

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

FLG0591 - Estágio Supervisionado em Climatologia

Prof. Emerson Galvani

**“Análise e Espacialização da Temperatura do Ar Média e Máxima no
Perfil Topoclimático do Pico da Bandeira”**

Andressa Varella Teixeira da Silva N°USP: 11965800

Carlos Eduardo Faggian Francisco N°USP: 12515469

Lucas Penha da Conceição N°USP: 11932056

Rodrigo Hitoshi Endo N°USP: 11768049

São Paulo, SP

Julho de 2023

Sumário

1. Introdução.....	3
2. Área de estudo.....	4
2.1. Escolha do Parque.....	4
2.2. Caracterização da Área de Estudo.....	5
2.2.1. Clima.....	5
2.2.2. Geologia.....	6
2.2.3. Geomorfologia.....	7
2.2.4. Pedologia.....	8
2.2.5. Vegetação.....	9
2.2.6. Hidrografia.....	11
2.2.7. Aspectos sociais.....	12
3. Materiais e Procedimentos.....	14
3.1. Materiais.....	14
3.1.1. Instrumentos de Medição.....	14
3.1.1.1. Bússola.....	14
3.1.1.2. Datalogger de Temperatura.....	15
3.1.1.3. Altímetro barométrico.....	15
3.1.1.4. Termo-Higrômetro.....	16
3.1.1.5. GPS.....	16
3.1.2. Instrumentos Acessórios.....	17
3.1.2.1. Arame.....	17
3.1.2.2. Martelo.....	18
3.1.2.3. Alicates.....	18
3.1.2.4. Abraçadeira.....	19
3.1.2.5. Abrigo Meteorológico.....	19
3.2. Procedimentos.....	19
3.2.1. Pré - campo.....	20
3.2.2. O Campo.....	20
3.2.3. Pós-campo.....	21
4. Resultados e Análise.....	21
4.1. Dados do Trabalho de Campo.....	22
4.2. Dados Obtidos pelas Estações Meteorológicas.....	25
4.3. Pluviosidade.....	33
5. Considerações Finais.....	35
6. Referências bibliográficas.....	36

1. Introdução

O relatório apresenta o trabalho de campo realizado entre os dias 05 e 08 de maio de 2023 para a disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia, do curso de Geografia da Universidade de São Paulo.

Serão percorridas em sequência, as características físicas e sociais da área estudada do Parque Nacional do Caparaó, o desenvolvimento da metodologia e ferramentas utilizadas no trabalho de campo com explicações e demonstrações. Na conclusão, a partir dos dados coletados em campo, serão trabalhados os resultados da pesquisa sobre a temperatura do ar média e máxima no perfil topoclimático do Pico da Bandeira.

Os trabalhos de campo são atividades essenciais na formação acadêmica do curso de Geografia, já que é um processo de associação entre a teoria e prática, além do aluno ter o contato direto com o objeto de estudo, há também o contato com outras áreas do conhecimento, tendo como resultado uma ampliação das percepções sobre o espaço estudado.

Segundo Sanches (2011) a atividade “permite ao aluno perceber e apreender os vários aspectos que envolvem o seu estudo, tanto nos aspectos naturais quanto nos sociais” (2011, p 858).

A importância do trabalho de campo para a formação do geógrafo, de acordo com Suertegaray:

[...] faz parte de um processo de investigação que permite a inserção do geógrafo pesquisador na sociedade, reconstruindo o sujeito e, por consequência, a prática social, permitindo o aprendizado de uma realidade, à medida que oportuniza a vivência em local do que deseja estudar. Também possibilita um maior domínio da instrumentalização na possibilidade de construção do conhecimento. (2002, p. 110)

O trabalho de campo como uma proposta metodológica, além de contribuir para a compreensão do aluno sobre os conteúdos aprendidos na disciplina, também possui objetivos pontuais para serem atingidos. O primeiro deles era instalar abrigos meteorológicos em diferentes altitudes e depois coletar os dados obtidos de temperatura e umidade relativa.

2. Área de estudo

2.1. Escolha do Parque

A escolha do Parque Nacional do Caparaó não foi em vão, para a execução dessa pesquisa era necessário um local com altitude acentuada e com trilhas possíveis de serem feitas por um grupo de 50 pessoas da forma mais segura possível. A trilha do Pico da Bandeira proporciona segurança pela não necessidade de alpinismo e por ser o terceiro pico mais alto do Brasil, possibilitando a instalação de abrigos meteorológicos de baixo custo nas diferentes altitudes do parque sem grandes dificuldades de acesso.

