESULTADOS.....	19
6. DISCUSSÃO.....	27
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

## LISTA DE IMAGENS

1. Compartimento rochoso declive .....	08
2. Formação rochosa - Pico da Bandeira.....	08
3. Gnaisses e migmatitos.....	08
4. Solo com rochas.....	08
5. Gráficos de precipitação, temperatura, UR, vento, pressão e cobertura de nuvens....	11
6. Altímetro.....	16
7. Bússola.....	16
8. GPS.....	16
9. Datalogger HT500.....	17
10. Termo-higrômetro.....	17
11. Carta de pressão ao nível do mar de 12/05/2023.....	25

## LISTA DE MAPAS

1. Localização da área de estudo.....	07
2. Geomorfologia.....	09
3. Mapa hipsométrico.....	10
4. Mapa da Rede de drenagem.....	12
5. Mapa de Solos.....	14
6. Mapa de pontos de coleta de dados.....	19
7. Mapa de temperatura média.....	28
8. Mapa de temperatura média das máximas.....	28

## LISTA DE TABELAS

1. Classificação da vegetação.....	13
2. Dados coletados no trabalho de campo durante a instalação dos pontos.....	17
3. Tabela de dados de temperaturas máximas, médias e mínimas.....	19

## LISTA DE GRÁFICOS

1. Gráfico de dispersão da temperatura média no Pico da Bandeira.....	20
2. Gráfico de temperatura média no Pico da Bandeira.....	21
3. Gráfico de dispersão da temperatura máxima média no Pico da Bandeira.....	22
4. Gráfico de comparação entre as temperaturas máxima e a umidade relativa do ar....	23
5. Gráfico de variação da temperatura média de todos os pontos instalados no Pico da Bandeira.....	24
6. Gráfico de variação da temperatura máxima de todos os pontos instalados no Pico da Bandeira.....	24
7. Gráfico de marcha horária do dia 19/05/2023.....	26

## 1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi realizado durante a disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia, ministrada pelo Prof. Dr. Emerson Galvani pelas alunas de Geografia da Universidade de São Paulo.

Durante o semestre, foram feitos dois trabalhos de campo para o Pico da Bandeira, o ponto mais alto dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, localizado no Parque Nacional do Caparaó. As viagens foram divididas por turno de acompanhamento da disciplina: diurno que foi no dia 07/05/2023 e noturno que foi no dia 27/05/2023.

O primeiro grupo (diurno) ficou responsável pela instalação dos equipamentos denominados de Datalogger HT500, os quais medem a umidade relativa do ar e a temperatura do ponto de hora em hora. Foram instalados oito pontos no total. A calibração dos equipamentos foi iniciada no dia 03/05/2023 às 11h00min e terminou no dia 06/05/2023 às 13h00min. Os primeiros dados de campo foram captados no dia 07/05/2023 às 16h00min e finalizaram no dia 27/05/2023 às 13h00min. No total, foram 478 observações coletadas.

O segundo grupo (noturno) ficou responsável por desinstalar os equipamentos e trazer os dados para análise em gabinete.

Os grupos da disciplina foram divididos por pontos, cada grupo foi responsável por instalar um ponto ou desinstalar o mesmo, nosso grupo ficou responsável pela instalação do ponto 5. Com isso, a partir das informações coletadas no campo, cada grupo ficou responsável por realizar um relatório acerca de um segmento da climatologia do Pico da Bandeira. Nosso grupo, número quatro, ficou responsável pelo tema: “Análise e espacialização da temperatura do ar média e máxima no perfil topoclimático do Pico da Bandeira”.

A fim de analisar a temperatura do ar média e máxima, começaremos o relatório por uma caracterização da área de estudo para entender sua dinâmica e poder comparar junto dos dados, utilizando tabelas, gráficos e mapas e concluir com as nossas observações como se dá a espacialização da temperatura.

## **2. INTRODUÇÃO**

O estudo do clima é fundamental para a compreensão da dinâmica da natureza, uma vez que apresenta uma série de elementos responsáveis pelo padrão do comportamento climático. Esses elementos podem ser divididos em meteorológicos e geográficos. Dos elementos meteorológicos classificam-se a temperatura, insolação e radiação solar, pluviometria, pressão atmosférica, ventos, nebulosidade e umidade. E dos elementos geográficos do clima identifica-se a atmosfera, posição no globo terrestre (latitude e longitude), altitude, continentalidade, maritimidade, correntes marítimas, relevo, massas de ar, vegetação e urbanização (ou ação antrópica).

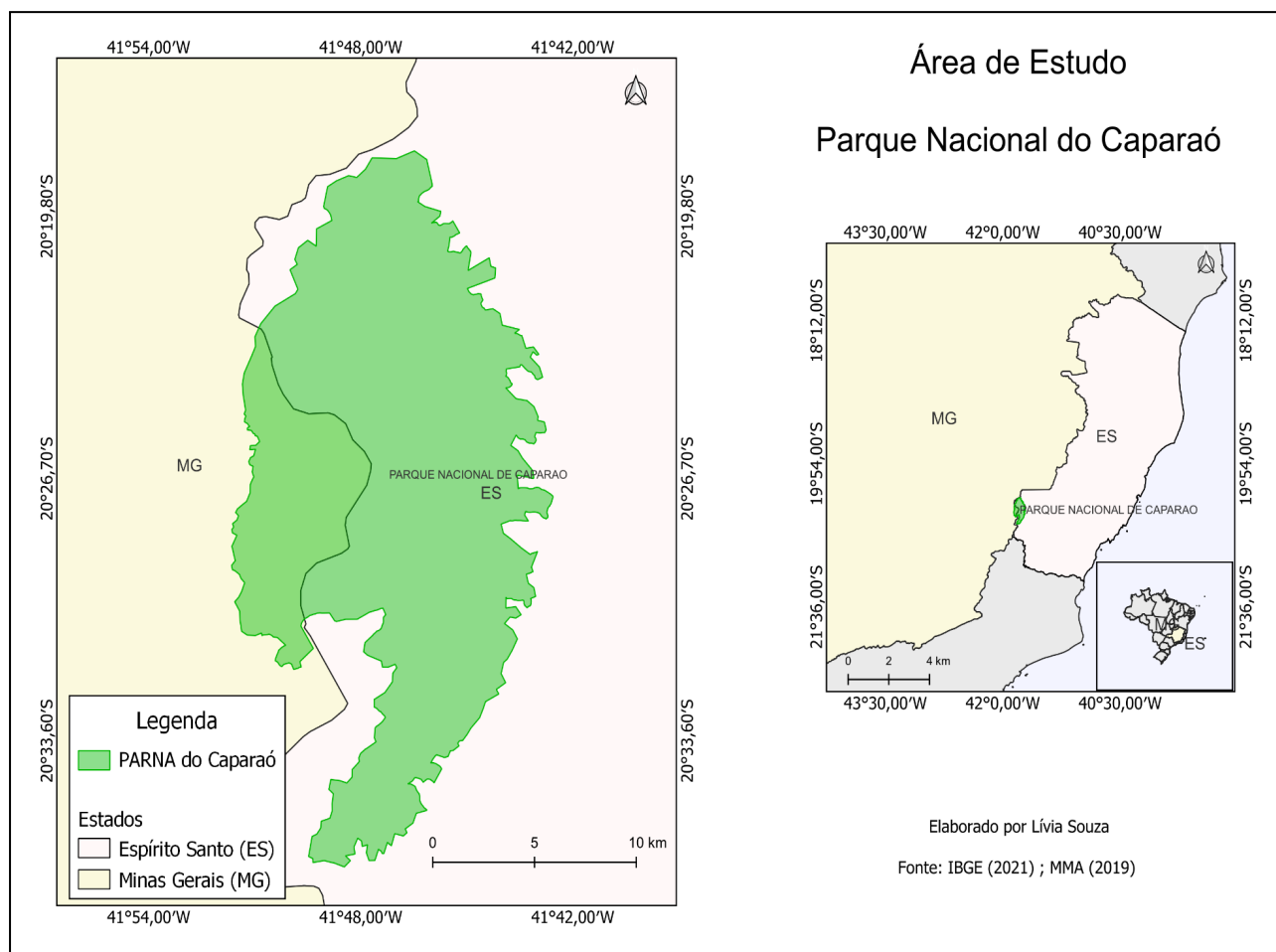
A partir deste conhecimento, a pesquisa foi fundamentada na escala de topoclima, contemplando a região do Parque Nacional do Caparaó em Minas Gerais, a fim de analisar, compreender e interpretar o comportamento da área de estudo, que sofre mudança climática devido ao modelado do relevo com diferenças altimétricas e direção e orientação da vertente.

Para isso foi realizado um trabalho de campo para monitoramento das temperaturas mínimas, médias e máximas, umidade relativa do ar e ponto de orvalho, em nosso caso, a investigação sobre a temperatura média e máxima do ar, com o objetivo de relacionar as características geográficas do local com os dados obtidos durante o estudo que durou aproximadamente 1 mês, e para que dessa forma, possamos destacar como o relevo influencia na taxa de temperatura.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 Localização

O Parque Nacional do Caparaó (figura 1), criado em 1961, é uma Unidade de Conservação (UC) administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, que está localizado nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, nas latitudes de 20° 19' S e 20° 37' S e as longitudes de 41° 43' W e 41° 53' W.



Mapa 1: Mapa de localização da área de estudo. Fonte: IBGE e MMA.

Abrangendo uma área de 31,8 mil hectares, que compõem a bacia hidrográfica dos Rios Itabapoana, Itapemirim e Doce, o PARNA do Caparaó tem atrações como cachoeiras, piscinas naturais e trilhas com níveis altimétricos a partir de 997 m, sendo o Pico da Bandeira com 2891,3 m que atrai a prática de montanhismo pelos visitantes. Além disso, o parque disponibiliza quatro áreas de acampamento, espaços conhecidos como Tronqueira e Terreirão na portaria de Alto Caparaó - MG e Macieira e Casa Queimada pela portaria de Pedra Menina - ES.

### 3.2 Caracterização geológica

A Serra do Caparaó, situada ao sul do Orógeno Araçuaí, está inserida no Escudo Atlântico, que compreende parte da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira, é uma região de cadeia montanhosa com elevação abrupta até 2800 m acima do nível do mar, formando o Maciço do Caparaó que se distribui na direção norte-sul.

Neste contexto, o Maciço do Caparaó integra os desdobramentos com soerguimentos que ocorreram no ciclo Brasileiro há cerca de 630 a 550 milhões de anos atrás, sendo que as formações rochosas datam 2 bilhões de ano, com rochas metamórficas de médio a alto grau, com predominância de gnaisses, migmatitos, especialmente com biotita e granada, além de chamockitos de composição intermediária a básica.

A partir da homogeneidade litológica é possível distinguir três unidades principais: no embasamento, os gnaisses granulíticos e migmatitos; na cobertura metassedimentar neoproterozóica, os paragnaisses migmatizados; e os granitóides neoproterozóicos-cambrianos.



