

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

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

FLG0591 - Estágio Supervisionado em Climatologia  
Prof. Dr. Emerson Galvani

Amanda Pereira Ribeiro - 11884911  
Elaine Conceição Agio - 10272712  
Guilherme Rezende Lima - 11252958  
Larissa Lima Ferrarez - 12515236  
Milena Vitoria Lima - 12730272  
Pedro Mastini Galve - 12717061  
**Noturno**

**SÃO PAULO (SP)  
JULHO, 2023**

## SUMÁRIO

<b>1. Apresentação</b>	<b>3</b>
<b>2. Introdução</b>	<b>3</b>
<b>3. Área de estudo</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Geomorfologia</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Vegetação</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Clima</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Hidrografia</b>	<b>13</b>
<b>3.5 Histórico-social</b>	<b>15</b>
<b>4. Procedimentos e materiais</b>	<b>16</b>
<b>4.1 Materiais</b>	<b>16</b>
<b>4.2 O trajeto percorrido</b>	<b>19</b>
<b>5. Resultados e discussão dos dados</b>	<b>21</b>
<b>5.1 Temperatura média do ar diária e horária</b>	<b>26</b>
<b>5.2 Temperatura máxima do ar diária e horária</b>	<b>29</b>
<b>5.3 Temperatura x Umidade</b>	<b>34</b>
<b>7. Considerações finais</b>	<b>36</b>
<b>8. Referências bibliográficas</b>	<b>37</b>

## **1. Apresentação**

Este relatório foi realizado pelos estudantes do curso de Geografia da Universidade de São Paulo, durante a disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia, ministrada pelo Prof. Dr. Emerson Galvani. Ele apresenta temas abordados em Climatologia I e Climatologia II, e que agora, foram aplicados na prática por meio do trabalho de campo, nesse caso, analisando a temperatura do ar, média e máxima, no perfil topoclimático do Pico da Bandeira.

O local escolhido para o estudo se localiza no Parque Nacional do Caparaó, situado na divisa dos Estados de Espírito Santo e Minas Gerais. O acesso ao Parque pode ser feito através de duas entradas principais: uma no município do Alto do Caparaó (MG), onde o trabalho foi realizado, e outra no município de Pedra Menina (ES). A subida ao pico ocorreu no dia 28 de maio de 2023, quando foram retirados os equipamentos que haviam sido instalados pela primeira turma, no dia 07 de maio de 2023.

Com as orientações do professor e de sua equipe de monitores, será avaliado o relevo, o clima, a biodiversidade, entre outros aspectos que foram analisados juntamente com os dados coletados através dos equipamentos meteorológicos, com foco na temperatura do ar média e máxima.

## **2. Introdução**

A realização do trabalho de campo é essencial, uma vez que, de acordo com Paul Claval (2013, p. 02), “um conceito não existe por si só, não tem realidade imanente; vale apenas na medida em que a experiência daquele que o define ou o utiliza garante sua autenticidade”. O autor ainda expõe que, para Jean-Jacques Rousseau, o discurso não comporta a verdade como a verdade procurada no mundo, nas coisas; e que a Geografia precisa ser concebida no mundo tal como ele é, sendo uma disciplina prática. Claval também comenta que Alexander von Humboldt, que fez grandes avanços no conceito da disciplina entre os séculos XVIII e XIX, declarava que o trabalho de campo não é apenas uma coleta de informações, ele defendia que essa coleta deveria ser apresentada em conjunto, parte de um todo, como uma paisagem, dentro de uma ordem a ser evidenciada.

Esse envolvimento com a prática é importante tanto para o geógrafo quanto na formação cidadã, auxiliando crianças e adolescentes que estão na fase de aprendizado, para melhor compreender o mundo. Na Universidade podemos dizer que:

“Ensina-se o trabalho de campo por meio das excursões: é então que o estudante descobre a mistura de panoramas, de pontos de vista, a análise direta das formas e as entrevistas que ele deverá implementar durante a preparação de suas notas de pesquisa.” (Ibid, p. 10)

Tendo isso em mente, foi realizado um trabalho de campo no Parque Nacional do Caparaó nos dias 07 de maio de 2023, instalação dos equipamentos meteorológicos, e 28 de maio de 2023, retirada dos equipamentos. Nesse período foram recolhidos dados sobre a temperatura e umidade relativa do ar, somando 21 dias de coleta; e este trabalho, parte de um processo teórico e prático, tem o intuito de discutir esses dados, relacionando os aspectos da área de estudo, conhecimentos em Climatologia, entre outros parâmetros, enquanto faz uma análise do comportamento dessa área, destacando a temperatura média e máxima medidas.

**Figura 01** - Entrada do Parque Nacional do Caparaó.



**Fonte:** Foto tirada pelos autores, 2023.

### **3. Área de estudo**

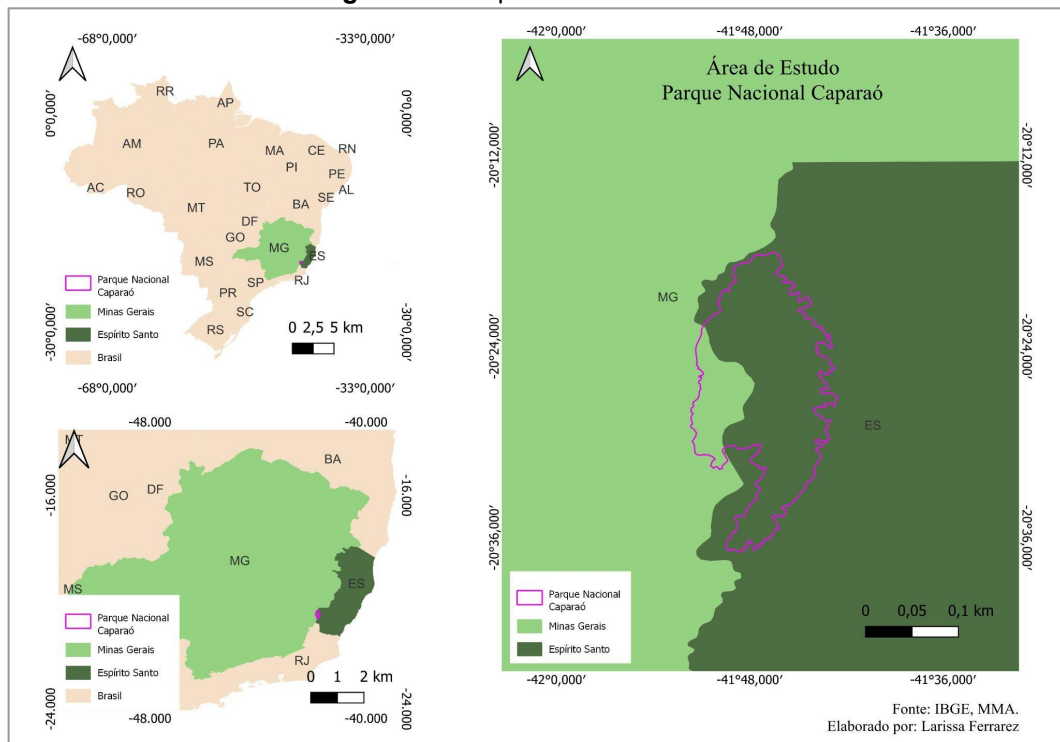
O Parque Nacional do Caparaó, localizado na Serra do Caparaó, é uma Unidade de Conservação Federal que ocupa uma extensão de aproximadamente



31.800 hectares e está situado na fronteira entre os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O parque foi estabelecido através do Decreto nº 50.895, emitido pelo governo brasileiro em 24 de maio de 1961, e atualmente é administrado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão ambiental ligado ao Ministério do Meio Ambiente e ao Sistema Nacional do Meio Ambiente. A principal motivação por trás de sua criação foi a preservação da biodiversidade, abundante da região, bem como a proteção e conservação das paisagens naturais e dos recursos naturais presentes no local. Um destaque notável é o Pico da Bandeira, o terceiro ponto mais alto do Brasil, com uma altitude de 2.892 metros, situado dentro dos limites do parque.

Alto Caparaó é um município localizado no estado de Minas Gerais com 128,066 km<sup>2</sup> de extensão e uma população de 5.795 habitantes, de acordo com o IBGE (2022). A cidade faz parte da microrregião de Manhuaçu e da mesorregião da Zona da Mata, tendo sua economia baseada principalmente na agricultura, com destaque para a produção de café. A região é conhecida pela produção de café de qualidade, beneficiando-se das características climáticas e do relevo favorável para o cultivo.

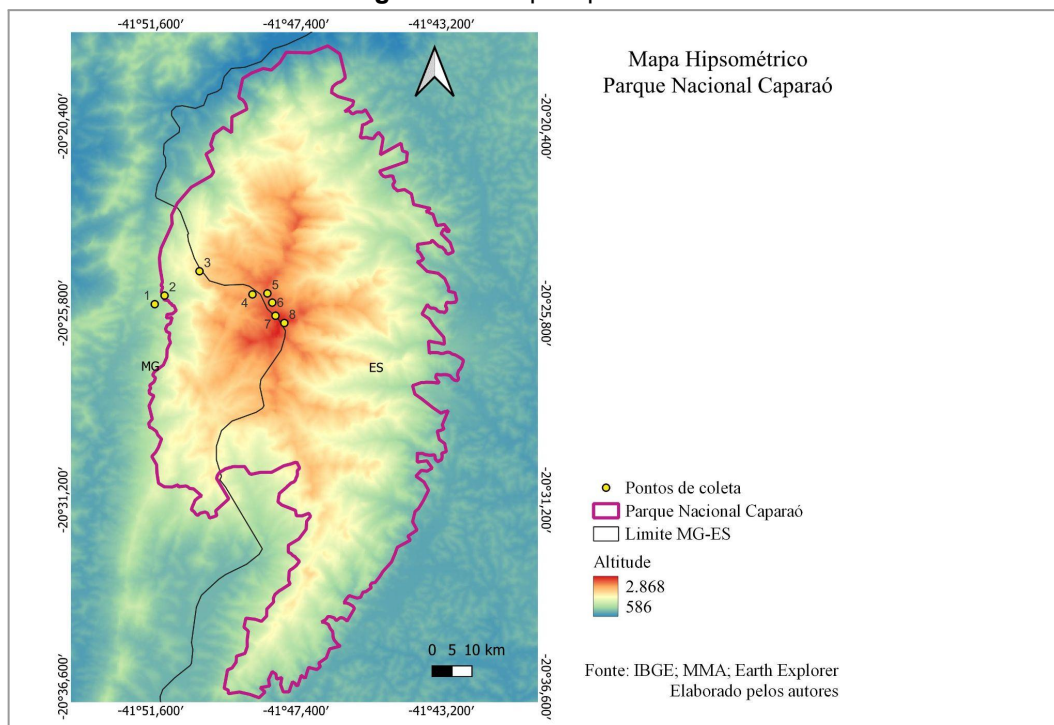
**Figura 02** - Mapa da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O trajeto percorrido no trabalho de campo possui aproximadamente 6 quilômetros de extensão, variando entre 1100 e 2892 metros de altitude.

**Figura 03 - Mapa hipsométrico.**



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

### 3.1 Geomorfologia

De acordo com a classificação proposta por Jurandyr Ross (1988), o Parque Nacional Alto Caparaó está localizado na unidade “Planalto e Serras do Atlântico-Leste-Sudeste”. Sua formação é associada a diversos ciclos de dobramentos, somado a metamorfismos regionais, falhamento e extensas intrusões. As diversas fases orogenéticas do pré-Cambriano foram sucedidas por ciclos de erosão e o processo epirogenético pós Cretáceo gerou o soerguimento da Plataforma Sul Americana, reativou falhamentos antigos e produziu escarpas acentuadas, como a Serra da Mantiqueira, local onde situa-se o Pico da Bandeira.