O Parque Nacional do Caparaó se localiza na Serra do Caparaó, entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, possuindo uma área de 31.853 hectares e com perímetro de 139,901 km. O parque é encontrado nas coordenadas geográficas de 20°19' e 20°37'S latitude e e 41°43' e 41°53'O longitude. Em relação ao relevo, a altitude da cota mais baixa possui cerca de 900 metros e chega até 2.892 metros, sendo a cota mais alta do parque, o Pico da Bandeira.

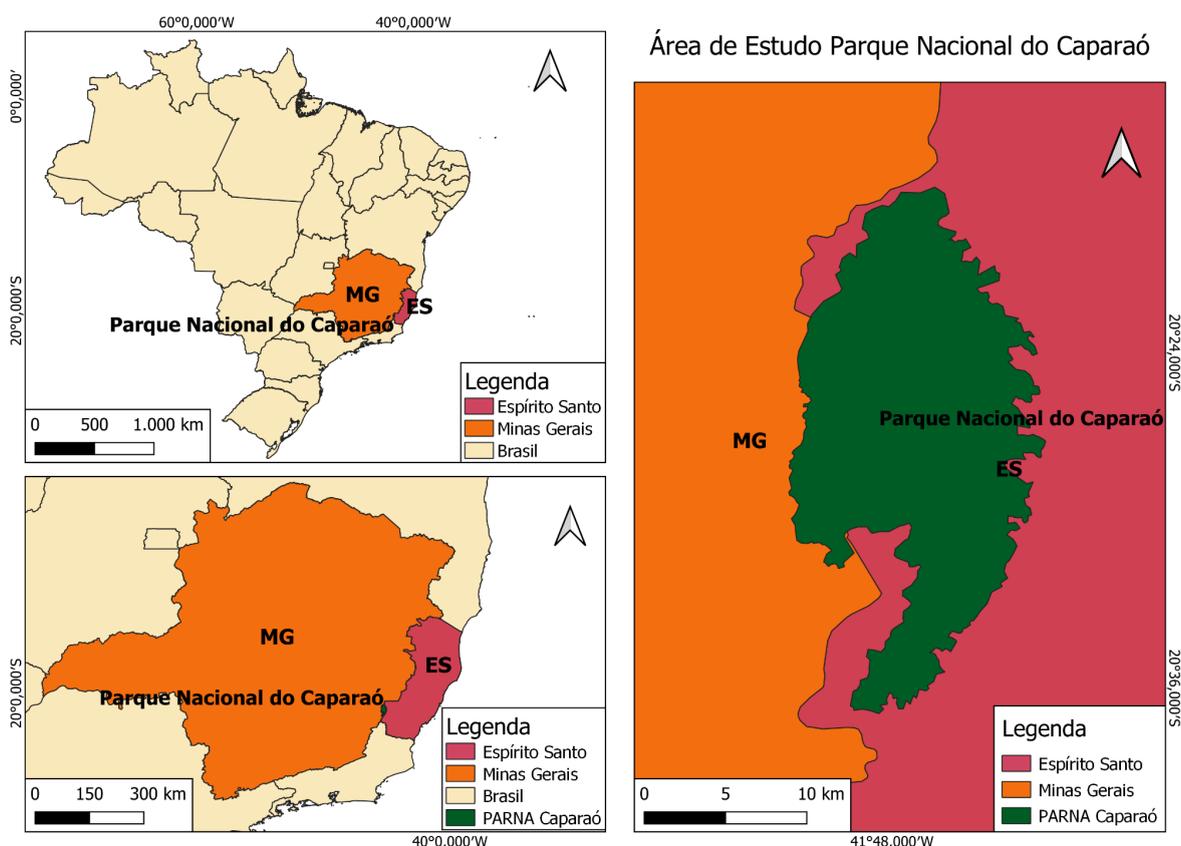


Figura 1 - Mapa da Área de Estudo do Parque Nacional do Caparaó (Andressa Silva, 2023)

A origem do nome “Caparaó” possui diversas interpretações, uma delas é que vem de *igapara-og*, em que *caa-apara* é pau torto ou folha torta e *iga-arapa* é um rio torto, gerando um nome como a casa do rio torto (Santos, 2004).