Imagem 1: Compartimento rochoso declive



Imagem 2: Formação rochosa - Pico da Bandeira



Imagem 3 : Gnaisses e migmatitos



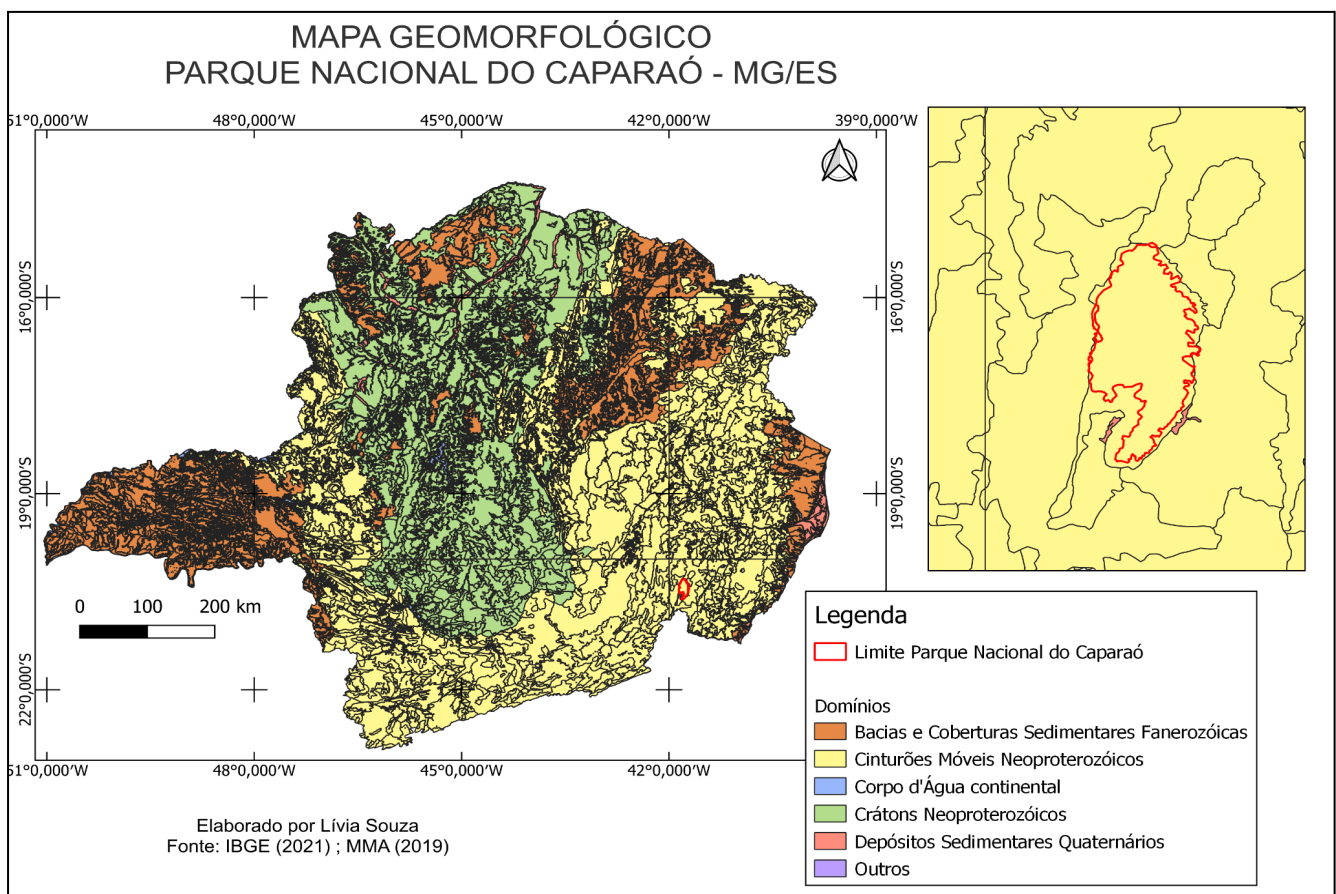
Imagem 4: Solo com rochas

Fonte: Yasmin Ventura e Laura Almeida, 2023



### 3.3 Caracterização geomorfológica

A Serra do Caparaó está configurada na feição geomorfológica do *rift* continental do sudeste brasileiro, é um compartimento caracterizado pelos Domínios Morfoclimáticos de Mares de Morro Extensivamente Florestados e o das Depressões Intermontanas. De acordo com o mapeamento do Espírito Santo, está inserida no contexto morfoestrutural da Faixa de Dobramentos Remobilizados que é marcada por forte controle estrutural de falhas e dobras, correspondendo a uma área de Cinturões Móveis do Neoproterozóico (mapa 2).

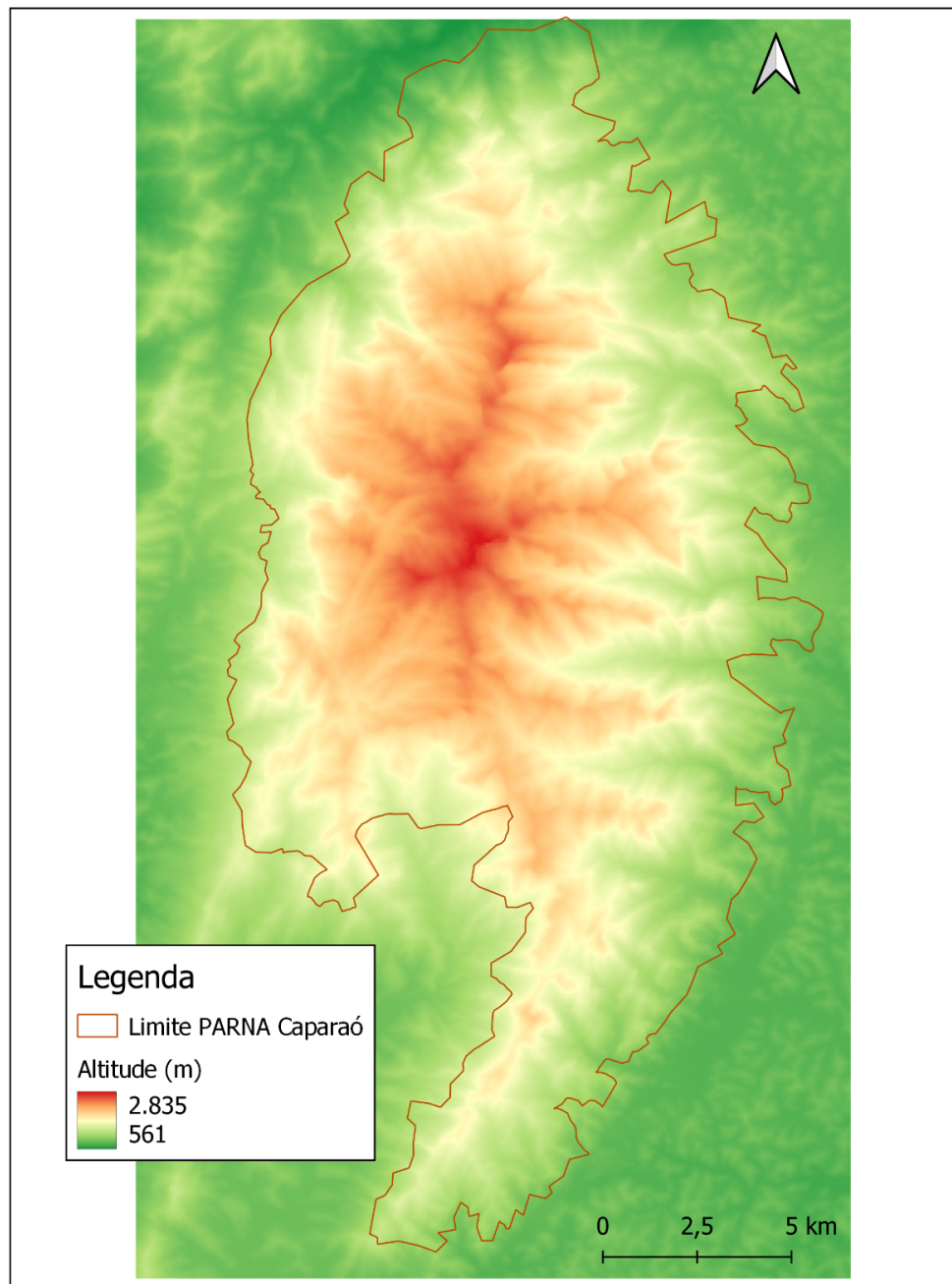


Mapa 2: Mapa geomorfológico do Parque Nacional do Caparaó. Fonte: IBGE e MMA.

Designada como *horst*, a Serra do Caparaó possui serras escarpadas em que existe a dissecação em controle estrutural, com declives acentuados, e também dissecação profunda, configurando os vales. Os modelados são antigos e foram configurados no Proterozóico com ações tectônicas e ciclos de denudação que resultaram no recuo de escarpas, e na formação de pedimentos, importantes para a conservação e descaracterização das paleoformas.

Com essa configuração apresenta uma considerável elevação que pode ser visualizada através do mapa hipsométrico.

## Mapa Hipsométrico



Elaborado por Livia Souza  
Fonte: SRTM (2023); IBGE (2023)

Mapa 3: Mapa hipsométrico da área de estudo.

### 3.4 Caracterização climática

Conforme a classificação de Köppen, o clima do Parque Nacional do Caparaó é do tipo Cwb, que se caracteriza por ser um clima tropical de altitude, sendo o relevo responsável pelas diferenças de temperatura e pluviosidade na região.

Apresenta um verão chuvoso de novembro a março, e inverno seco de abril a outubro, com pluviosidade entre 1.000 e 1.500 mm. Com temperatura média entre 19°C e 22°C, sendo que no Pico da Bandeira as temperaturas podem variar abaixo de 0°C. Há registros de temperatura máxima absoluta de 36°C e a temperatura mínima absoluta de -4°C negativos nos picos mais elevados do parque.