A região possui diversos níveis morfológicos, variando de 800m a mais de 2000m, e seu modelado predominante constitui-se de formas de topos convexos, canais de drenagem densos e vales profundos. Na classificação dos domínios morfoclimáticos brasileiros (figura 05), proposta por Ab’Saber (1970), corresponde à

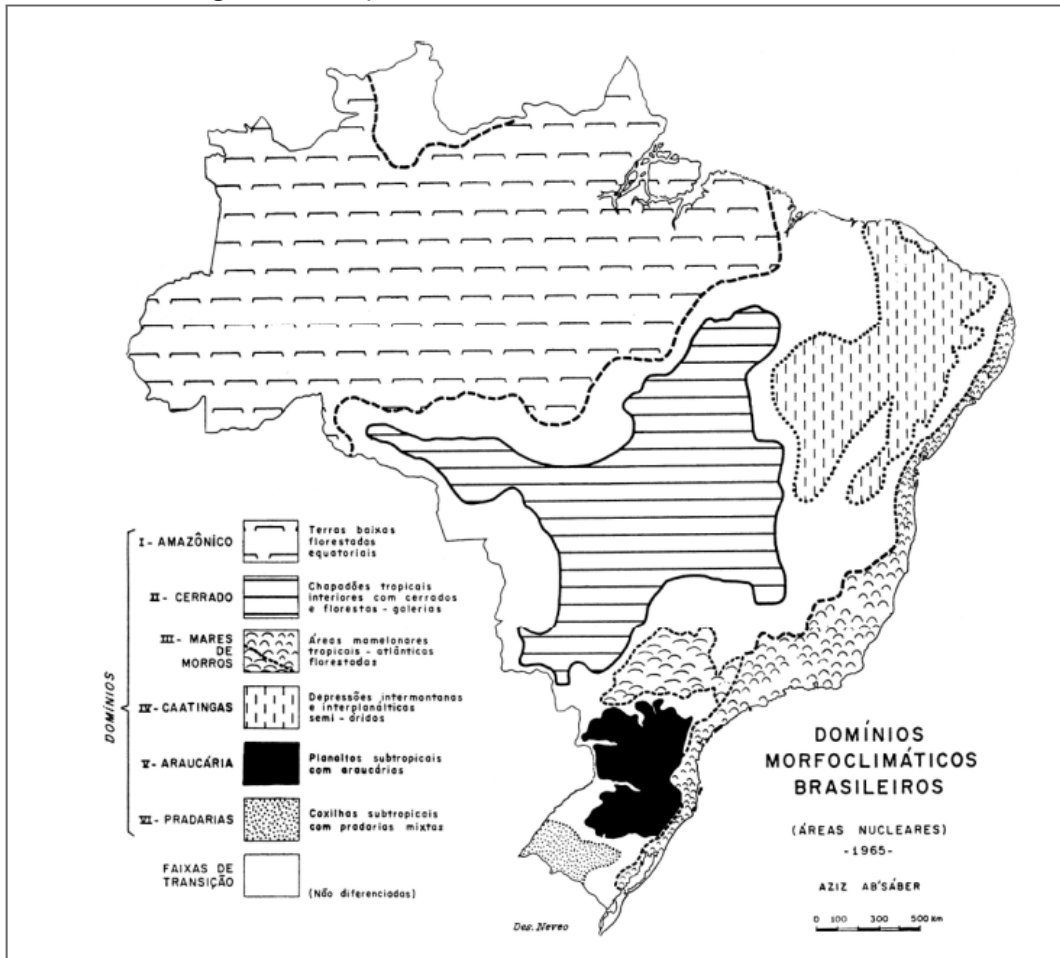
área do domínio dos “Mares de Morros”, como é possível visualizar na imagem a seguir (figura 04).

**Figura 04** - Mirante da Tronqueira.



**Fonte:** Foto tirada pelos autores, 2023.

Figura 05 - Mapa de Domínios Morfoclimáticos Brasileiros.



Fonte: Ab'Saber; 1970.

Figura 06 - Mapa de Unidades Morfoesculturais do Brasil.



Fonte: Ross, 1988.

A Serra do Caparaó compõe um resultado de um soerguimento de um bloco granítico, que seria um complexo cristalino de mais de 2 bilhões de anos, além de um dobramento no sentido antiforme associado a uma aba do ponto de vista convexo. A serra é assimétrica devido aos flancos da dobra e tem vertentes muito diferenciadas em termos de extensão e gradiente. A zona de charneira do antiformal da Serra possui forte migmatização e sustenta o Pico.

Gnaisses e migmatitos de alto grau compõem o embasamento pré cambriano que sustenta esse sistema de relevo, que é totalmente drenado por águas correntes que compõem nascentes, principalmente de rio doce. O granito sofreu um metamorfismo de alto grau e possui cobertura metassedimentar.

Do ponto de vista altimétrico, até o topo da serra há compartimentações aplainadas em platôs. Conforme se alcança essas áreas, os modelados de relevo são diferenciados do restante e aparecem formas mais recortadas. As áreas são dissecadas e compartimentadas em diferentes níveis e características, e existe um trabalho considerável da drenagem no fundo de vale, no qual ocorre um embasamento de quartzo e feldspato alinhados. O rio corre sobre o embasamento, que é exumado a partir do processo de drenagem. As áreas de platôs permitem um eixo comum de drenagem aos filetes que vão se formando, gerando canais únicos sinuosos.

As terras mais altas são compostas por espigões rugosos com cristas definidas, o que indica situação associada à formação dos platôs. Os topos são convexos e não pontiagudos, visto que há a exumação da rocha, o que leva a uma fragmentação dela a partir do intemperismo físico. Além disso, há uma dilatação e formação de superfície fraturada e aplainada.

### **3.2 Vegetação**

Sob a ótica da vegetação, o Parque Nacional Caparaó pertence ao Domínio da Mata Atlântica e constitui-se como uma Unidade de Conservação Integral, visto que a Serra da Mantiqueira apresenta grande diversidade biológica e áreas muito degradadas pelo homem, e por isso seu ecossistema deve ser preservado.

A vegetação é classificada em três tipos: Floresta Ombrófila Densa Montana e Alto Montana, Floresta Estacional Semidecidual Montana e Campos de Altitude.



Também ocorrem ecossistemas de transição entre floresta e campo, bem como entre floresta e pasto. Na figura 10, há uma espacialização da distribuição desses tipos de vegetação.

A Floresta Ombrófila Densa, em geral, recobre planícies costeiras, onde há alta umidade e pluviosidade, devido à influência marítima. A do tipo Montana ocorre nas encostas da Serra da Mantiqueira, com florestas encontradas acima de 500m de altitude.

**Figura 07** - Representação da vegetação da Floresta Ombrófila Densa no P1.



**Fonte:** Foto tirada pelos autores, 2023.

A Floresta Estacional Semidecidual aparece nas bordas da região serrana, e não é uma vegetação de grande porte, assemelhando-se ao Cerrado. Possui troncos e galhos tortuosos e tem comportamento de perda de folhas nos períodos secos. Sua cobertura é menos densa, permitindo uma maior entrada de radiação solar.

**Figura 08** - Fragmento da Floresta Estacional Semidecidual próximo ao P3.



**Fonte:** Foto tirada pelos autores, 2023.

Os Campos de Altitude, por sua vez, ocorrem nas altas escarpas e ao longo dos topos mais elevados. Sua vegetação é herbácea-arbustiva aberta dos planaltos de cadeia montanhosa, acima de 2000 metros, que se desenvolve sobre os afloramentos rochosos cristalinos, solos rasos e intensa radiação solar.

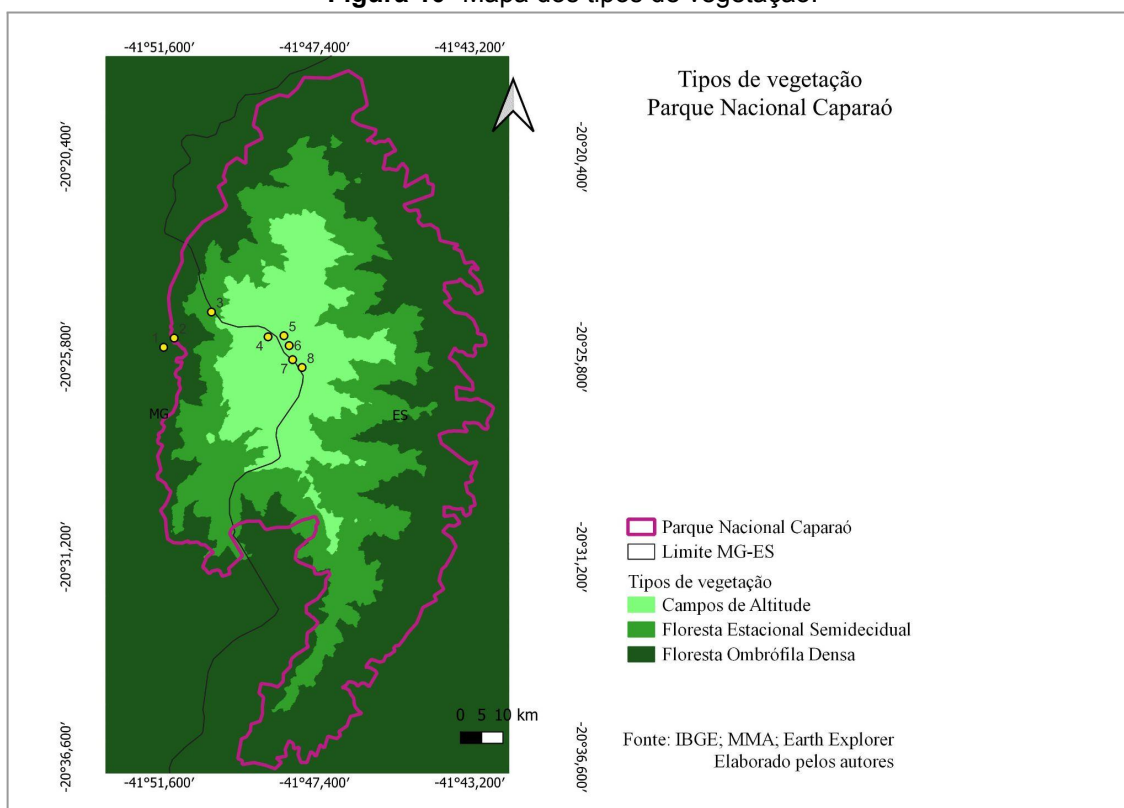
**Figura 09** - Exemplo de Campos de Altitude ao longo da trilha.



**Fonte:** Foto tirada pelos autores, 2023.



**Figura 10-** Mapa dos tipos de vegetação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

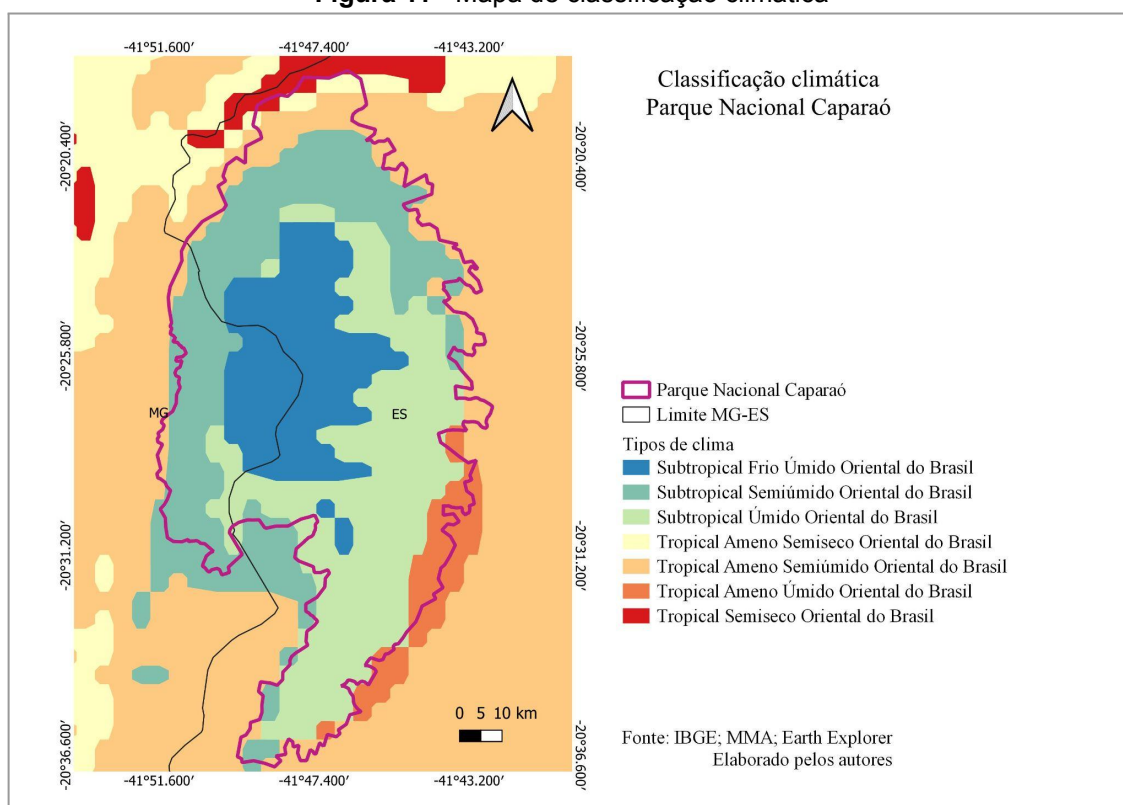
### 3.3 Clima

Com um clima tropical de altitude, a Serra do Caparaó possui verões chuvosos e invernos secos, sofrendo grande influência, principalmente, de seu relevo e vegetação, que atuam nas diferenças de temperatura e pluviosidade na região, sendo considerado o lugar mais frio da região Sudeste.