Uma segunda interpretação dada ao nome seria que o termo possui origem indígena-popular e significaria águas cristalinas que descem das montanhas, já uma terceira interpretação provinda de uma história popular transmitida pela oralidade seria sobre o nome Caparaó ter sido escolhido em homenagem a um boi chamado Ó, que era bravo e de grande beleza, a história conta que o boi estava causando problemas aos donos dele e por isso resolveram castrar o animal, os donos “caparam o Ó” e todos ficaram sabendo. Por ser uma história da região, ela também possui variações no enredo, cada um vai contando de uma maneira.

A preservação do Parque Nacional do Caparaó tem extrema importância para o panorama nacional, pois representa a conservação do bioma da Mata Atlântica, identificado como hotspots, rico na diversidade de espécies da flora e fauna, além de ter grande importância para a conservação dos recursos hídricos de grande parte do território brasileiro. Devido a essa relevância ambiental, o parque se tornou uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, pela lei federal nº9.985/2000, com os objetivos de preservar ecossistemas e proteger a biodiversidade e espécies ameaçadas de extinção, tanto na fauna quanto na flora, permitindo o uso da unidade de conservação para fins educativos e pesquisas científicas. O Decreto Federal nº50.646 de criação do Parque Nacional de Caparaó foi no ano de 1961, mas foi efetivamente implantado em 1979.

2.2. Caracterização da Área de Estudo

2.2.1. Clima

Em relação às características da área de estudo, as informações sobre o clima a partir da Estação Meteorológica Caparaó que está vinculada ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dados do posto meteorológico localizado em Minas Gerais, na cidade de Alto Caparaó, além de dados de precipitação retirados de um Engenheiro Agrônomo, Ruy Gripp, morador de Alto Caparaó que possuía pluviômetro.

No plano de Manejo do PNC, é ressaltado que os dados climáticos referentes às porções do Espírito Santo não podem ser utilizados para a caracterização do clima, pois sofrem com influências das correntes marinhas, tornando os dados diferentes da porção de MG e não entram nos parâmetros do clima do Parque.

As unidades climáticas presentes no Parque são Subtropical úmido, oriental do Brasil (St'ubr), Subtropical semiúmido, oriental do Brasil (St'ubr) e Temperado úmido, oriental do Brasil (Te'ubr), (Novais, Machado, 2023). No que se refere às temperaturas, a média anual é de 19°C e 22°C mas em maiores altitudes, principalmente nos picos, podem ter temperaturas negativas, sendo os meses de junho a agosto os mais frios. A precipitação total anual do local varia entre 1.000 mm e 1.500 mm, possuindo um verão chuvoso nos meses de novembro a março e períodos de inverno seco de abril a outubro. Já a umidade relativa do ar durante todos os meses do ano é elevada, geralmente sendo acima de 70 %.