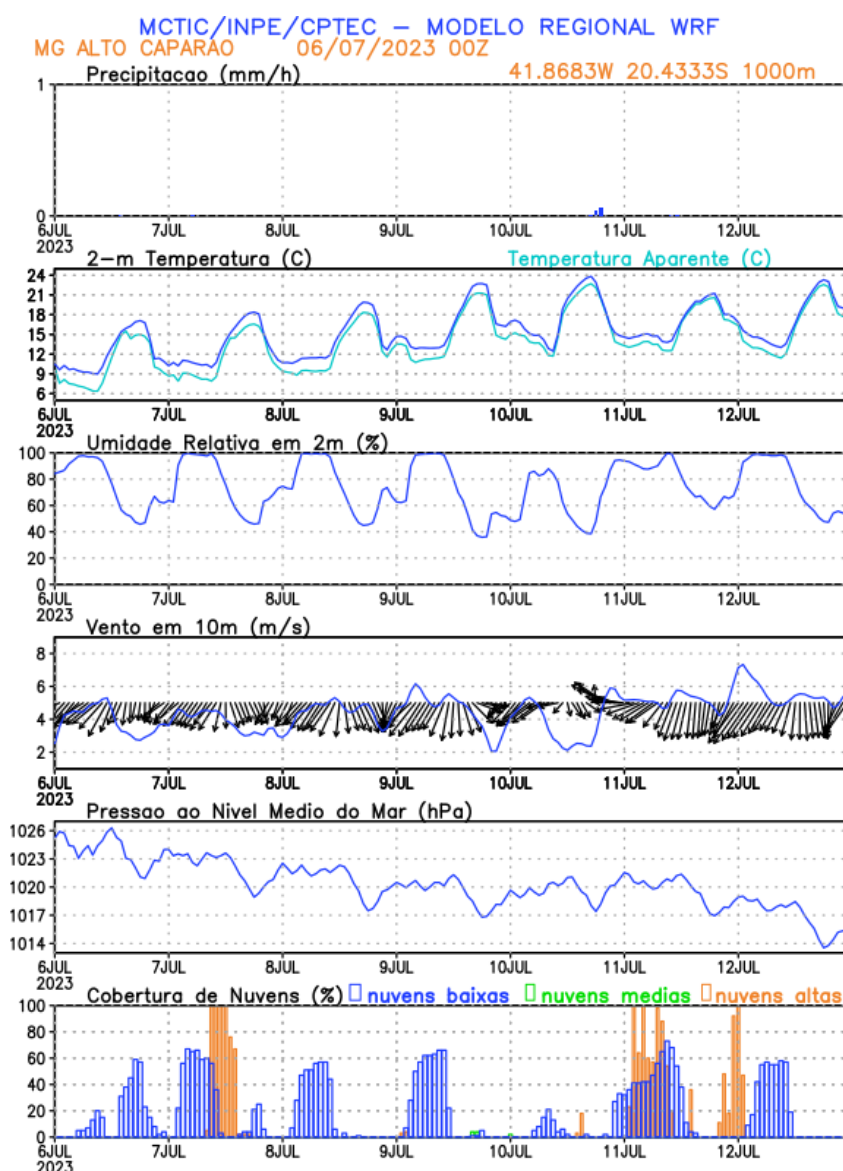


Imagem 5: Gráficos de precipitação, temperatura, UR, vento, pressão e cobertura de nuvens.

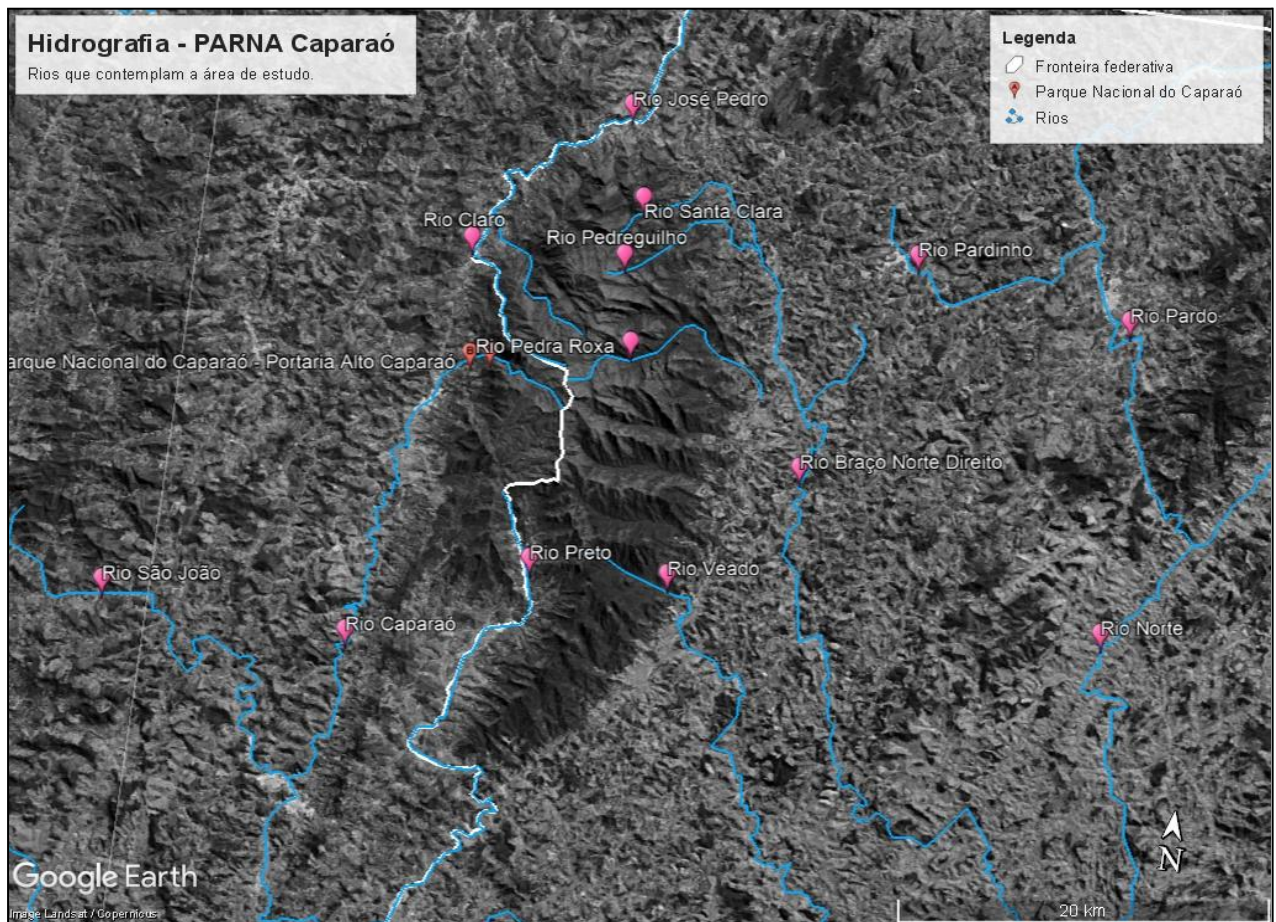
Fonte: Meteograma da Estação Alto Caparaó de Julho - CPTEC (2023)

### 3.5 Hidrografia

A rede de drenagem do Parque Nacional do Caparaó é constituída por rios perenes e caudalosos de pequeno e médio porte. Estando na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, o parque conta com uma considerável quantidade de córregos, nascentes e riachos, colaborando com outras três Bacias hidrográficas: Bacia do Itabapoana, Bacia do Rio Doce e Bacia do Itapemirim, que fazem parte da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste.

Os rios Caparaó e José Pedro são os mais importantes da região do Caparaó, sendo o Rio Caparaó pertencente a bacia hidrográfica do Rio Itabapoana. Estima-se que no interior do parque existam muitas nascentes, portanto, os rios encachoeirados com corredeiras devido às elevações de altitude apresentam uma hidrografia nessas elevações, devido aos vales encaixados representados por falhas geológicas da era pré-cambriana.

Algumas nascentes da região são as dos rios Pedregulho, Pedra Roxa, Veado, Claro, Santa Clara, e também compõem a rede os rios Preto, Braço Norte Direito, Pardinho, Pardo e Norte.



Mapa 4: Rede de drenagem. Por Livia Souza. Fonte: Google Earth (2023) e IBGE (2021).

### 3.6 Vegetação

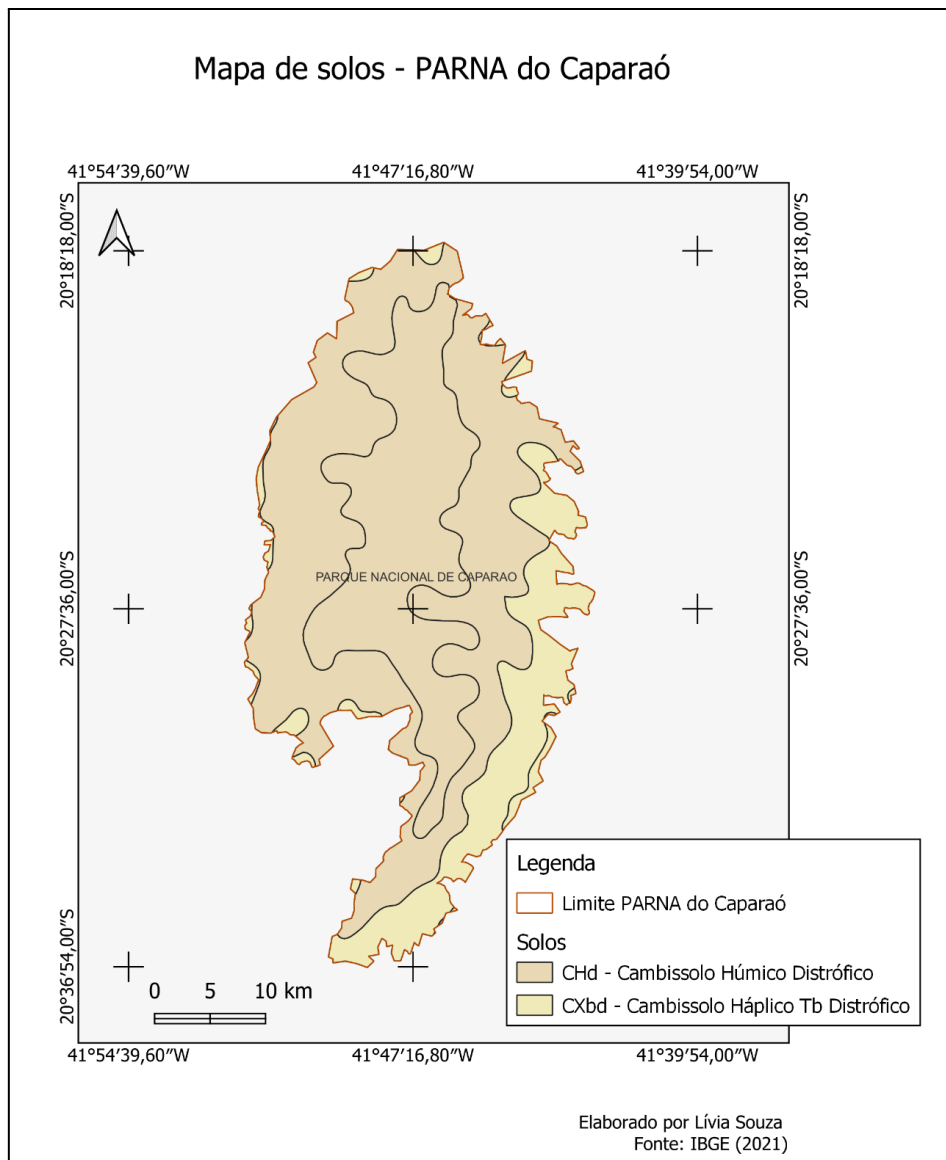
A vegetação do PARNA do Caparaó é classificada a partir da influência topográfica, climática, das redes de drenagem e dos solos. Nesse sentido, pode ser dividida nos ambientes de florestas e formações especiais, da seguinte forma:

<b>Tipo</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Altitude</b>	<b>Característica</b>
<b>Floresta Estacional Semidecidual</b>	Oeste da Serra da Mantiqueira e do Caparaó, sudeste de Minas Gerais	Entre 800 e 1.800 m	<i>Formação Montana</i> - Ambientes que transitam entre a zona úmida costeira e o ambiente semiárido. Porte arbóreo de 20 m, com perda de folhas no período seco
<b>Floresta Estacional Ombrófila Densa</b>	Planícies costeiras do Espírito Santo, condicionadas a influência marítima	Entre 800 e 1.800 m	<i>Formação Montana</i> - Vegetação apresenta dossel uniforme com altura média de 20 m e com estratos arbustivos, herbáceos e arbóreos  <i>Formação Alto Montana</i> - Conhecida como Floresta de Altitude, sujeita a condensação de massas de ar úmida, com formação de neblina ou chuvas fracas. Solos litólicos e acúmulo de turfa nas depressões
<b>Floresta Ombrófila Mista (Araucária)</b>	Planalto Meridional, com refúgios nas Serras do Mar e da Mantiqueira	Acima de 1000 m	Presença de uma única Araucária no parque
<b>Campos de Altitude com formações arbustivas</b>	Conforme altitude	A partir de 2.000 m	Vegetação herbácea-arbustiva aberta, solos rasos e intensa radiação solar
<b>Campos de Altitude entre afloramentos rochosos</b>	Conforme altitude	Acima de 2.400 m	Se desenvolve nos afloramentos rochosos

Tabela 1: Classificação da vegetação.