Sua temperatura média anual varia entre 19°C e 22°C, onde, nos picos, a temperatura pode chegar abaixo de 0°C (- 4°C junho/julho), Já a pluviosidade chega a variar entre 1.000 e 1.200 mm, com concentração entre os meses de novembro e janeiro, possuindo um umidade relativa média acima de 70%. No local é frequente a ocorrência de geadas e o fenômeno da inversão térmica.



**Figura 11 - Mapa de classificação climática**



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.4 Hidrografia

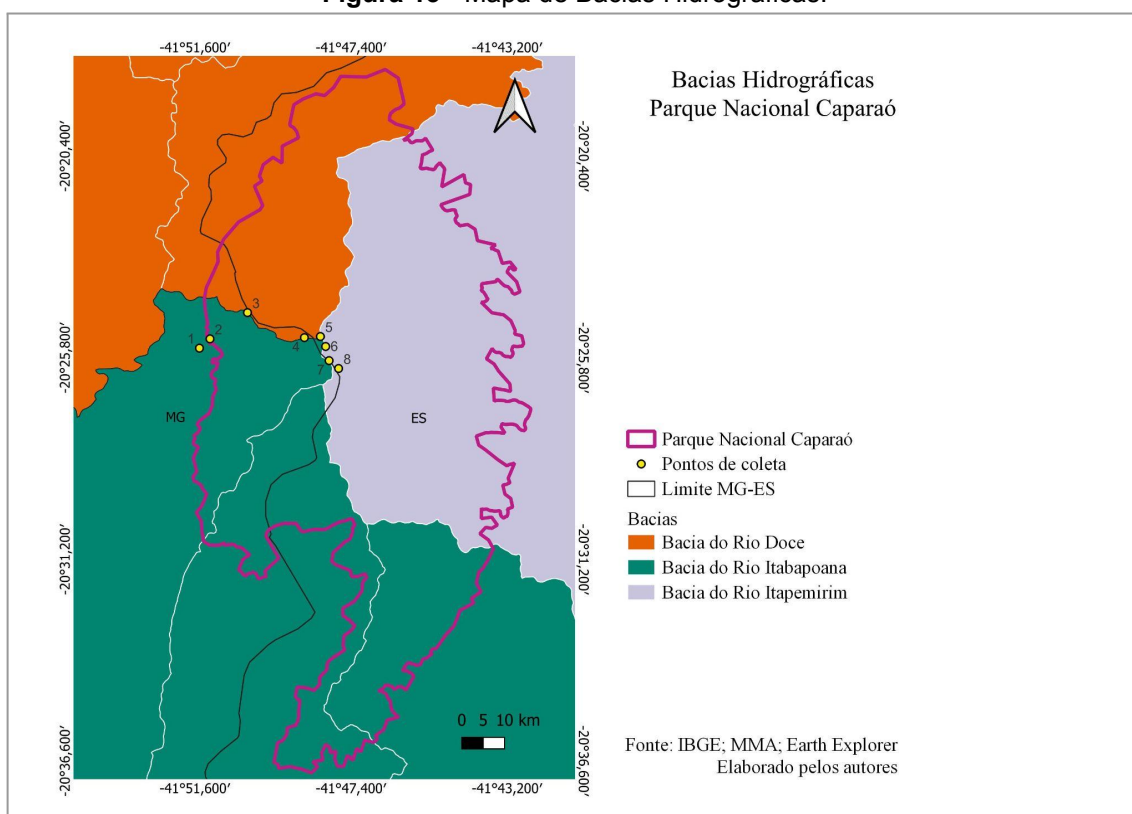
O Parque Nacional do Caparaó abriga diversos córregos, riachos, nascentes e rios perenes, de tamanho moderado a pequeno, sendo os rios José Pedro e Caparaó os mais conhecidos. Devido à geografia acidentada da região, esses rios apresentam um declive acentuado, resultando na formação de belas cachoeiras cênicas. Durante o verão, apesar de ser uma época mais chuvosa, o clima quente proporciona condições ideais para banhos nas cachoeiras e rios do Parque e seus arredores.

**Figura 12 - Rio José Pedro.**

**Fonte:** Foto tirada pelos autores, 2023.

As bacias mais importantes para a região são a Bacia do Itabapoana-RJ, que tem como principal contribuinte o rio Caparaó, que forma as piscinas naturais do vale verde, e o rio Preto, que forma as Cachoeiras da Farofa, Sete Pilões e do Aurélio; a Bacia do Itapemirim-ES, que tem como principais afluentes os rios Pedra Roxa e Santa Marta; e a Bacia do Rio Doce-MG, que possui como principais afluentes os rios José Pedro, que faz a divisa dos estados MG/ES, e é formador do Vale Encantado e da Cachoeira Bonita, e o rio Claro.

**Figura 13 - Mapa de Bacias Hidrográficas.**



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.5 Histórico-social

Os primeiros a habitarem o Alto Caparaó foram os índios puris, que foram expulsos do litoral do Espírito Santo pelos colonizadores e chegaram até a região. A colonização foi impulsionada pelas terras férteis, que permitiram a cultura do café, gerando grandes fazendas. Além disso, foi descoberto na região o caulim, a mica e o feldspato, causando um surto de povoamento e exploração, que gerou desmatamento e degradação ambiental da área.

A região da Zona da Mata Mineira, próxima ao Parque, tornou-se cafeicultura e atraiu muitos migrantes no final do século XIX. Mas, com o tempo, a terra atingiu o esgotamento, levando à perda de mão de obra e valor econômico do café, e a pecuária de leite passou a ser a atividade predominante até o retorno do café que, atualmente, voltou a ser a cultura predominante.

Na região também haviam tropeiros que carregavam mercadorias e notícias, envolvendo grande número de animais e pessoas. Outro fator de importância na

região foi a chegada da ferrovia, que se abastecia de carvão e comercializava madeira, levando à destruição das florestas locais.

A criação do Parna Caparaó se deu a partir da chegada do senhor Inimá Novaes de Campo que, com apoio do povo, fez mutirões, traçou ruas, pontes, praças, e estradas, inclusive a que leva ao Pico da Bandeira. Em 1961, o Parna Caparaó foi criado pelo presidente Jânio Quadros, a pedido do povo e de Inimá, com a finalidade de proteger seus recursos naturais.



As terras do Parque também estão ligadas ao movimento revolucionário que ocorreu em 1967, no qual foi construído um acampamento de treinamento de guerrilha no alto da serra do Caparaó, com o objetivo de derrubar o governo militar. No entanto, tanques de guerra e aviões de combate foram enviados para a região para efetuar a prisão dos guerrilheiros.

#### **4. Procedimentos e materiais**

##### **4.1 Materiais**

Com início das medições às 14 horas e 30 minutos do dia 27 de maio de 2023, uma breve explicação sobre como manusear os instrumentos e uma conversa sobre como retirar os pontos. As medidas foram realizadas em 8 pontos específicos, a cada ponto em que foi instalado a estação meteorológica. Nesse caso, os dados coletados sob pressão atmosférica, umidade relativa do ar de maneira análogica e digital, temperatura do ar digital, declividade e horário. Na tabela abaixo estão fotos de tais instrumentos e suas funções.

Tabela 01 - Instrumentos utilizados em campo.

Nome do instrumento	Equipamento	Procedimento
<p>Abrigo meteorológico de baixo custo</p>		<p>Utilizado para proteger o data logger das condições meteorológicas.</p>
<p>Altímetro Barômetro</p>		<p>Afere a altitude e mede a pressão atmosférica, que tem como unidade de medida milímetro de mercúrio (mmHg).</p>
<p>Bússola</p>		<p>Baseia-se na capacidade das agulhas magnéticas de alinharem-se com o campo magnético da Terra, permitindo a determinação da direção cardinal.</p>
<p>Data Logger</p>		<p>O data logger é um dispositivo eletrônico que coleta dados de sensores ao longo do tempo, armazenando-os internamente para posterior análise. Com sua versatilidade e facilidade de uso, o data logger desempenha um papel crucial em muitas aplicações que requerem monitoramento e registro de dados ambientais.</p>



<p>Termo Higrômetro</p>		<p>Mede a temperatura e umidade relativa do ar utilizando sensores específicos. Os valores medidos são convertidos em sinais digitais e exibidos em uma tela, fornecendo informações sobre as condições térmicas e de umidade do ambiente.</p>
-----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Elaborado pelos autores.

A fixação da haste de metal no solo é a primeira etapa na instalação do abrigo meteorológico. Essa haste é fixada verticalmente no solo para fornecer uma base estável para o abrigo.

É necessário cavar um buraco no solo com profundidade suficiente para que a haste seja fixada de forma segura. Após é então inserida no solo, garantindo que esteja bem posicionada e nivelada (todas as estações meteorológicas foram instaladas com orientação para o norte).

Após a instalação da haste, o abrigo meteorológico de baixo custo pode ser montado sobre ela. Esse tipo de abrigo é projetado para proteger o data logger. O abrigo meteorológico de baixo custo normalmente consiste em uma estrutura leve e resistente, ele é projetado para minimizar a exposição do data logger aos elementos externos, fornecendo proteção contra chuva, vento e radiação solar direta. Dentro do abrigo, o data logger é colocado e configurado para coletar os dados de umidade e temperatura. Ao proteger o data logger dentro do abrigo meteorológico, os dados coletados são preservados e fornecem informações valiosas sobre as condições climáticas do local.

Na tabela a seguir, está esquematizado os dados coletados no momento de retirada dos equipamentos.

Tabela 02 - Dados coletados em campo.

Pontos	Local	Altitude (m)	Patm (mmhg)	UTM x (m)	UTM y (m)	Horário
P1	Pousada do Bezerra	1090	688	201757	7738815	14h40
P2	Portaria do Parque	1200	686	202242	7739282	15h30
P3	Tronqueira	1970	523	203980	7740617	08h01
P4	Terreirão	2350	594	206664	7739419	10h22
P5	Trilha	2500	585	207412	7739487	11h58
P6	Trilha	2600	577	207666	7739000	12h42
P7	Trilha	2750	566	207839	7738305	14h
P8	Pico da Bandeira	2890	550	208294	7737922	15h40

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 4.2 O trajeto percorrido

Em relação ao trecho percorrido, iniciamos o trajeto de jipe próximo ao ponto 1 localizado dentro da Pousada do Bezerra, passando pelo ao lado do ponto 2 após a Portaria do Parque, chegando até o ponto 3 na Tronqueira. A partir daí foram trilhados cerca de 6km até o ponto 8, perpassando por diferentes contextos de vegetação e também microclimáticos até chegar ao Pico da Bandeira, o destino final da trilha. Nesse percurso, ascendemos aproximadamente 1800 metros, apesar do perfil de elevação, feito manualmente, indicar 1730 metros (figura 14).