### 3.7 Solos

Segundo a classificação nacional do IBGE, o Parna do Caparaó e seus arredores, como parte da cidade Alto Caparaó - MG e Ibitirama - ES, é uma área com predominância dos Cambissolos (mapa 5).



Mapa 5: Mapa de solos do Parque Nacional do Caparaó. Fonte: IBGE.

De modo geral, os solos denominados Cambissolo Húmico Distrófico são solos que têm presença do horizonte A superficial húmico, que se caracteriza pela presença de matéria orgânica o que resulta numa coloração escura. Está associado a clima frio de altitude ou clima subtropical do Sul do Brasil.

Já a denominação de Cambissolo Háplico Tb Distrófico refere-se a solos com baixa atividade de argila e fertilidade, apresentando pedras e um horizonte curto. Além disso, seu uso é limitado, devido a ocorrência em relevo com declividade acentuada.

### **3.8 Aspectos Socioeconômicos**

#### **3.8.1 Alto Caparaó (MG)**

O município de Alto Caparaó (MG) ocupa uma área de 104.571 km<sup>2</sup> e está localizado a 54 km da cidade de Carangola e a 47 km de Manhauçu. Teve seu desenvolvimento iniciado a partir do século XX com o povoamento provindo de imigrantes alemães, que tinha como atrativo a criação de gado.

Em 1961, com a consolidação do parque, a cidade investiu na infraestrutura turística, como hotéis, pousadas, restaurantes e comércios de artesanatos. Atualmente as principais atividades econômicas são a cafeicultura e o turismo, sendo este voltado também para as fazendas de café, além do Parque Nacional do Caparaó.

Segundo os dados do IBGE há uma população de 5.795 habitantes, sendo a densidade demográfica de 55,89 hab/km<sup>2</sup>. O PIB per capita em 2022 era de R\$14.345,03 reais e o IDHM 0,661.

#### **3.8.2 Ibitirama (ES)**

O município de Ibitirama (ES) faz parte da Serra do Caparaó e está localizado no sul do Estado. É uma área territorial de 330.874 km<sup>2</sup> em que metade é ocupada pelo Parque Nacional do Caparaó. E, possui uma população de 9.520 habitantes e densidade demográfica de 28,77 hab/km<sup>2</sup>.

Das atividades econômicas, o turismo e a agropecuária se destacam. A agropecuária tem 70% da produção provinda de agricultura familiar. O PIB per capita é de R\$17.645,21 reais e o IDHM de 0.622.

#### 4. PROCEDIMENTOS E MATERIAIS

A fim de realizar essa pesquisa, utilizamos alguns equipamentos específicos para a coleta de dados, sendo eles: Datalogger, GPS, altímetro e uma bússola.

Os Dataloggers utilizados foram o modelo HT500, como já mencionado e eles foram ligados dentro do laboratório dias antes do trabalho de campo para que fossem calibrados em conjunto. Sua função é captar valores de umidade relativa e temperatura do ar em graus Celsius no período pré-determinado na sua programação, no caso, a coleta foi feita de hora em hora. Os sensores necessitavam de um abrigo para que ficassem protegidos durante todo o tempo de coleta de dados, logo foram utilizados abrigos meteorológicos feitos pelo próprio Laboratório de Climatologia e Biogeografia da USP presos em suportes que foram fincados no solo e fixados com fio de aço para uma maior sustentação.

O GPS foi utilizado para coletar as coordenadas UTM de cada ponto de instalação e com isso obtermos maior precisão da localização para a análise dos dados. O Altímetro foi utilizado para obter os dados de altitude (metros) e de pressão atmosférica (mmHg).

A bússola foi utilizada como uma outra forma de obter a precisão da localização dos pontos ao indicar a orientação das vertentes dos equipamentos instalados. Abaixo estão as imagens dos instrumentos nomeados.

##### Instrumentos Utilizados em Campo



Imagem 6: Altímetro

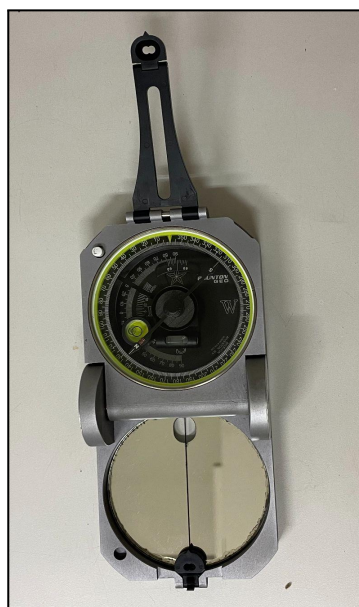


Imagem 7: Bússola



Imagem 8: GPS



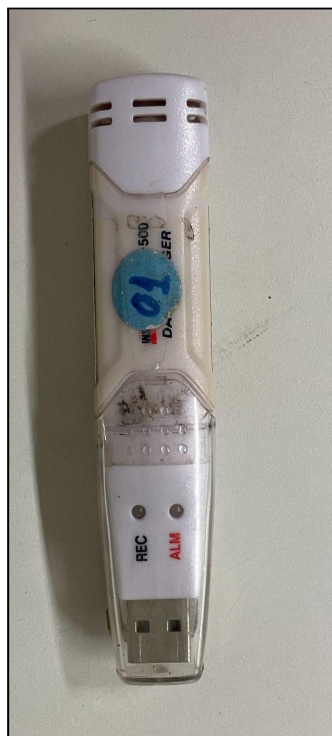


Imagem 9: Datalogger HT500



Imagem 10: Termo-higrômetro

Fonte: Laura Almeida, 2023

A cada ponto que era instalado, havia uma série de dados para serem coletados além de sua instalação, a tabela apresentada abaixo foi a utilizada em campo. Além dessas colunas, havia uma a respeito da vegetação, que será caracterizada posteriormente.

### Caracterização dos Pontos

Ponto	Altitude (m)	Horário	UTM X (m)	UTM Y (m)	Pressão (mmHG)	Declividade	Orientação da vertente
1	1090	14:58	201756	7738814	688	elevada	sul/sudeste
2	1200	15:44	202242	7739282	680	média/elevada	sul/sudoeste
3	1970	08:45	203377	7740611	624	média	norte
4	2350	11:27	206664	7739420	595	elevada	oeste
5	2500	12:12	207412	7739487	586	baixa/média	norte
6	2600	12:43	207666	7738999	575	leve	oeste
7	2750	13:55	207841	7738302	566	muito acentuada	norte
8	2890	15:08	208292	7737921	554	elevada	oeste

Tabela 2: Dados coletados no trabalho de campo durante a instalação dos pontos.

O primeiro ponto foi instalado no dia 06/05/2023 às 14:58. Ele fica localizado na Pousada do Bezerra, a qual foi visitada no mesmo dia da chegada em campo. Sua instalação foi feita com dois dataloggers com a finalidade de proteção dos dados em eventuais perdas de equipamento. No local se encontrava a Floresta Estacional Semidecidual Montana e a declividade do terreno era elevada.

O segundo ponto fica localizado na entrada do Parque Nacional do Caparaó e também foi instalado no dia 06/05/2023. Sua instalação foi às 15:44 em um terreno de inclinação média para elevada e que possuía uma vegetação de Floresta Ombrófila Densa Montana por conta da proximidade com cursos d'água.

O terceiro ponto fica localizado na Tronqueira e foi instalado no dia 07/05/2023, no segundo dia de trabalho de campo. O acesso a ele se deu por Jipes contratados que percorreram o caminho da entrada no parque até o local de instalação, no qual há um mirante e espaço para acampamento. Sua instalação foi às 08:45 em um terreno com declividade média e de vegetação Semi-Decidual.

O quarto ponto fica localizado no Terreirão, outro ponto de apoio para acampamento e o último ponto antes da subida mais acentuada em direção ao Pico da Bandeira. Foi instalado no dia 07/05/2023 às 11:27 em um terreno de declividade elevada e onde dava início a vegetação de Campos de Altitude por conta da elevada altitude e mudança de clima e umidade proveniente provavelmente das inversões térmicas.

O quinto ponto fica localizado após o Terreirão, logo depois da subida mais acentuada para o Pico da Bandeira, foi instalado pelo nosso grupo no dia 07/05/2023 às 12:12 em um terreno com declividade baixa para média, no entanto, o acesso para esse ponto foi difícil por conta do solo raso e da presença de muitas rochas, o que dificultava sua locomoção. Sua vegetação era Campos de Altitude

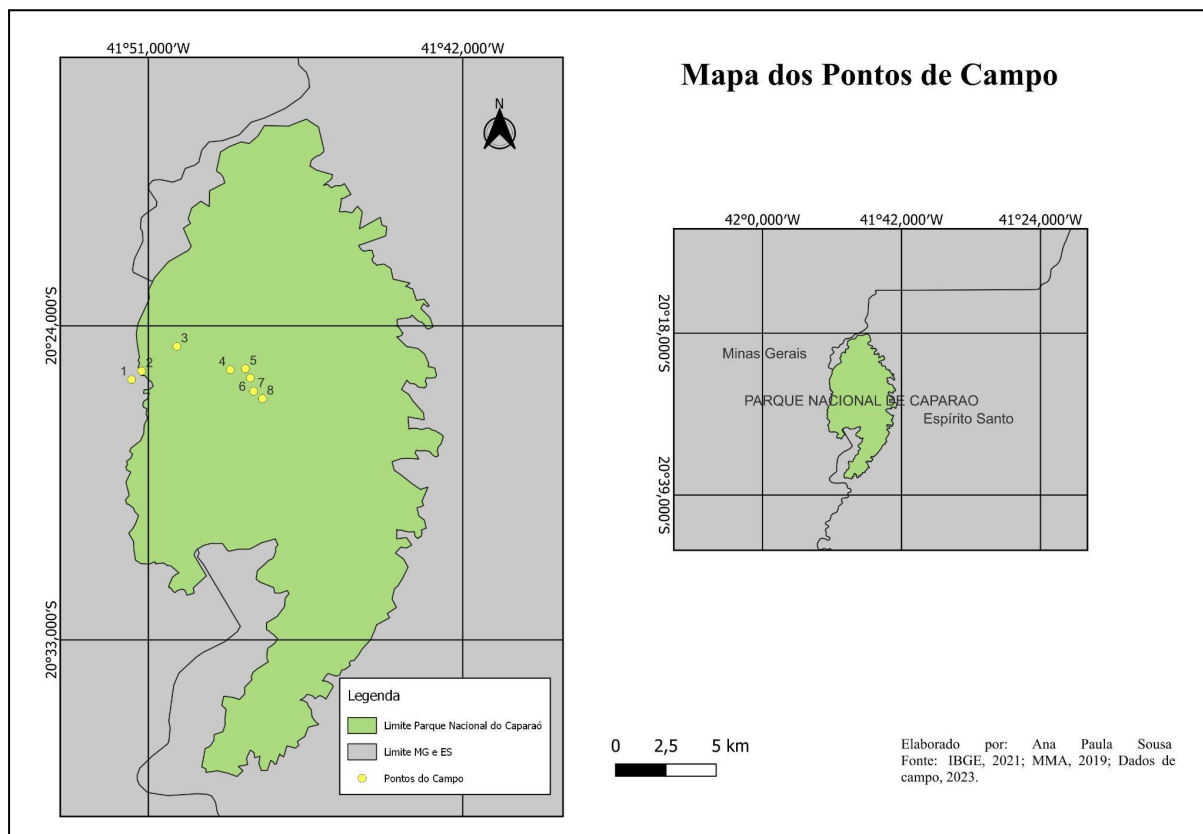
O sexto ponto foi instalado no dia 07/05/2023 às 12:43 em um terreno de declividade leve e também na vegetação Campos de Altitude. O sétimo ponto também foi instalado no mesmo dia às 13:35 em um terreno com declividade muito acentuada e também na mesma vegetação dos pontos anteriores.

O oitavo e último ponto foi instalado no mesmo dia às 15:08 logo após a subida final que exigiu bastante dos alunos pois era uma das partes mais difíceis do percurso, no Pico da Bandeira, em um local com declividade muito acentuada e que apenas o grupo responsável por instalar foi pois era perigoso. Por conta de sua altitude, a vegetação era quase nula, com a presença de Campos de Altitude, mas a maior parte do ponto era composta por afloramento de rochas. Nesse ponto, alguns alunos passaram mal por conta da altura e pela sensação de estar no meio das nuvens. Sentimos nuvens passando sobre nós e a umidade que elas traziam também, a visibilidade não estava boa por conta da presença das mesmas.

Os dados dos pontos começaram a ser coletados no dia 07/05/2023 e foram finalizados no dia 27/05/2023 quando o grupo de alunos do curso do período noturno foram fazer a desinstalação dos equipamentos.

## 5. RESULTADOS

Os dados coletados a partir do segundo campo foram reunidos em tabelas e gráficos, o procedimento contou com a instalação de oito pontos de medição de temperatura e umidade, distribuídos ao longo do percurso, com diferentes altitudes de suas colocações.



Mapa 6: Mapa de pontos. Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.

Abaixo, segue o gráfico de temperatura registradas em cada um dos pontos e suas respectivas médias, máximas e mínimas (absolutas) entre o período de 07 de maio de 2023 a 27 de maio de 2023:

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8
Altitude	1090	1200	1970	2350	2500	2600	2750	2890
Máxima	22,0	21,0	22,2	21,8	18,5	18,1	19,9	16,9

<b>Mínima</b>	7,9	8,2	4,7	-2,7	-0,6	2,6	3,1	3,0
<b>Média</b>	14,8	14,3	12,3	9,8	8,9	9,1	9,1	8,4

Tabela 3: Tabela de dados de temperaturas máximas, médias e mínimas dos instalados no Pico da Bandeira e as altitudes em que localizavam. Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.

A partir dessa tabela, já é possível notar alguns fatos interessantes, como, por exemplo, a maior temperatura não foi registrada no ponto mais baixo localizado na Pousada (Ponto 1) e sim na área onde se localiza a Tronqueira (Ponto 3). Também já é possível notar que a partir do Ponto 5 as temperaturas começam a diminuir. No gráfico a seguir, os dados de dispersão de temperatura média podem ajudar a entender melhor de forma linear qual a variação entre as temperaturas médias registradas.

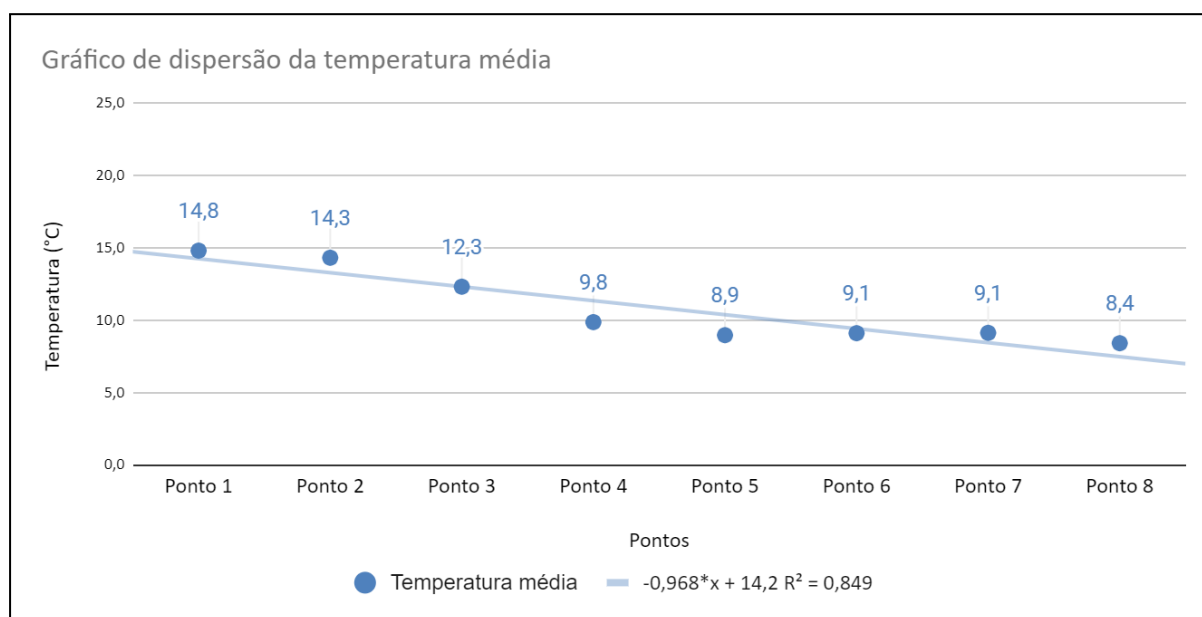


Gráfico 1: Gráfico de dispersão da temperatura média no Pico da Bandeira, registrado entre 07/05/2023 (16h) a 27/05/2023 (13h). Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.

O gráfico de dispersão de temperaturas médias mostra de maneira clara que conforme as altitudes aumentam podemos observar uma diminuição nas temperaturas, especialmente quando observamos a linha de regressão que segue uma trajetória decrescente nos valores de temperatura, na equação da reta podemos notar que o valor junto a X é negativo, assim, os resultados referentes a temperatura continuarão a diminuir, visto que X é a altitude que pode ser substituída realizar a equação. Essa afirmação pode ser apoiada a partir do valor de  $R^2 =$

0,849, onde, quanto mais próximo de 1, maior a relação entre a previsão de variação da variável e os dados coletados e obtidos.

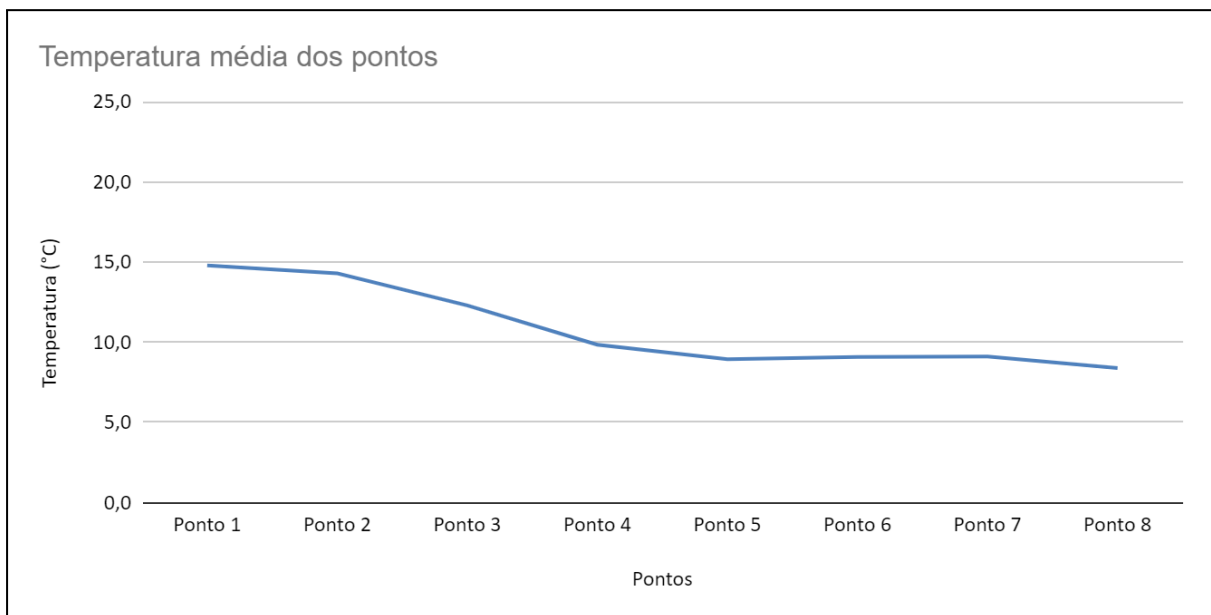


Gráfico 2: Gráfico de temperatura média no Pico da Bandeira, registrado entre 07/05/2023 (16h) a 27/05/2023 (13h). Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.

Ao observarmos o gráfico anterior podemos notar que entre os pontos 2 e 4 há uma queda notável de cerca de 5 °C de temperatura. Isso porque, quando retornamos para a Tabela 1, nota-se que a menor temperatura registrada durante o período de coleta dos dados foi de -2,7 °C no Ponto 4, local sujeito a sofrer baixas temperaturas além desta que foi a menor de todas registradas no período de 07/05/2023 a 27/05/2023, devido ao fenômeno de inversão térmica, assim afetando o gráfico de temperatura média com uma queda notável de temperatura.

Podemos observar de maneira clara que as temperaturas médias registradas variam de 15,0 °C a pouco menos de 10 °C, sendo assim, as temperaturas estão diminuindo conforme a altitude aumenta. Algo muito semelhante ocorre com o Gráfico 3, entretanto, este se refere à temperatura máxima obtida durante o período em que os data loggers foram deixados em campo.