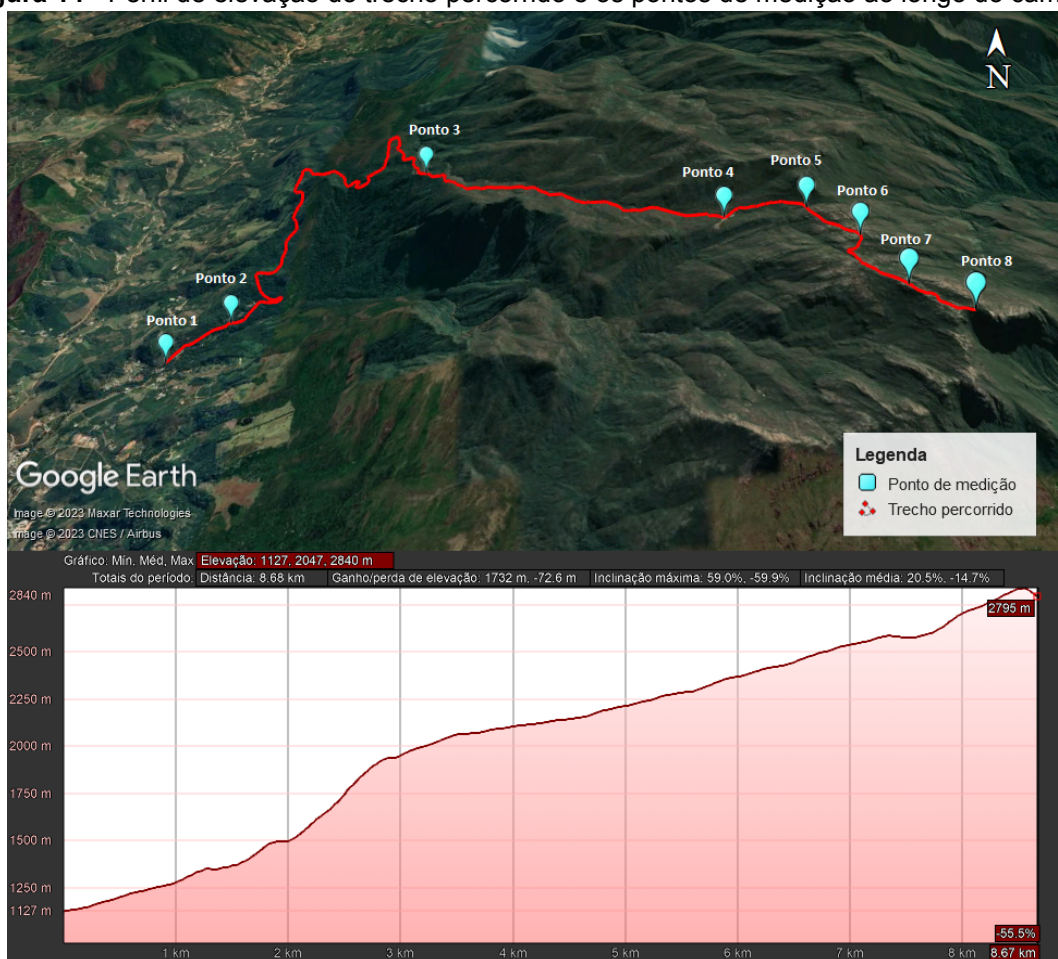
Durante todo o trajeto, algumas paradas foram realizadas para que o grupo, por vezes esparso, se juntasse novamente e continuasse a trilha, com muita cooperação, trabalho em equipe e companheirismo. Além disso, o professor tirou alguns momentos para falar um pouco sobre o caminho e sobre os lugares em si e suas especificidades, e também a primeira parada na Tronqueira que serviu como uma forma de dar as orientações finais a respeito de como seria a ida para o pico e a volta, na qual uma parte seria realizada pela noite, portanto, seria imprescindível o

uso da lanterna durante o retorno para o ponto no qual os jipes estariam nos esperando.

Considerando o horário de saída às 8h e o tempo de parada na Tronqueira, o tempo de duração do trajeto até o Pico da Bandeira onde estava localizado o P8 foi de aproximadamente 7 horas e meia. Lá ficamos por cerca de uma hora quando finalmente começamos a descer, chegando novamente na Tronqueira - onde estavam localizados os jipes para retornarmos até a Pousada - por volta das 22h30.

No primeiro campo (dias 06 e 07 de maio de 2023) os equipamentos meteorológicos foram instalados. Os dados foram coletados hora a hora durante 21 dias e recolhidos pela segunda equipe de estudantes no segundo campo (dias 27 e 28 de maio de 2023).

**Figura 14** - Perfil de elevação do trecho percorrido e os pontos de medição ao longo do caminho



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.



**Tabela 03** - Características de cada ponto.

Pontos	Vegetação	Declividade	Orientação da vertente
P1	Floresta Ombrófila Densa Montana	Média	Norte
P2	Floresta Ombrófila Densa Montana	Média/Alta	Sudoeste
P3	Floresta Estacional Semidecidual Montana	Alta	Nordeste
P4	Campos de altitude com formações herbáceas e arbustivas	Moderada/Média	Noroeste
P5	Campos de altitude	Baixa/Média	Norte
P6	Campos de altitude	Moderada/Média	Nordeste
P7	Campos de altitude	Elevada/Alta	Sudoeste
P8	Campos de altitude com afloramentos rochosos	Elevada/Alta	Leste

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5. Resultados e discussão dos dados

Após a apresentação das características mais gerais do trabalho, vamos aqui tratar os dados e relacioná-los com os outros aspectos do estudo, tais como a altitude, a umidade relativa do ar, a pressão atmosférica. Enfatizando os resultados obtidos de temperatura média e máxima, na tabela 04 constam tais temperaturas de todo o período de acordo com cada ponto de medição.

**Tabela 04** - Temperatura médias e máximas para cada ponto.

Pontos	Temperatura Média	Temperatura Máxima <sup>1</sup>
P1	14,8	18,6
P2	14,3	17,8
P3	12,3	18,1
P4	9,8	17,0

<sup>1</sup> média de todos os dias.

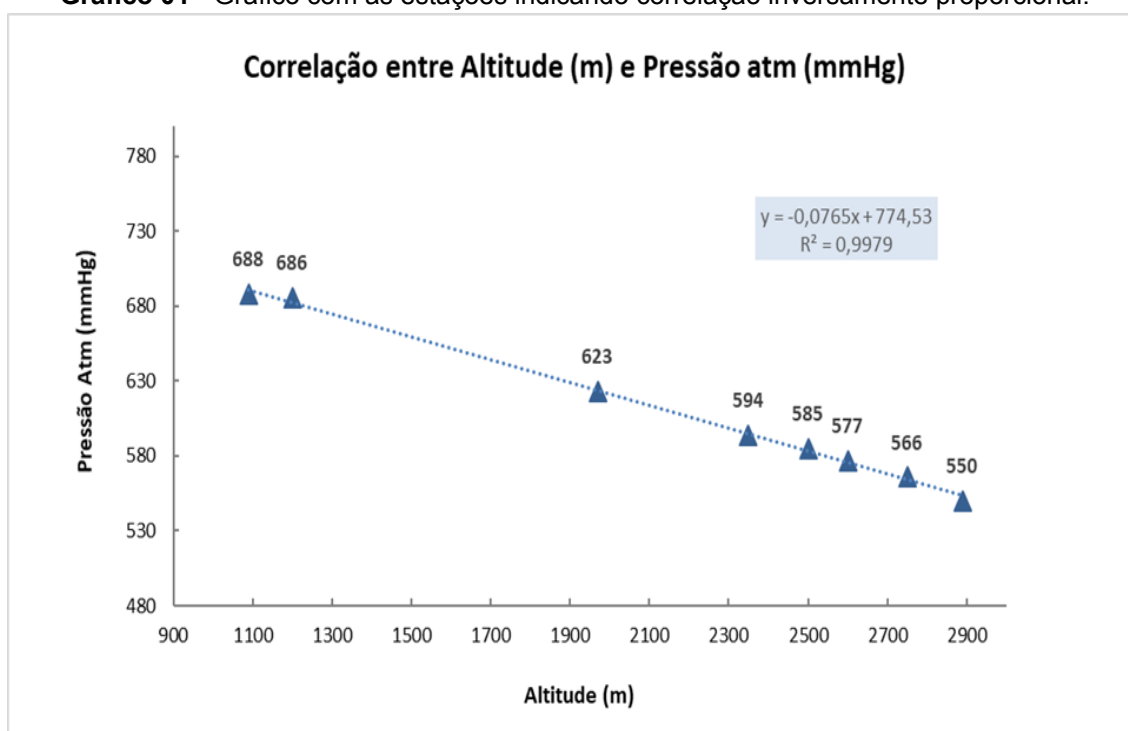
Pontos	Temperatura Média	Temperatura Máxima <sup>1</sup>
P5	8,9	14,4
P6	9,1	14,0
P7	9,1	15,2
P8	8,4	12,9

Fonte: Elaborado pelos autores.

As medidas que a temperatura atinge são caracterizadas pela diversa influência de fatores físicos (RAMASWAMY, 2006), sendo que o fator chave para nossa análise parte da relação altitude-temperatura, porém como essa relação se molda é definida pelos fatores que correlacionaremos abaixo. Os gráficos de dispersão utilizados neste relatório cumprem a função de aferir se as variáveis relacionadas influenciam na característica de estudo, além disso conseguem sintetizar discussões de entrada para os resultados da coleta de campo. Um exemplo dessa correlação ocorre quando analisamos os dados de altitude e pressão atmosférica, onde possuímos os dados que ao aumentar a altitude a pressão atmosférica diminui, mostrando que sua relação é inversamente proporcional. O primeiro ponto, por ser o mais baixo (1090m), contém o ar mais denso do que os outros pontos, aumentando assim a pressão atmosférica (688 mmHg). No entanto, à medida que íamos elevando em altitude o ar se tornava cada vez mais rarefeito, decaindo a pressão atmosférica, chegando a registrar 550 mmHg no P8.

Segundo Varejão-Silva, a troposfera terrestre possui quase todo vapor de água disponível na atmosfera. A irradiação solar com esse vapor é responsável pela formação de nuvens e, também, pelo “desenvolvimento de correntes aéreas verticais que provocam a transferência convectiva de calor e de vapor d’água para níveis mais elaborados da troposfera”. Com o gráfico elaborado (gráfico 01) é possível verificar que o coeficiente de correlação ( $R^2$ ) se aproxima de 1, resultando em uma alta adequação dos dados ao modelo (KATTEL,2012). Pode-se, portanto, afirmar que há uma alta correlação entre as duas variáveis apresentadas.

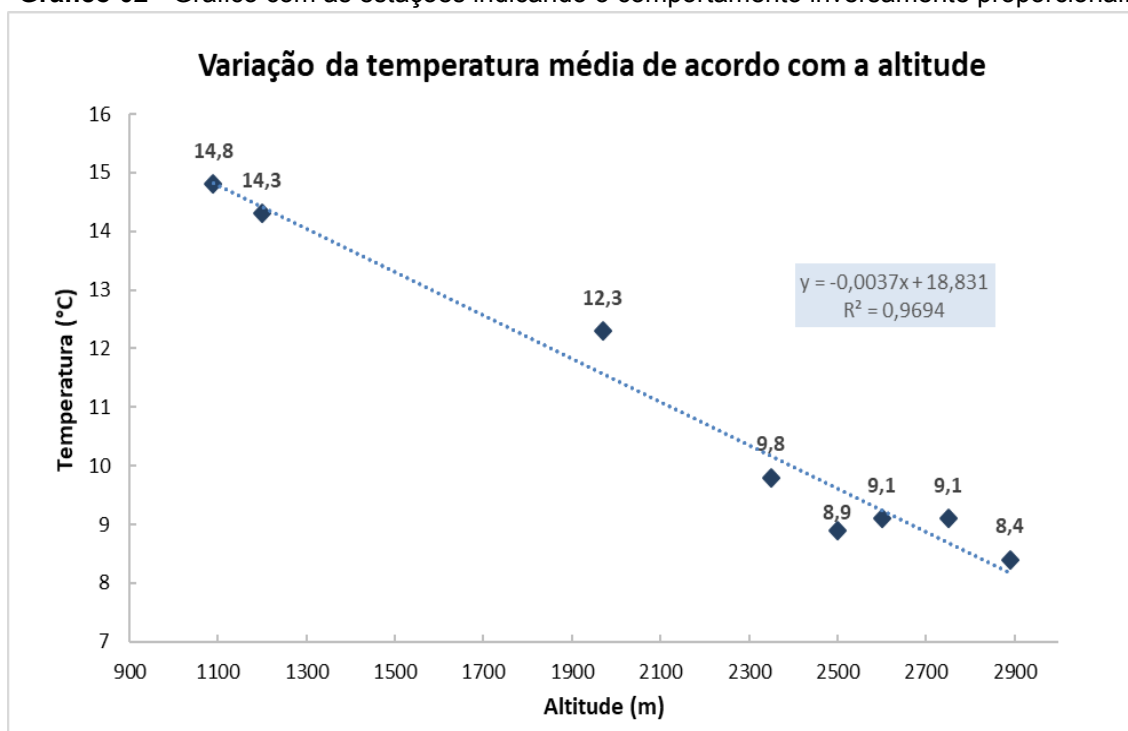
**Gráfico 01** - Gráfico com as estações indicando correlação inversamente proporcional.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