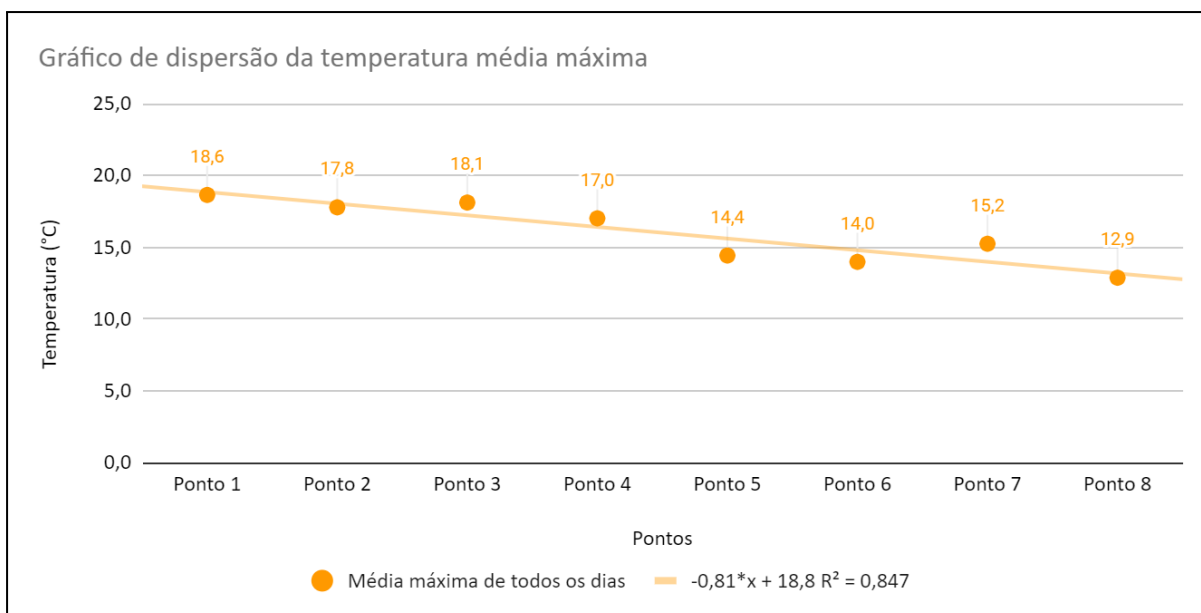


Gráfico 3: Gráfico de dispersão da temperatura média máxima no Pico da Bandeira, registrado entre 07/05/2023 (16h) a 27/05/2023 (13h). Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.

O Gráfico de dispersão de temperaturas médias de máximas apresenta uma equação da reta semelhante ao Gráfico 1, no qual obtemos um  $R^2$  muito próximo ao valor de 1,0 e o número que acompanha X (a altitude) é negativo. Mas algo curioso ocorre entre os pontos 6 e 7, onde apesar deste último estar localizado em uma altitude maior que o ponto 6, sua temperatura média de máximas registradas é 1,2 °C maior, fato este que se contradiz com a afirmação anterior de que, quanto maior a altitude, menor a temperatura.

Esta divergência de resultados pode ter ocorrido por diversos fatores, dentre os quais podemos citar as massas de ar, pressão atmosférica, ou até mesmo o albedo. Mas, com base nos dados obtidos em campo, iremos considerar essa diferença de temperatura a partir da umidade relativa do ar. No Gráfico 4, apresentado a seguir, podemos observar que no Ponto 6, onde a temperatura é de 18,1 °C, a umidade relativa média está percentualmente maior que a temperatura, e no Ponto 7 ocorre o oposto, a temperatura registrada, de 19,9 °C, é maior que a umidade relativa média do ar.

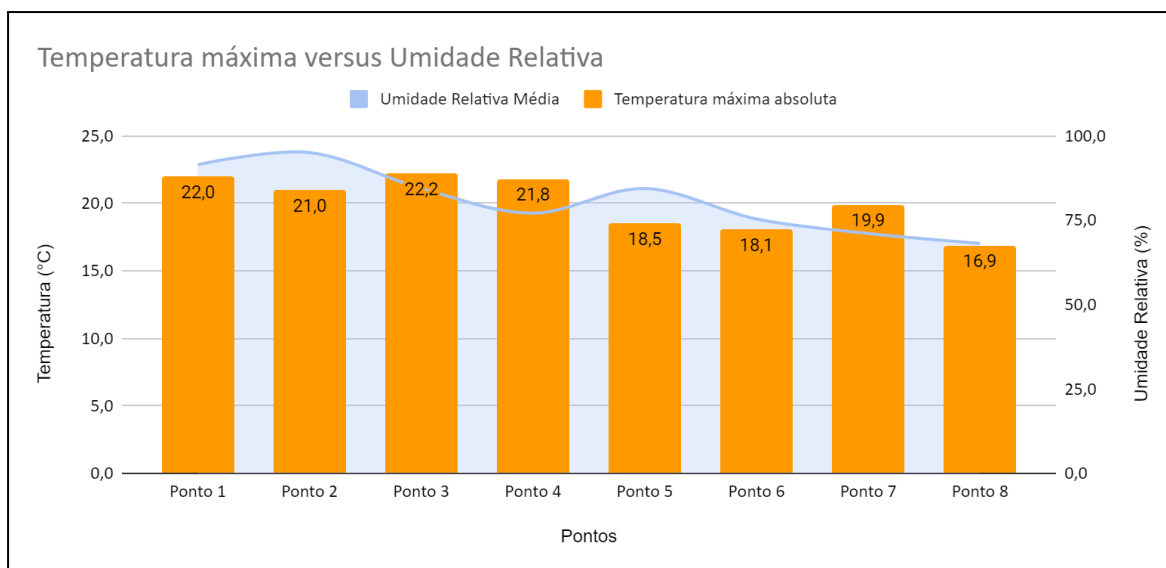


Gráfico 4: Gráfico de comparação entre as temperaturas máxima e a umidade relativa do ar. Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.

Dessa forma, podemos entender que um dos motivos que levaram à uma maior temperatura num ponto mais alto do que um ponto abaixo dele, pode ter sido resultado da variação da umidade relativa, uma vez que esse dado e os dados de temperatura são inversamente proporcionais: registros de maior umidade relativa, implicam em uma menor temperatura, assim como, menores registros de umidade relativa, implicam em uma maior temperatura. Isso ocorre por conta do acúmulo de água no ar e tempos mais secos, em geral, podem ser mais quentes e vice-versa.

A seguir, o Gráfico 5 e 6 mostram a variação de temperaturas médias e máximas, respectivamente, entre as datas de 07/05/2023 à 27/05/2023. A variação dessas temperaturas durante o período em que estavam instaladas foi colocada aqui para que possamos traçar uma espécie de linha do tempo e observar como com o passar dos dias a temperatura no Pico da Bandeira ia decaindo, bem como poder analisar grandes variações de temperatura nas datas.

No gráfico de temperaturas médias, o registro que chama atenção no primeiro olhar é da data de 17/05/2023, onde os pontos 4 e 5 são os que têm temperaturas baixas acentuadas. Isso decorre porque foi neste período que houve o fenômeno de inversão térmica na montanha, onde as menores temperaturas absolutas foram registradas pelos data loggers, assim, afetando posteriormente o cálculo das médias e tendo como resultado essa baixa acentuada na data em questão.

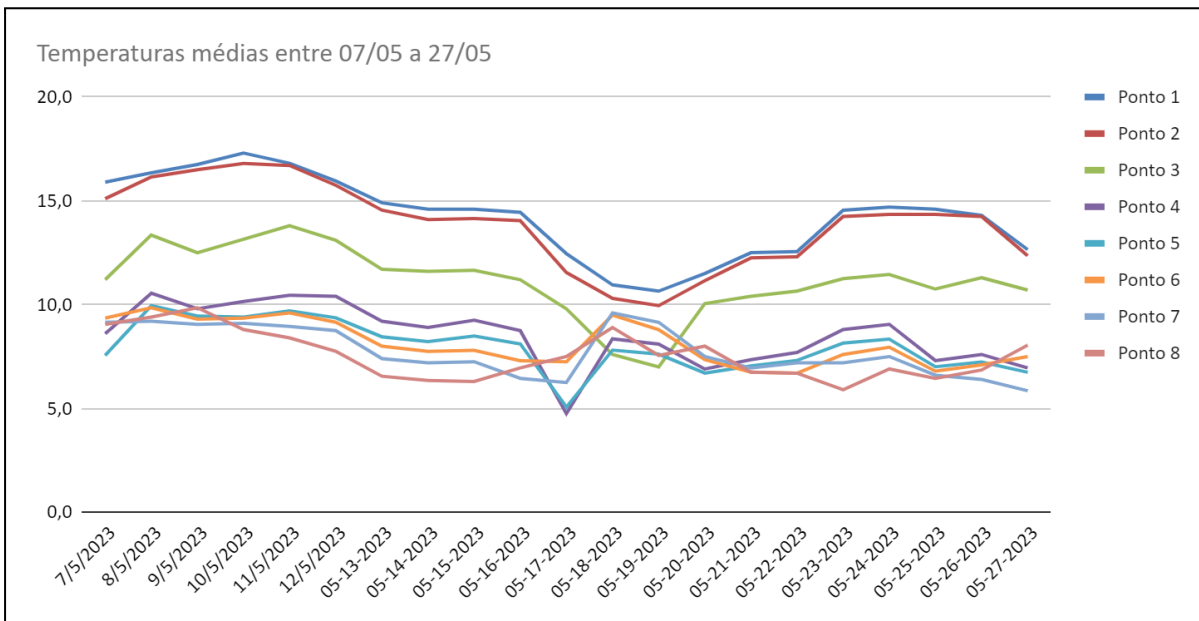


Gráfico 5: Gráfico de variação da temperatura média de todos os pontos instalados no Pico da Bandeira entre as datas de 07/05/2023 (16h) a 27/05/2023 (13h). Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.

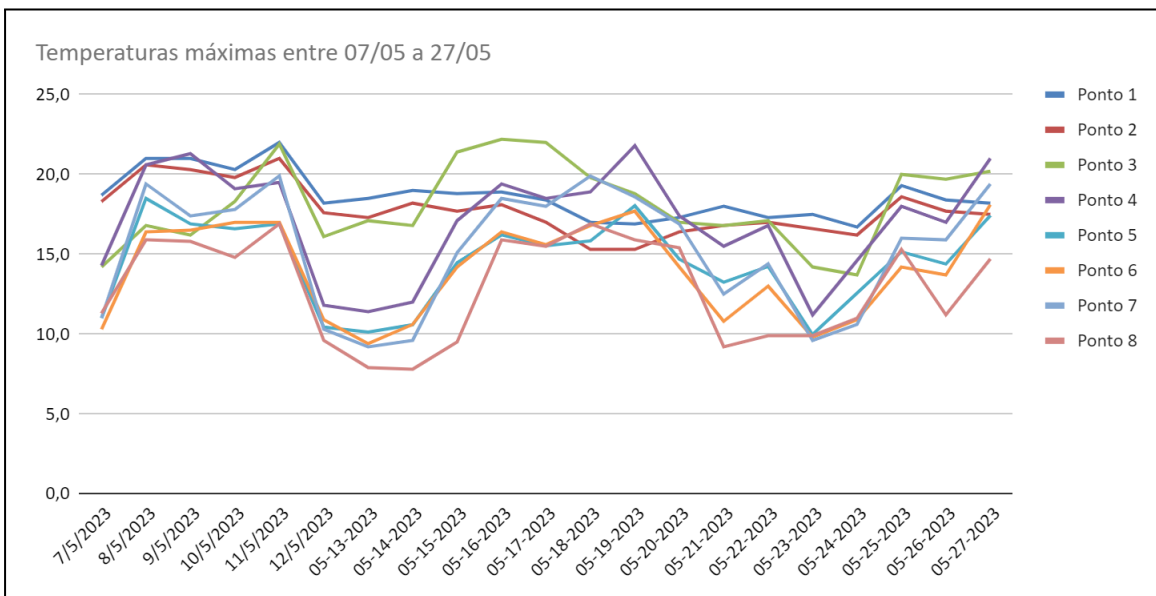


Gráfico 6: Gráfico de variação da temperatura máxima de todos os pontos instalados no Pico da Bandeira entre as datas de 07/05/2023 (16h) a 27/05/2023 (13h). Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.

Outra medição que chama a atenção é a referente ao período entre dos dias 12/05/2023 à 15/05/2023 (Gráfico 6), onde as máximas registradas nos pontos sofrem uma queda brusca, registrando no Ponto 8 temperaturas máximas à menos de 10 °C. Esse fato



pode ser entendido quando olhamos a carta sinótica produzida pela Marinha do Brasil (Imagem 11), na qual no dia 12/05/2023, podemos observar duas frentes frias muito próximas ao litoral brasileiro, próximo à região Sudeste do país, levando assim à uma queda de temperaturas que perpetuou por três dias, até que sua passagem se afastou ou se desfez no oceano e as máximas no local começaram a subir novamente.

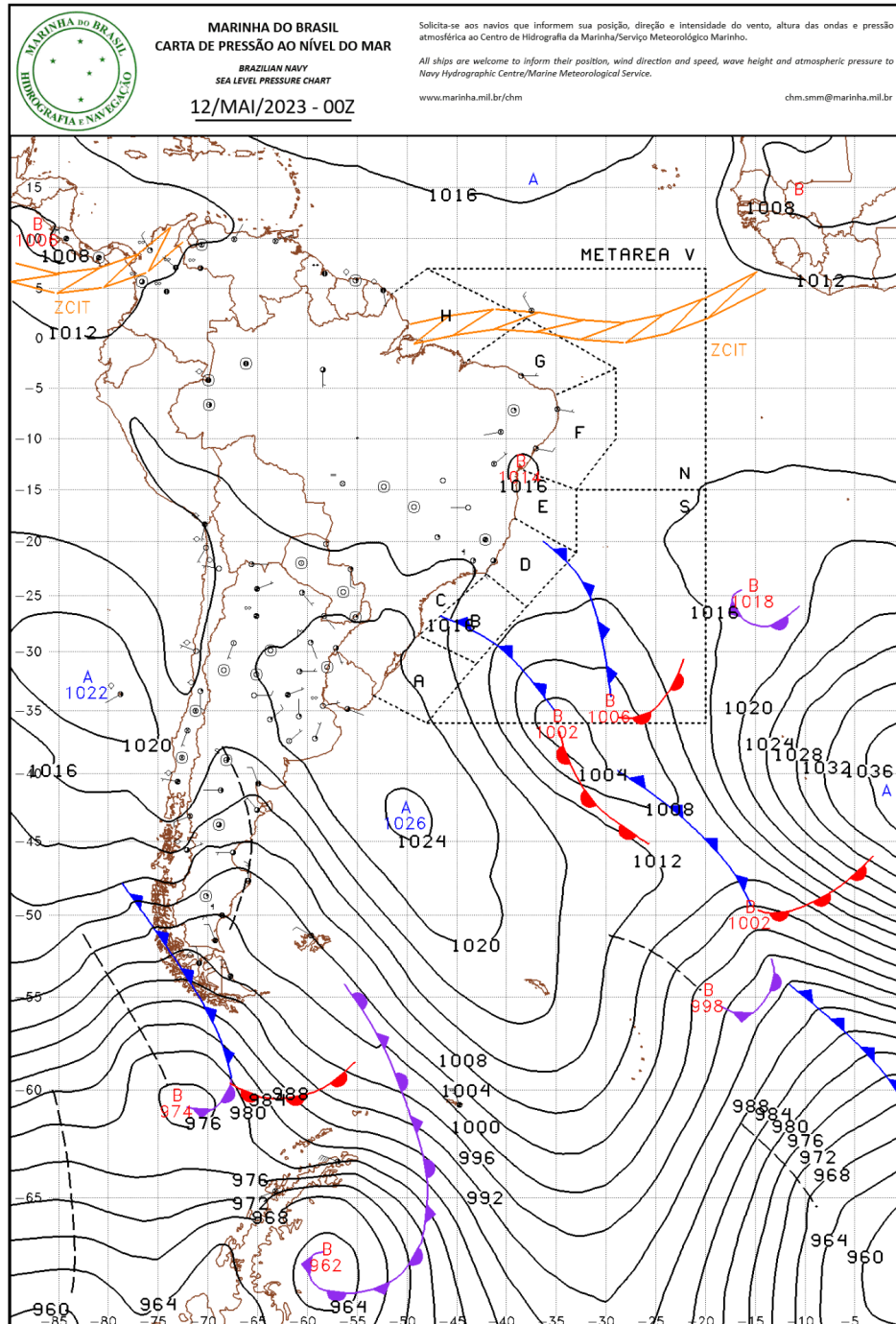


Imagem 11: Carta de pressão ao nível do mar de 12/05/2023. Fonte: Marinha do Brasil

Uma data que apresenta uma medição que pode também chamar atenção ao se observar o Gráfico 6 é a referente ao dia 19/05/2023, no qual, os pontos, especialmente o Ponto 4, apresentam uma grande alta de temperatura e logo depois ela volta a cair. O gráfico da marcha horária da data em questão mostra que há uma grande variação de temperatura durante o dia.

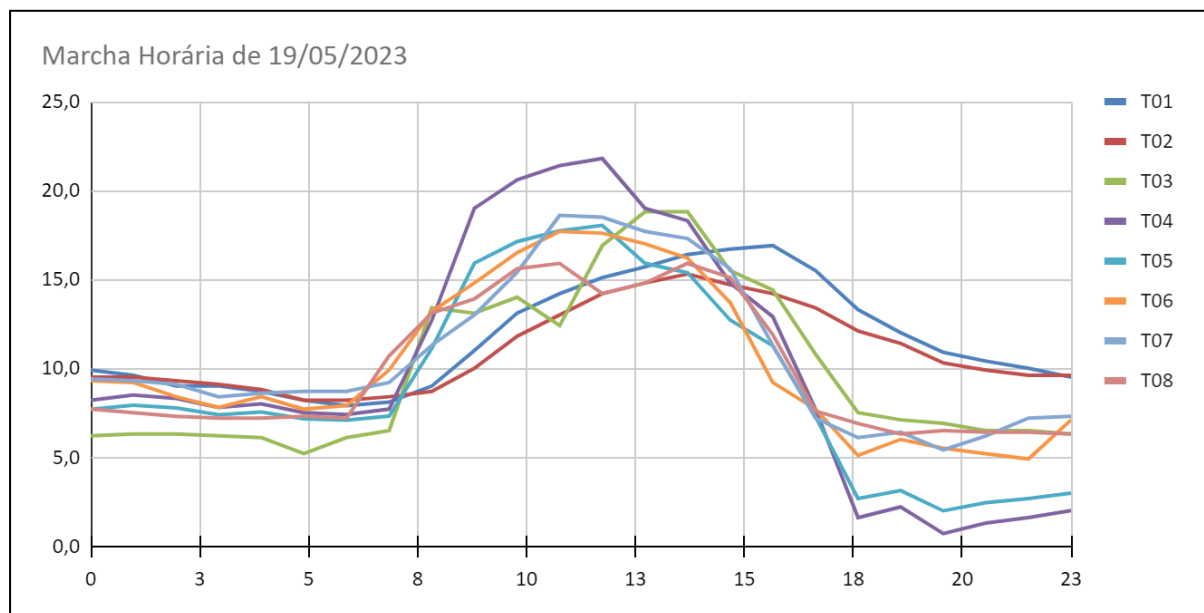


Gráfico 7: Gráfico de marcha horária do dia 19/05/2023. Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.

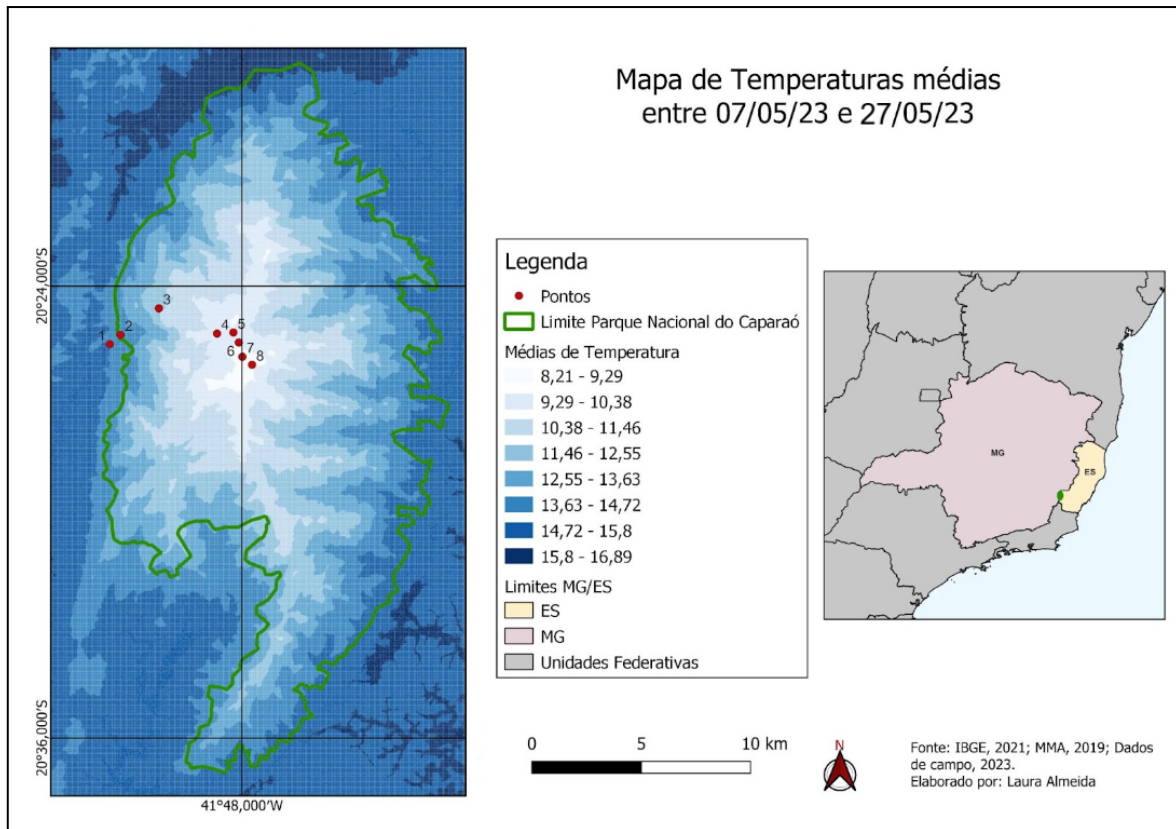
É interessante observar como o Ponto 4 é aquele que apresenta a maior amplitude térmica durante o dia, começando com cerca de 8,0 °C e, em torno do meio-dia, sua temperatura máxima registrada é de 21,8 °C, para então a partir das 13h começar a ter uma queda e terminar o dia com 2,0 °C, a menor temperatura de todos os pontos nesse dia. Entretanto, apesar desse pico de alta temperatura nesta data, é necessário observar como as temperaturas ainda se mantêm baixas durante o dia, o que prossegue durante a semana na região, isso pois, uma massa de ar fria que estava sobre o estado do Espírito Santo estava atuando juntamente com um sistema de alta pressão atmosférica, causando o frio que estava fluindo de cima para baixo, podendo justificar porque no início do dia o Ponto 3 era aquele que apresentava a menor temperatura.