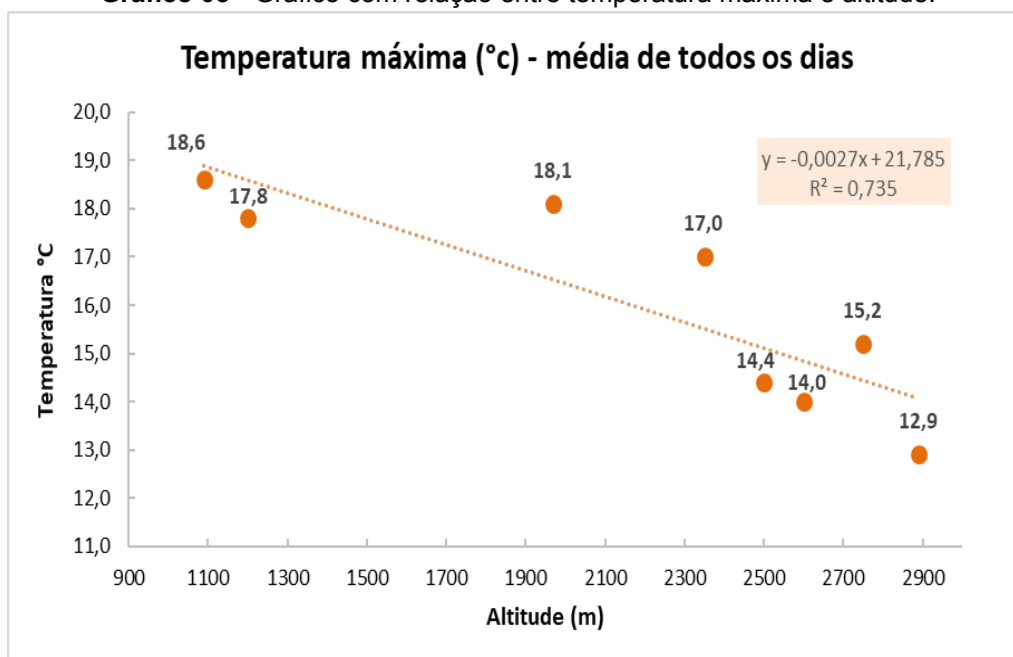
A variação de altitude implica em mudança significativa na flora do percurso trilhado, além das particularidades citadas no capítulo 3.0 sobre a pedologia e formações geológicas, sendo essas interações determinantes nos dados coletados. Ainda assim, ao se analisar o aumento da elevação, observa-se que a atmosfera mais rarefeita em regiões montanhosas junto a transição da Floresta Ombrófila Densa Montana para os Campos de Altitude, levam os pontos mais altos a perderem e ganharem calor mais rapidamente com a atmosfera, ocasionando em temperaturas médias menores e resfriamento noturno maior do que em baixas altitudes (CHRISTOPHERSON e BIRKELAND, 2017), salvo casos onde ocorra inversões térmicas - observadas no inverno, especialmente em regiões tropicais e em fundos de vale, como o desse estudo. Apesar do coeficiente de correlação ( $R^2$ ) ser um pouco abaixo quando comparado ao anterior, ainda sim existe uma forte correlação entre essas variáveis. No gráfico 02, vemos que quanto maior a altitude menor poderá ser a temperatura se comparada a cotas mais baixas.

**Gráfico 02** - Gráfico com as estações indicando o comportamento inversamente proporcional.



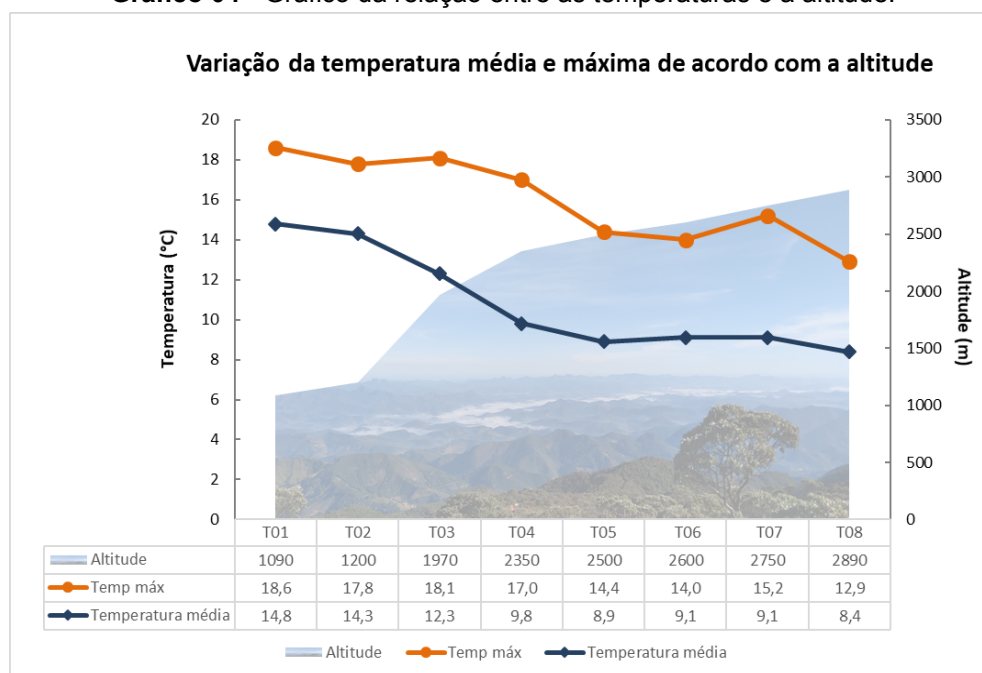
Como pode-se notar, os valores de temperatura média, referenciados pelo eixo y, distanciam-se pouco da linha tendência - indicando que a temperatura está diminuindo conforme a altitude aumenta, salvo alguns pontos que fogem a essa dinâmica, como é o caso do P3, P5 e P7.

No entanto, quando observamos a temperatura máxima média (gráfico 03), vemos que o coeficiente se distancia do 1, tornando a correlação mais fraca. Aqui observamos que o P3, P4 e P7 se distanciam ainda mais que os outros, estes que como veremos mais adiante possuem características distintas que atenuam ou acentuam o efeito da altitude na temperatura, nos levando a considerar outros fatores para além da altitude, tais como a cobertura vegetal, o relevo, a radiação solar e entre outros.

**Gráfico 03** - Gráfico com relação entre temperatura máxima e altitude.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No gráfico 04, temos um gráfico síntese dessa relação entre altitude e temperatura média e máxima. Verifica-se que a temperatura média segue uma tendência de queda, enquanto que a temperatura máxima oscila e escapa da tendência em alguns pontos, mas ainda sim diminuindo conforme a altitude.

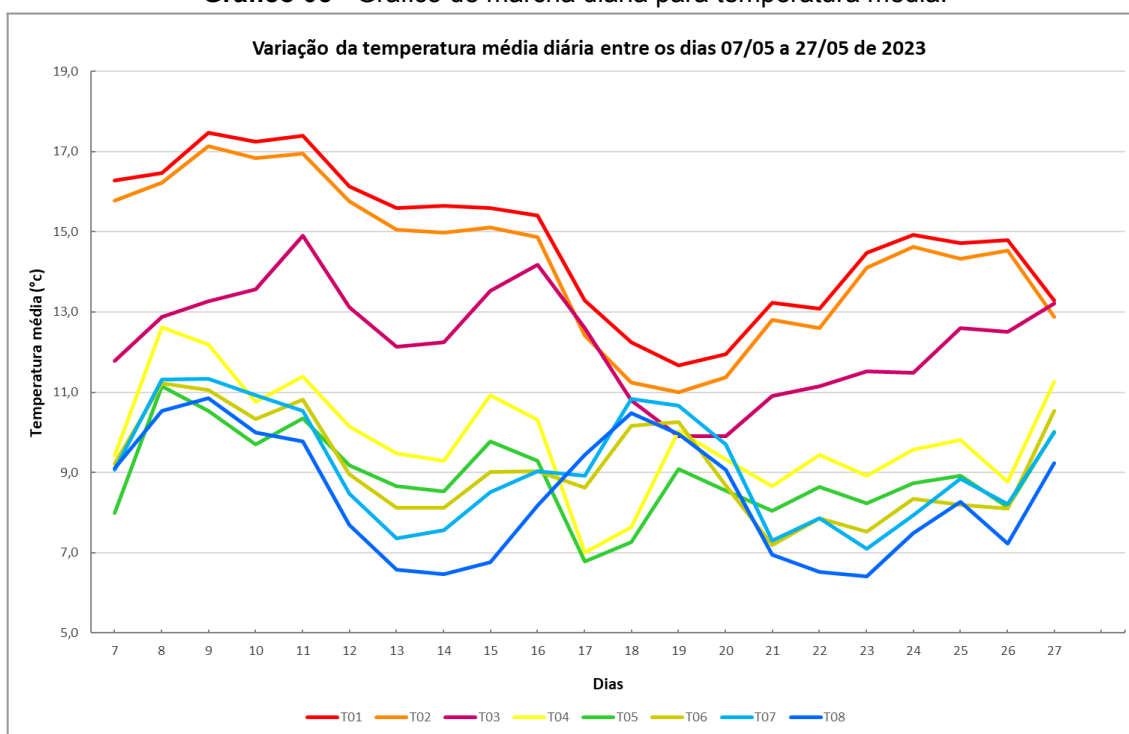
**Gráfico 04** - Gráfico da relação entre as temperaturas e a altitude.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com isso, o gradiente atmosférico obtido para este perfil topoclimático - que é a variação da temperatura a cada 100 metros - levando em consideração a variação altimétrica de aproximadamente 1800 metros, é de  $0,35^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{ m}^{-1}$  para a temperatura média e  $0,31^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{ m}^{-1}$  para os valores de temperatura máxima. Ou seja, a cada 100m as temperaturas média e máxima do perfil variam, respectivamente,  $0,35^{\circ}\text{C}$  e  $0,31^{\circ}\text{C}$ .

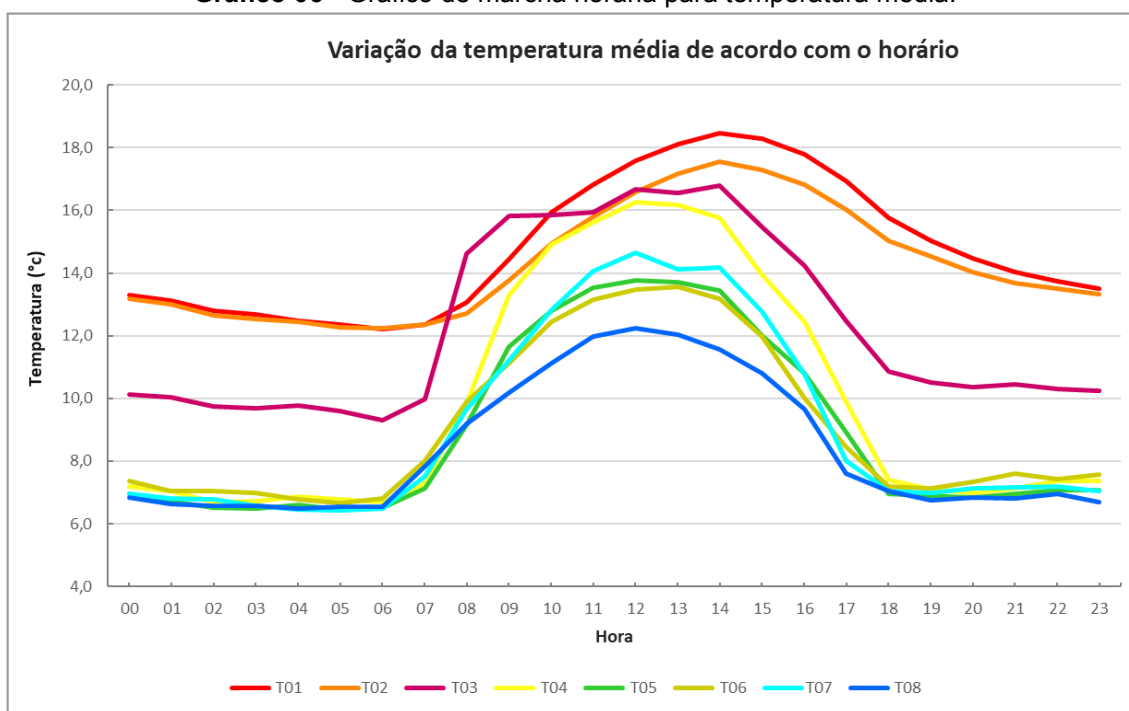
### **5.1 Temperatura média do ar diária e horária**

O gráfico 05 representa os dados de cada ponto para temperatura média ao longo de todo o período em que os equipamentos ficaram instalados. Então cada dia possui uma temperatura média para determinado ponto. Pontos que possuem altitude e vegetação similares tem características térmicas próximas, uma vez que “a variação diária da temperatura do solo depende do tipo de cobertura presente à sua superfície, já que esta interfere no suprimento de energia oriunda do Sol” (VAREJÃO-SILVA, 2000). Observa-se que o P1 e P2 possuem a marcha diária bastante semelhante, em consequência tanto da sua proximidade (P1 a 1090m e P2 a 1200m) quanto pela cobertura vegetal em que ambas estão inseridas, Floresta Ombrófila Densa Montana. Nota-se também que o P3 fica entre os dois “extremos”, sendo ele justamente o local de transição para os campos de altitude, em que não se encontra mais matas fechadas como nos pontos anteriores. Além disso, permanece juntamente com o P1 e P2 como um dos pontos mais quentes, e que apesar de sua altimetria, possui o fator vertente como um determinante para o seu aquecimento. Já do ponto P4 em diante, verifica-se uma dinâmica diferente, em que apresenta as temperaturas médias mais baixas.

**Gráfico 05** - Gráfico de marcha diária para temperatura média.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na marcha horária (gráfico 06), nota-se que os pontos localizados nas cotas acima de 2350 metros (P4) registraram as menores valores médios, principalmente entre às 02h da madrugada e 06h da manhã, sendo o ponto P7 com o menor valor médio de 6,4°C em torno das 05h. Nos pontos P1, P2 e P3 estão as maiores temperaturas médias, ocorrendo entre 12h e 15h. A maior temperatura média foi registrada no P1 aproximadamente às 14h. Revelando assim uma tendência geral, em que as menores temperaturas ocorrem de madrugada/início da manhã e as maiores no começo da tarde.

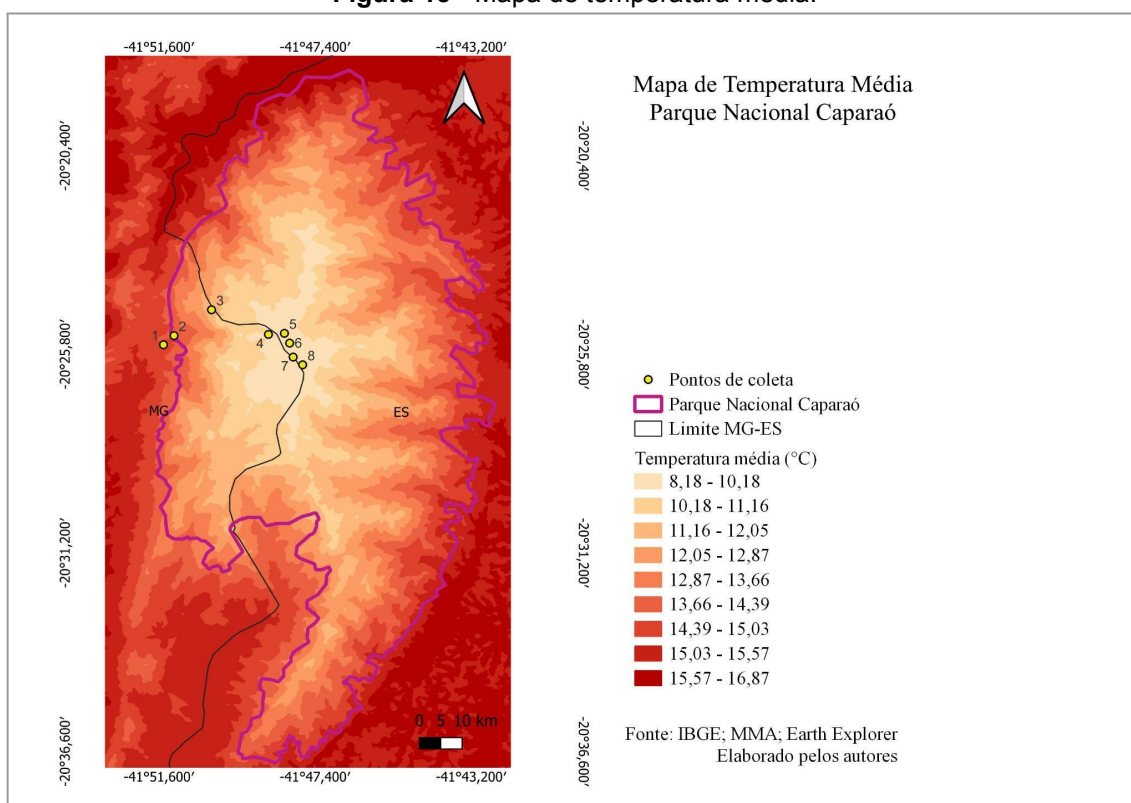
**Gráfico 06** - Gráfico de marcha horária para temperatura média.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além disso, podemos observar a partir desse mesmo gráfico a atuação das brisas. Assim que a incidência solar começa a encontrar as vertentes, as encostas de uma montanha e o ar em contato à ela aquecem mais rapidamente que o ar localizado nas camadas mais afastadas da superfície. Sendo assim, durante o dia o ar se desloca da superfície para o topo, em um movimento chamado de brisa de vale ou anabática. Quando essa incidência solar começa a diminuir consideravelmente o ar frio e denso tende a escoar para as superfícies mais baixas do terreno, se deslocando do topo para a superfície. Esse movimento do ar acontece principalmente durante o período noturno e é chamado de brisa de montanha ou catabática. (CHRISTOPHERSON e BIRKELAND, 2017). Dessa forma, podemos observar que os pontos com incidência direta - sem vegetação densa cobrindo-o -, tem um crescimento rápido e gradual com a posição do sol no céu entre 6h e 12h, variando em média 6°C. A diminuição da temperatura, entretanto, se dá de forma mais abrupta. A subida da brisa de montanha é rápida e pudemos senti-la durante a retirada dos equipamentos em campo: em torno das 15h, no P8, o grupo de estudo submergiu dentro de nuvens muito geladas. Essa variação térmica é vista no gráfico 6, onde no P8 a temperatura varia, em 3h, 6°C - metade do tempo para que a temperatura aumentasse da mesma forma.



**Figura 15 - Mapa de temperatura média.**

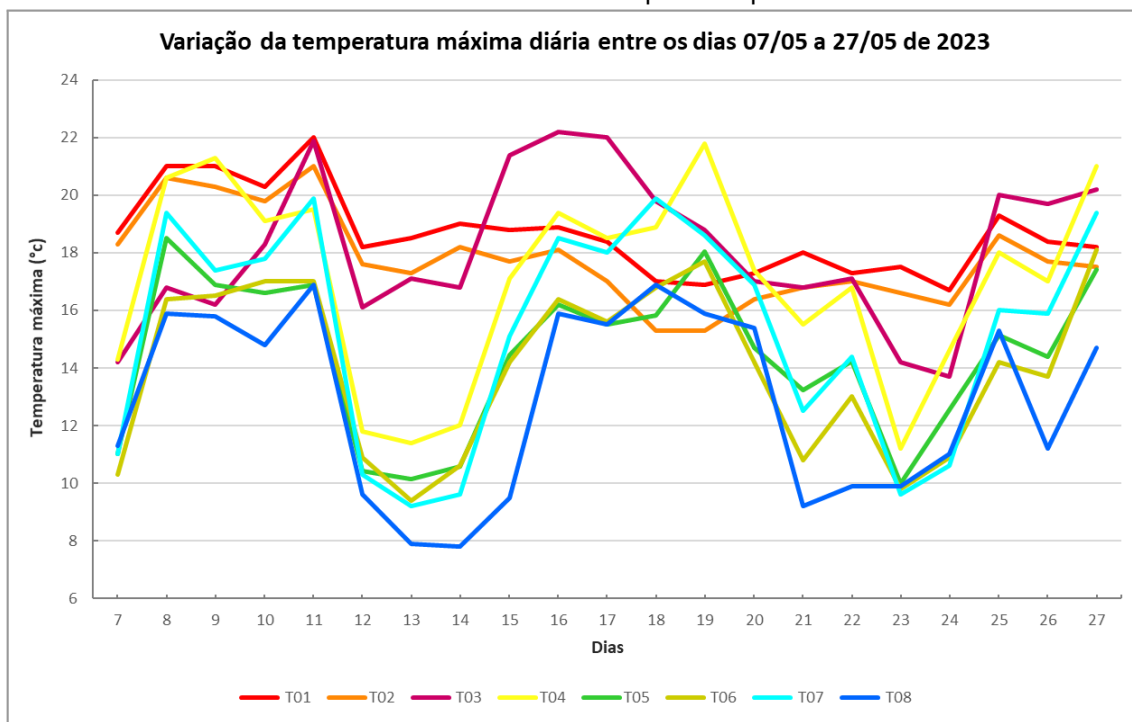


Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5.2 Temperatura máxima do ar diária e horária

A temperatura máxima de cada ponto em cada dia foi sistematizada no Gráfico 07, onde podemos observar o fenômeno descrito por Varejão-Silva: os pontos de maior altitude possuem grande variação de temperaturas máximas, enquanto os pontos de menor altitude mantêm-se mais estáveis com o decorrer dos dias. Isso ocorre graças à cobertura vegetal do solo: entre os Pontos 4 a 8 observam-se os campos de altitude e à medida que a altitude aumenta, a frequência que encontramos afloramentos rochosos também aumenta, junto à diminuição da vegetação densa. Esses afloramentos recebem o calor do sol diretamente, porém não conseguem manter essa temperatura, fazendo com que seu aquecimento ocorra, praticamente, apenas durante o dia.

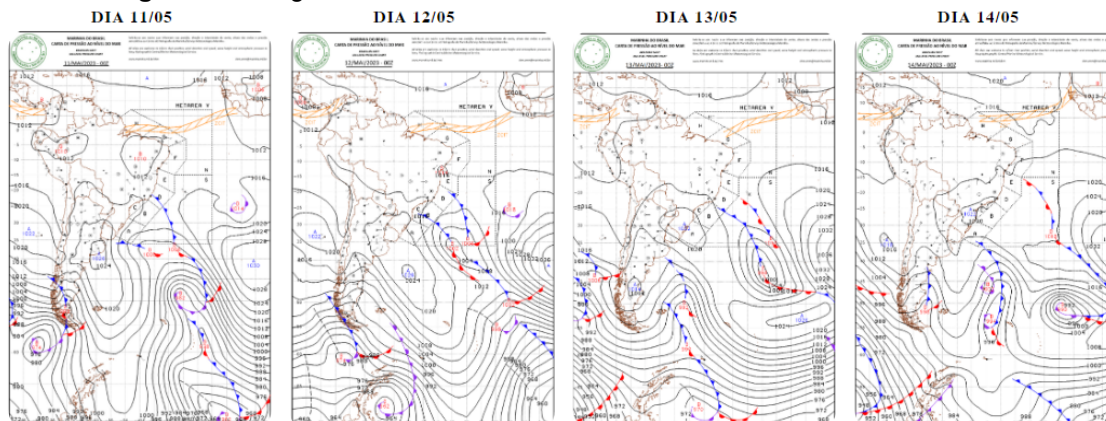
**Gráfico 07** - Gráfico de marcha diária para temperatura máxima.