## 6. DISCUSSÃO

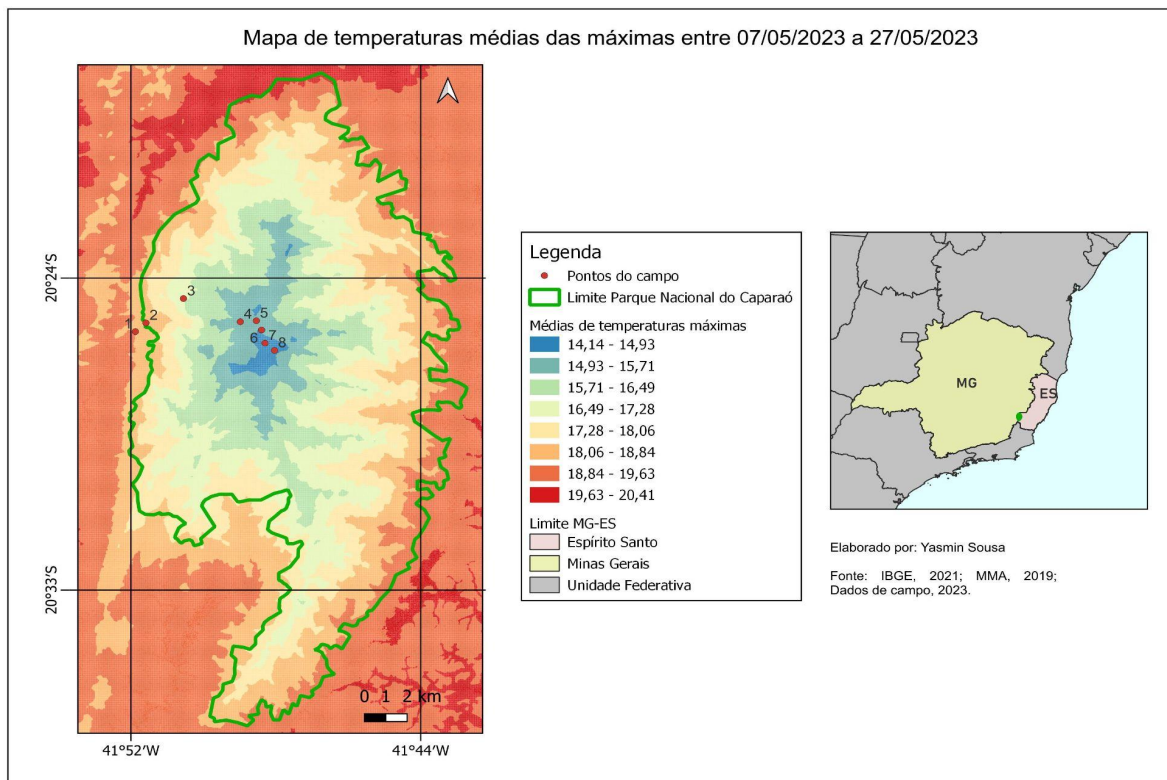
A discussão que podemos fazer com base nos dados apresentados sobre as diferenças dos níveis máximos e médios de temperatura em relação aos diferentes níveis de altitude da área de estudo, é principalmente como a relação entre temperatura e altitude são em quase todos os casos, correspondentes, com exceção do Ponto 4 localizado no “Terreirão” que devido a presença da brisa catabática, provoca uma queda de temperatura e se torna por muitas vezes, uma temperatura mais baixa que a do próprio pico. A brisa catabática é o vento que transporta o ar de alta densidade localizado em maiores altitudes e que desce a encosta, esse efeito é provocado pela própria gravidade.

Essa concentração de um vento de baixa temperatura em direção a uma área menos elevada, provoca o resfriamento da temperatura no local, levando a uma alteração dos níveis de temperatura esperados para aquela altitude, e causando uma diferenciação nos gráficos realizados com os dados obtidos. Apesar disso, podemos observar que essa inversão térmica se intensifica e ocorre em horários específicos.

Os mapas a seguir foram elaborados com base na equação da reta obtida nos Gráficos 1 e 3, respectivamente, localizados no tópico Resultados. Para o mapa de Temperaturas Médias, a equação obtida foi de:  $-0,968 * X + 14,2$ ,  $R^2 = 0,849$ . Já para o mapa de Temperaturas Médias das Máximas a equação é:  $-0,81 * X + 18,8$ ,  $R^2 = 0,847$ . As equações foram colocadas como um filtro no raster que cobre a área do Parque Nacional do Caparaó e assim obtivemos os mapas, entretanto é importante ressaltar que os mapas por apresentarem uma generalização e grande abrangência de dados, não é capaz de capturar pequenas variações e divergências que foram observadas anteriormente, mas seu resultado com base na equação sintetiza bem as temperaturas registradas no campo.



Mapa 7: Mapa de temperatura média. Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.



Mapa 8: Mapa de temperatura média das máximas. Fonte: dados coletados em campo da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

À vista de tudo que foi apresentado, o Pico da Bandeira inserido na Serra do Caparaó caracterizado por um clima tropical de altitude que apresenta normalmente uma pluviosidade entre 1.000 e 1.500 mm, demonstrou nos dias estudados níveis de temperatura médios e máximos que sofrem modificações ao longo das variações de altitude, porém, com algumas externalidades tal como o vento catabático que transporta o ar de alta densidade de uma altitude maior para as partes mais baixas da encosta, o Terreirão acaba sofrendo uma queda de temperatura ocasionando algumas vezes em temperaturas mais baixas que o ponto mais elevado do Pico da Bandeira.

Portanto, os valores observados no decorrer dos dias estudados podem ter sofrido a ação de alguns fatores como as temperaturas máximas que vão decaindo conforme a elevação da altitude, porém que apresentam em alguns casos, especificamente no Ponto 3, uma elevação de temperatura em relação ao ponto 1. Pode-se colocar como motivos a chegada do outono e inverno que fazem a temperatura decair, a formação das zonas de baixa pressão responsáveis pela concentração de umidade e causadoras das chuvas, a ação de uma massa polar que estava indo em direção ao continente nos dias estudados e até mesmo a vegetação presente que contribui para a umidade do ar.

Esses fatores externos fazem parte da conjuntura de informações que ajudam a analisar os dados e explicar alguns coeficientes, neste aspecto, temos como já citados os casos em que a temperatura não corresponde a altitude, em exemplo o fato do Ponto 7 apresentar uma média das máximas mais elevada que o Ponto 6. Dessa forma, como tratado, investigar as externalidades é fundamental e podemos constatar citando a umidade relativa do ar que pode atuar nas quedas das temperaturas ou colocarmos em evidência a inversão térmica que pode ser pincelada para exemplificar as mudanças no Ponto 4.

Em suma, averiguamos que apesar das temperaturas sofrerem modificações ao longo da elevação do relevo, as condições externas possuem seu papel fundamental e fazem parte do estudo para análise climática, com isso, chegamos a conclusão que é necessário trazer para a superfície princípios como a umidade relativa do ar, massa polar, vegetação, inversão térmica, zonas de alta e baixa pressão entre outros. Todas as informações obtidas a partir desse estudo podem e são validados pelos resultados da reta de regressão que não só corrobora, mas ajuda a entender que existe uma relação entre as variações de temperatura e que esses agentes encontram-se presentes nessas reorganizações climáticas.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

B'SABER, A.N. **Geomorfologia Domínios morfoclimáticos do Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1970.

BATALHA, M.; DELPUPO, K.; FARIA, A. **O uso de SIG na identificação das principais feições do relevo da porção mineira do Parque Nacional do Caparaó, Zona da Mata - MG**. REVISTA GEONORTE, [S. l.], v. 5, n. 16, p. 283–290, 2014. Disponível em: <http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1399>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

CENTRO DE HIDROGRAFIA MARINHA. **Cartas Sinóticas**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>. Acesso em 30 de junho de 2023.

CPTEC/INPE. **Meteograma de Alto Caparaó**. Disponível em: <http://tempo2.cptec.inpe.br/mg/alto-caparao>. Acesso em 06 de julho de 2023.

EMBRAPA. **Classificação de solos: Cambissolos**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos/ordens/cambissolos/subordens/grandes-grupos>. Acesso em 07 de junho de 2023.

G1 (ES). VÍDEO: Baixa temperatura congela vegetação e até camisa no Parque Nacional do Caparaó, entre ES e MG. **G1**, Espírito Santo, 19 maio de 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2023/05/19/video-baixa-temperatura-congela-vegetacao-e-ate-camisa-no-parque-nacional-do-caparao-entre-es-e-mg.ghtml>. Acesso em: 12 jul. 2023.

GEOSIT. **Cadastros de Sítios Geológicos. Pico da Bandeira**. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/geosit/geossitios/ver/2188>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

ICMBio. **Parque Nacional do Caparaó**. Disponível em: <http://icmbio.gov.br/parnacaparao>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

**Inventário da oferta turística de Ibitirama**. Disponível em: <https://observatoriodoturismo.es.gov.br/Media/observatorio/Pesquisas/Inventarios%20Municipais/Ibitirama.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2023.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco **Climatologia: noções básicas**

**e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

NOVO, T.A.; NOCE C.A.; PEDROSA-SOARES A.C.; BATISTA G.A.P. **Rochas granulíticas da Suíte Caparaó na região do Pico da Bandeira: embasamento oriental do Orógeno Araçuaí.** Geonomos, v. 19, n. 2, p. 70-77, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11762>. Acesso em: 30 de maio de 2023.