Fonte: Elaborado pelos autores.

É interessante notar que o P3 possui maior temperatura máxima que P1 e P2 entre os dias 15 a 18 e novamente entre os dias 24 a 27. Isso ocorre diretamente após dias que zonas de baixa pressão passam pela Serra do Caparaó e derrubam as temperaturas máximas, conforme movimentação sinóptica vista na figura 16. O P3, como ponto sem cobertura vegetal cobrindo-o, mostra o quanto a incidência solar direta potencializa o aumento de temperatura, enquanto os pontos P1 e P2 possuem aumento das temperaturas mais ameno.

**Figura 16** - Registro das cartas sinópticas dos dias 11 a 14 de maio de 2023.



Fonte: Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil, 2023.

O P4, localizado no Terreirão, consegue medir a inversão térmica noturna, que faz o ponto ter temperaturas menores que o P8, no pico da bandeira, porém no período diurno há, também, influência do relevo local. O valor de temperatura máxima atinge grande amplitude pela conformação de onde o ponto está instalado. Diferente do P5, o P4 é o segundo ponto, antes dos campos de altitude com predomínio de gramíneas ou afloramentos rochosos, que encontra-se em local sem sombreamento por floresta ou cactáceos. As condições atmosféricas que se dão na região do Terreirão faz que durante o dia “sempre ocorra condição normal de variação da temperatura do ar (P4 e P5 com valores mais elevados que P8), isso porque a atmosfera nessas condições de aquecimento basal tende a apresentar processos convectivos mais intensos misturando a camada de ar e se aquecendo de baixo para cima.” (LIMA e GALVANI, 2010). Os pontos P6, P7 e P8 possuem as temperaturas máximas conforme esperado com o aumento da altitude e diminuição do gradiente atmosférico.

**Figura 17:** Afloramento rochoso próximo a P4



**Figura 18:** Afloramentos rochosos próximos ao P6

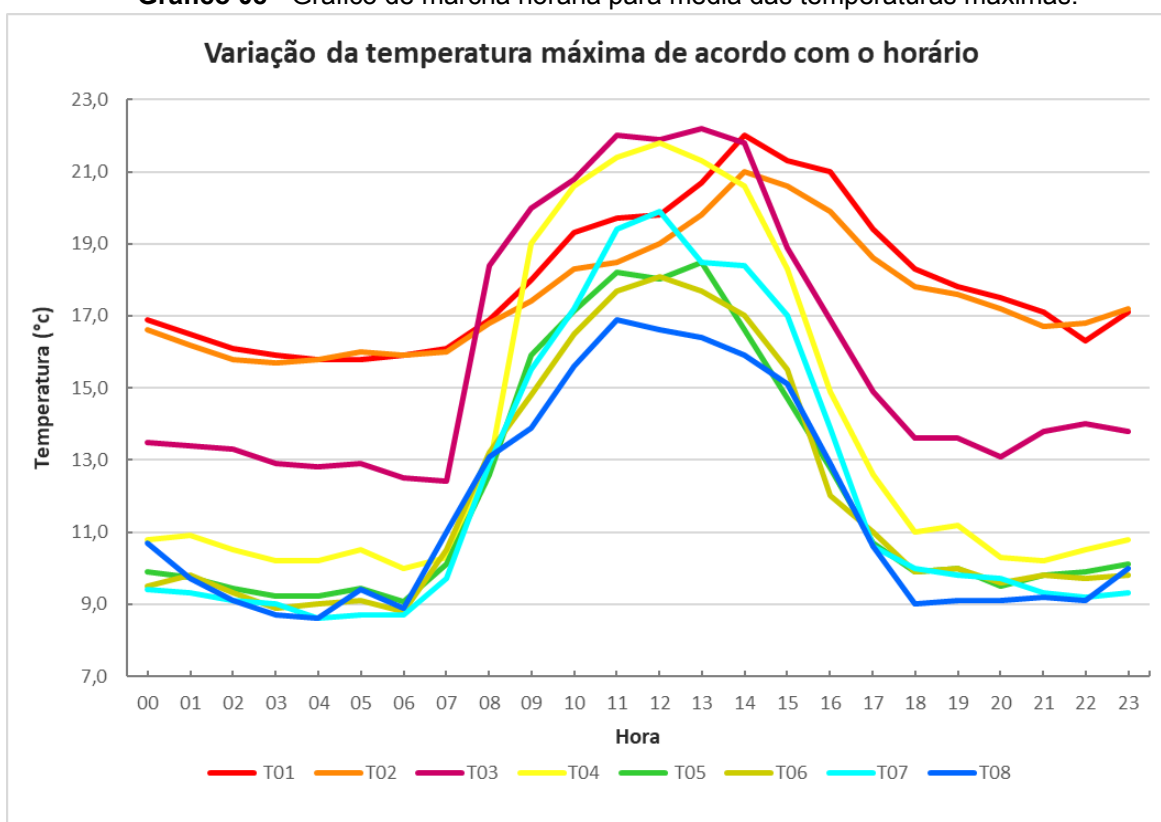


**Fonte:** Fotos tiradas pelos autores, 2023.

A marcha horária com a média das temperaturas máximas possui pontos em semelhança esperados pelo “passar” do dia. P1 e P2, pontos cobertos pela floresta densa possuem uma amplitude térmica diária menor que a dos demais pontos, não variando mais que 8°C durante o dia. Observa-se, também, como a floresta deixa mais demorado o aquecimento do ar e, assim que o sol diminui sua incidência, reduz a velocidade da perda desse calor acumulado - a variação de temperaturas máximas ocorre de forma mais gradual, mostrada pela evolução das linhas ser mais espaçada pelas horas. O P3, como explicitado anteriormente, é o ponto dentro de uma floresta

com menor cobertura dele para o sol, o que se observa na forma que a sua variação se dá: a partir das 7h da manhã ele começa a receber os raios solares, o que faz que sua temperatura aumente 7°C em menos de 3h. Ainda que não coberto pelo sol, essa incidência continua diretamente sobre ele e sobre as árvores em seu entorno, o que faz que sua temperatura continue avançando, chegando a temperatura máxima do dia às 13h, 22°C, enquanto os P1 e P2 alcançam suas maiores temperaturas apenas uma hora depois.

**Gráfico 08** - Gráfico de marcha horária para média das temperaturas máximas.



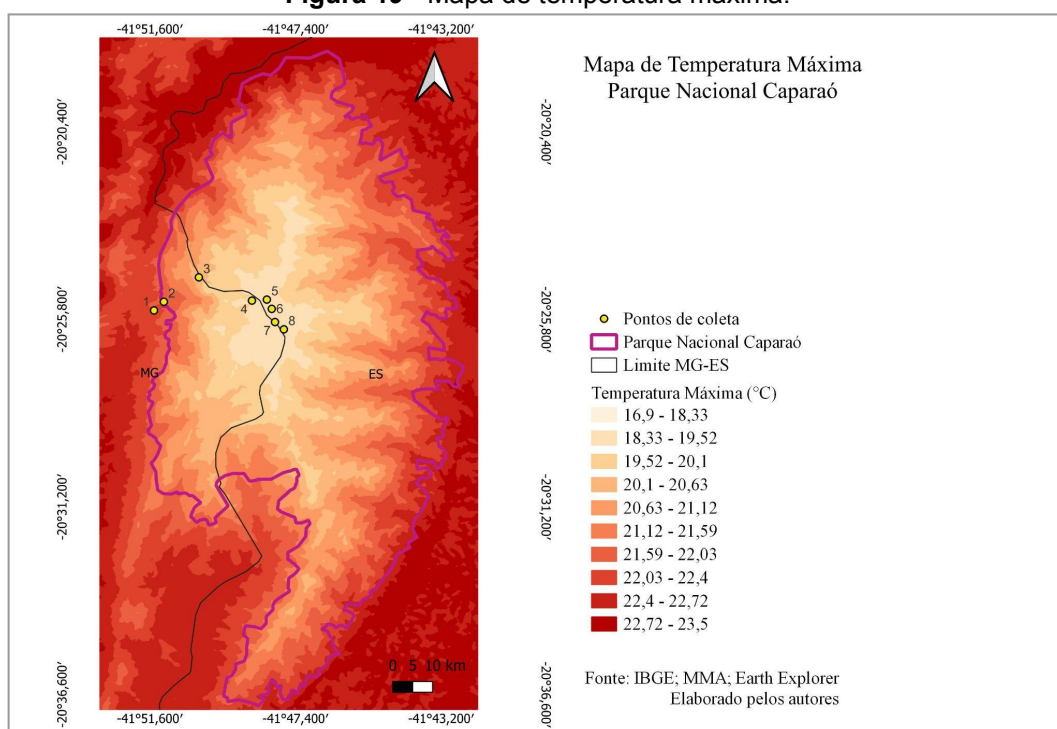
Fonte: Elaborado pelos autores.

O P4 se configura como mais um ponto com divergência do esperado, graças às variáveis que atuam no Terreirão. A temperatura máxima dele chega à mesma proporção de pontos em menor altitude e descampado (P3), porém no gráfico 8 conseguimos ver que sua origem acompanha a das maiores altitudes. O recebimento de calor do sol eleva rapidamente as temperaturas e por meio das movimentações convectivas há expansão do ar e, com a contínua incidência solar, ainda ocorre aquecimento do ar, até seu ponto mais quente (um pouco mais que 21°C), possuindo uma amplitude térmica de 11°C. A partir do P3 é possível observar



quanto a vegetação influencia nas temperaturas máximas. A variação gradual que era visto nos P1 e P2 agora se traduz em linhas de variação rápidas, sendo que o raiar do sol é o fator para que a temperatura do ar aqueça e atinja as maiores temperaturas dada a maior incidência reta do sol. Todos os pontos entre P4 e P8 possuem suas temperaturas máximas entre 11h e 12h, coincidindo com o sol em sua angulação máxima no céu. Entretanto é importante ressaltar que a diminuição brusca das temperaturas máximas é, também, resultado da subida da brisa anabática.

**Figura 19 - Mapa de temperatura máxima.**



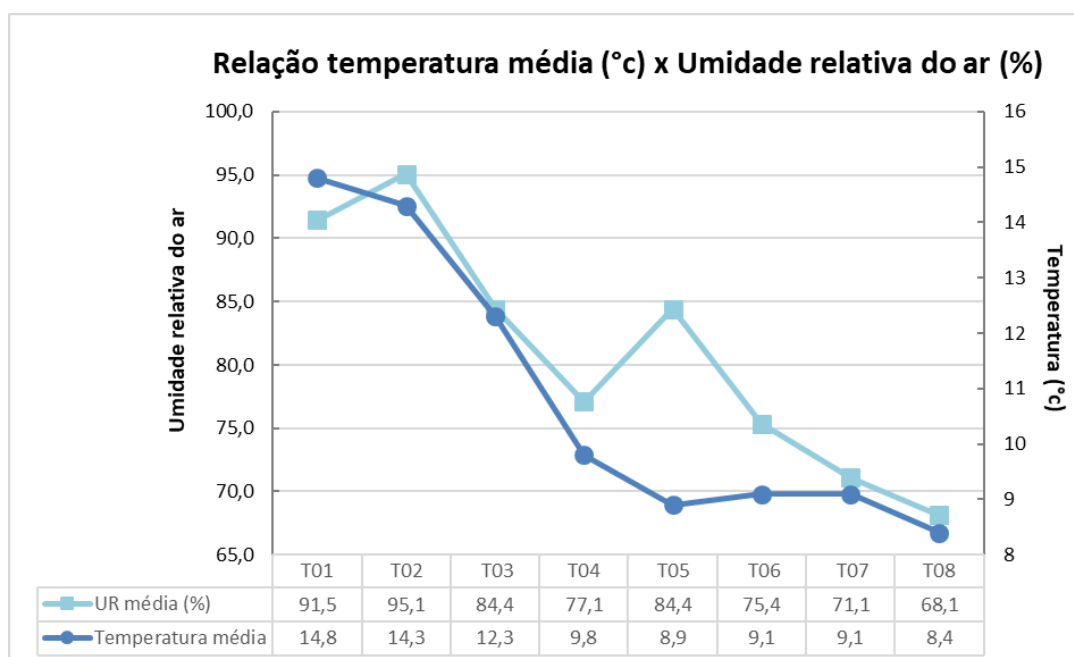
Fonte: Elaborado pelos autores.

### 5.3 Temperatura x Umidade

No gráfico 09, nota-se que o P1 apesar de estar dentro da condição de Floresta Ombrófila Densa Montana apresenta a UR inferior ao P2 de mesma condição. Isso se deve a sua proximidade com o ambiente urbano, que inclusive, como demonstra o gráfico, é o único ponto em que a temperatura média escapa a tendência. O ponto P2, inserido neste ambiente, com árvores de grande porte e o dossel mais fechado, garante que ele fique protegido da radiação solar, tornando o ar menos aquecido e a umidade mais retida. Neste caso sendo registrada a maior UR média, 95%.

O ponto 3, está na condição de transição da Floresta Estacional Semidecidual Montana para os Campos de Altitude, que possui vegetação que não é de grande porte e por isso permite maior entrada de energia solar. Como a vegetação não é tão fechada, a perda de umidade é maior em relação aos pontos (MORAES et al, 2016) Além disso, o ponto possui uma vertente bastante inclinada e voltada para o nordeste. Assim, o sol aquece o local muito mais rápido do que nos outros pontos, e seu resfriamento também se dá em maior velocidade.

**Gráfico 09** - Relação entre temperatura média e a umidade relativa do ar.



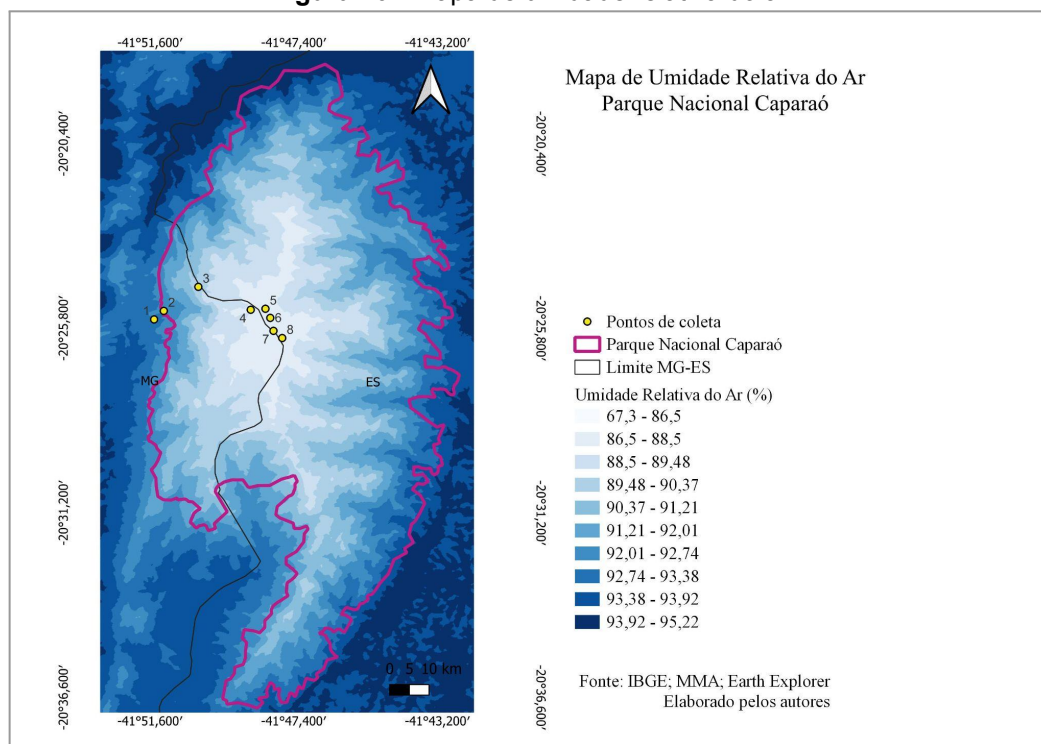
Fonte: Elaborado pelos autores.

Nos pontos P4 e P5 encontram-se as menores temperaturas médias, além do P5 conter a maior UR média, com 84%. O P4, localizado no Terreirão, que é uma planície aluvial com turfas, e P5 apesar de estar nos Campos de Altitude, que é uma vegetação de pequeno porte, a umidade aumenta porque a vegetação do local é característica de áreas secas, armazenando água. Com a entrada da radiação solar, ocorre a evapotranspiração dessa vegetação, elevando a umidade.

Por fim, observa-se que as menores taxas de umidade relativa do ar ocorrem nos pontos P6, P7 e P8, locais em que a vegetação se torna mais escassa e rasteira, e promove a menor retenção de umidade, devido ao ar ser mais rarefeito, o que reduz a absorção de calor. Sendo no P8 registrado as menores médias de umidade relativa do ar, 67,3%, ponto em que há um maior predomínio de rochedos, que aquecem rapidamente devido a sua composição mineralógica e a pouca vegetação, fazendo com que a umidade seja dissipada rapidamente.

Assim como nas análises anteriores, na figura 20 há uma espacialização das UR médias, verifica-se assim que os maiores valores concentram-se nas cotas mais baixas com alta vegetação, e os menores valores nas cotas altas em que há maior exposição solar.

**Figura 20** - Mapa de umidade relativa do ar.



Fonte: Elaborado pelos autores.

## 7. Considerações finais

Diante dos estudos realizados a partir da coleta de dados para este trabalho de campo na Serra do Caparaó, chegamos a conclusão de que o comportamento microclimático dos lugares está intrinsecamente atrelado aos mais variados atributos do clima. De fato, pudemos registrar que a altitude possui uma influência inversamente proporcional frente a temperatura, contudo, fatores como vegetação, pressão atmosférica, morfologia, umidade e outros são de quase ou igual importância.

A ciência climática e a geografia física como um todo, portanto, não podem ter seus objetos de estudo analisados sozinhos, pois estão sujeitos a um sistema aberto no qual inúmeros atributos nas mais diversas escalas são capazes de influenciá-los.

Por exemplo, os P1, P2 e P3 com mais vegetação local ao redor que os outros pontos confirmaram aquilo que já era esperado quanto a seu comportamento, assim como os dos P6, P7 e P8 com condições inversas. Contudo, com a chegada de uma frente fria e alterações nas zonas de pressão em escalas regionais, toda a dinâmica microclimática foi alterada por um período.

Podemos visualizar a partir desse simples exemplo, por fim, como o tempo atmosférico é produto das mais complexas e variadas interações entre os elementos dispostos na natureza, que ocorrem tanto em escala local quanto zonal, sejam espaciais ou temporais, que são responsáveis por alguns dos resultados que desviavam do padrão esperado.

Dessa forma, a realização do trabalho de campo para a coleta de dados in loco e o posterior estudo e análises feitas a partir dos resultados obtidos mostra a importância dessa imprescindível atividade, que é muitas vezes deixada de lado no curso de Geografia. Esse trabalho permite visualizar e aplicar os conhecimentos adquiridos teoricamente em sala de aula, possibilitando novas reflexões e estabelecer conexões na prática, além do já riquíssimo poderio didático.



## 8. Referências bibliográficas

AB'SABER, Aziz Nacib. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil**. Geomorfologia, n. 20, p. 1-26, 1970. Acesso em: 14 jul. 2023.

BRASIL. **Download de dados geográficos**. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 3 jul. 2023.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). **Mapa Interativo**. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/>. Acesso em: 3 jul. 2023.

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA. **Cartas sinóticas**. Marinha.mil.br. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinotica>. Acesso em: 3 jul. 2023.

CLAVAL, Paul. **O papel do trabalho de campo na geografia, das epistemologias da curiosidade às do desejo**. Traduzido por Giovanna Thomaz e revisado por Patrícia Reuillard. Confins, n. 17, 2013. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/12414>. Acesso em: 29 jun. 2023.

CHRISTOPHERSON, R. W.; BIRKELAND, G. H. **Cap 5. Temperaturas Globais. Geossistemas: uma introdução à geografia física**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

---

**Cap 6. As Circulações atmosféricas e oceânicas**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

---

**Cap 7. Água e umidade atmosférica**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

DIVISÃO DE SATÉLITES E SISTEMAS AMBIENTAIS (DSA). Inpe.br. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/home/index.jsp?i=br>. Acesso em: 3 jul. 2023.

FALCÃO, R; GALVANI, E; LIMA, N; CRUZ, B. **Análise da variação da umidade relativa do ar do Pico da Bandeira, Parque Nacional Alto Caparaó, Brasil**. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física; II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, Maio de 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/23401507-Analise-da-variacao-da-umidade-relativa-do-ar-do-pico-da-bandeira-parque-nacional-alto-caparao-brasil.html>.

História da Cidade - Prefeitura Municipal de Caparaó. Mg.gov.br. Disponível em: <https://www.caparao.mg.gov.br/caparao/historia-da-cidade>. Acesso em: 3 jul. 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio) **Natureza Local**. Parque Nacional do Caparaó - Icmbio.gov.br. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnacaparao/natureza-local.html#:~:text=Destacam%2Dse%20esp%C3%A9cies%20como%20angicos,forma%C3%A7%C3%A3o%20de%20crostas%20de%20gelo>. Acesso em: 3 jul. 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Parque Nacional do Caparaó - História**. Icmbio.gov.br. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnacaparao/quem-somos/historia.html>

KATTEL, Dambaru Ballab; YAO, Tandong; ULLAH, Kalim; RANA, Adnan Shafiq. **Seasonal nearsurface air temperature dependence on elevation and geographical coordinates for Pakistan**. Theoretical And Applied Climatology, [s.l.], v. 138, n. 3-4, p. 1591-1613, 19 jun. 2019. Acesso em: 13 jul. 2023

LIMA, N.G.B., GALVANI, E., FALCÃO, R. M. **Análise da temperatura do ar no perfil topoclimático do Pico da Bandeira, Parque Nacional do Alto Caparaó, Brasil, entre as altitudes de 1106 m a 2892 m**. In: VI SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, II SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2010, Coimbra, Portugal. Disponível em: [http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/nadia\\_gilma](http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/nadia_gilma). Acesso em: 2 jul. 2023

NETO, R. M.; OLIVEIRA, G. C.; DIAS, J. S. **Geossistemas em ambientes montanhosos: a revelação da paisagem na Serra do Caparaó (MG/ES)**. R. Ra'e Ga – Curitiba, v. 38, p.269 - 290 , Dez/2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/download/43740/30288>.

NOVO, T; NOCE, C; SOARES, A; BATISTA, G. **Rochas granulíticas da Suíte Caparaó na região do Pico da Bandeira: embasamento oriental do Orógeno Araçuaí**. T.A. Novo et al. / Geonomos, 19(2), 70-77, 2011 Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11762/8500>.

RAMASWAMY, V et. al, 2006: **Why do temperatures vary vertically (from the surface to the stratosphere) and what do we understand about why they might vary and change over time?** In *Temperature Trends in the Lower*

*Atmosphere: Steps for Understanding and Reconciling Differences*, Karl, T R, S J Hassol, C D Miller, W L Murray, eds., Washington, DC, A Report by the Climate Change Science Program/Subcommittee on Global Change Research, 15-28. Disponível em: [https://www.gfdl.noaa.gov/bibliography/related\\_files/vr0603.pdf](https://www.gfdl.noaa.gov/bibliography/related_files/vr0603.pdf). Acesso em: 30 jun. 2023.

REDEMET - Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica. Redemet 5. Disponível em: <https://www.redemet.aer.mil.br/>. Acesso em: 3 jul. 2023.

ROSS, J. L. S. **Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação**. Revista do Departamento de Geografia, [S. l.], v. 4, p. 25-39, 2011. DOI: 10.7154/RDG.1985.0004.0004. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47094>. Acesso em: 14 jul. 2023.

SANTOS, Elisângela. **Parques por decreto: um estudo de caso do Parque Nacional do Caparaó**. 2004.

SANTOS, D. D. dos; MORAES, S. L. de; 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, p. 01-19.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília, DF: INMET, 2000. pp. 60-150. 510p. Disponível em: [https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=\(autoria:%22VAREJ%C3%83O-SILVA,%20M.%20A.%22\)](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=(autoria:%22VAREJ%C3%83O-SILVA,%20M.%20A.%22)). Acesso em 30 jun. 2023.