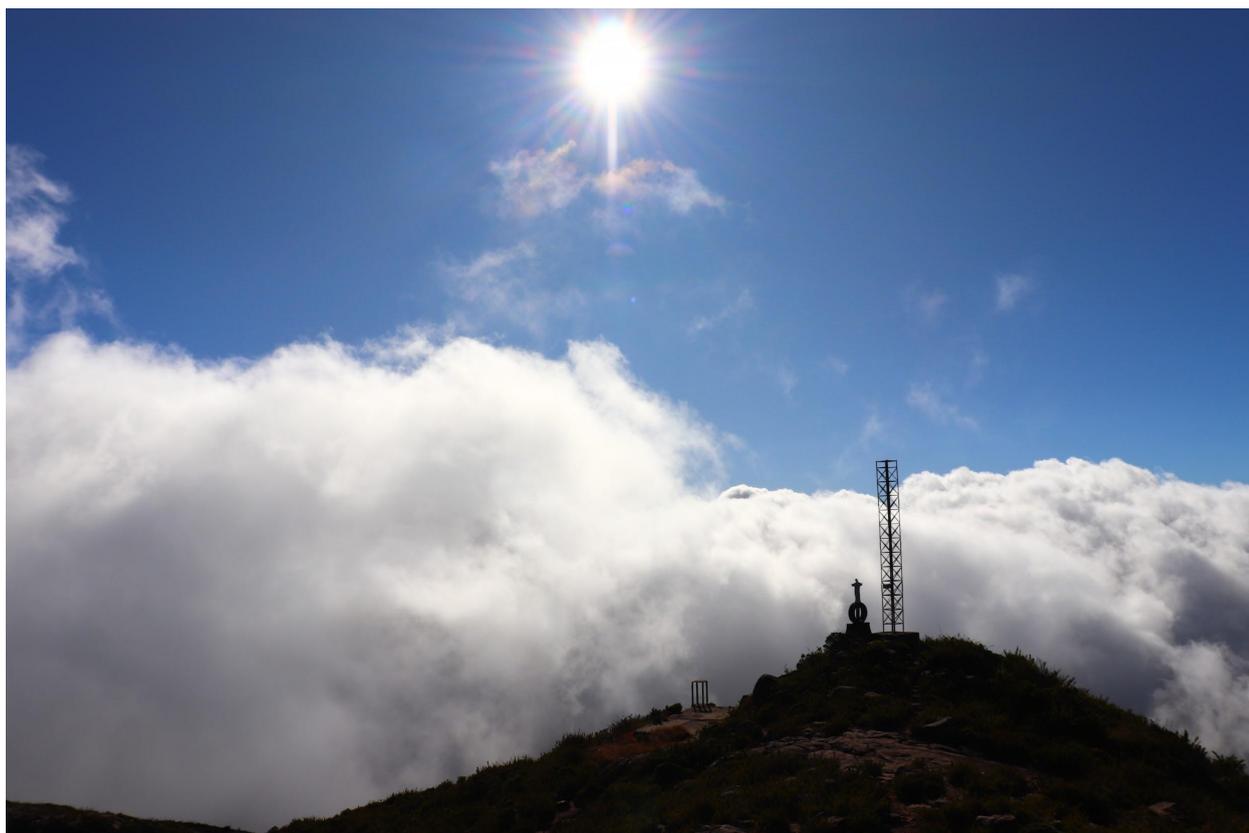


Figura 2 - Pico da Bandeira com umidade relativa de 75% (Andressa Silva, 2023)

2.2.2. Geologia

Do ponto de vista geológico, a área do Parque Nacional se encontra na serra do Caparaó, sendo parte do território montanhoso do maciço do Caparaó, que integra uma extensa cadeia montanhosa de dobramentos da Província Geológica Mantiqueira, presente na Faixa de Dobramentos Ribeira com 630-550 milhões de anos.

As rochas da serra do Caparaó são constituídas por rochas metamorfozadas de médio a alto grau no Ciclo Orogênico Brasileiro, (586 ± 2 Ma.) presentes nas fácies granulito. De acordo com o plano de manejo do Parque, algumas rochas do maciço podem ter sido formadas há 2 bilhões e

100 milhões de anos atrás. Minerais como quartzo, mica e o feldspato são os mais presentes nas variações de rochas do PNC, Gnaisses e charnockitos foliados por quartzo-plagioclásio-ortopiroxênio e granada são rochas que afloram nas bordas leste e oeste do parque (faixas limítrofes), já no interior do Parque, rochas básicas e ultrabásicas como gabros, leucogabros, noritos, anortositos e piroxênios são comuns.



Figura 3 - Foto capturada da Tronqueira com visão para a cidade de Alto Caparaó e para Mantiqueira (Carlos Faggian, 2023)

2.2.3. Geomorfologia

A geomorfologia da região do Parque Nacional do Caparaó está incorporada no Domínio Morfoestrutural das Faixas de Dobramentos Remobiliados, que são identificadas pelas evidências de movimentos crustais, com a presença de marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversais, os quais exercem controle estrutural sobre a morfologia. O Parque está inserido em uma das oito regiões geomorfológicas, sendo parte da região da Mantiqueira Setentrional, com altimetria média de 1.000 metros, sendo o Pico da Bandeira o ponto mais alto na serra do Caparaó, com 2.892 metros.

A Mantiqueira Setentrional possui três unidades geomorfológicas, sendo os Maciços do Caparaó uma delas, caracterizado pela presença de muitas intrusões graníticas com predominância de granulitos, assim como falhamentos que se inter cruzam nas direções SE-NO e SO-NE, o que cria uma morfologia própria na região, com a presença de relevos com encostas desnudadas, facetas trapezoidais e triangulares, drenagem retangular com vales extensos e retelinizados, além de formas alongadas nos topos e encostas convexadas fazerem parte do relevo.



Figura 4 - Diferença altimétrica do relevo, captura realizada entre os pontos 1 e 2 (Andressa Silva, 2023)

2.2.4. Pedologia

Existem diferentes tipos de solos no Parque Nacional do Caparaó, alguns deles são os Cambissolos, solos pouco desenvolvidos e com material de origem alterado pela pedogênese, sendo divididos em: Cambissolo Háptico Tb Eutrófico A moderado, Cambissolo Háptico Tb Distrófico A fraco e Cambissolo Háptico Tb Eutrófico. Esses são encontrados nas maiores declividades ao longo dos vales e são derivados das rochas básicas e intermediárias, com metagabros e metanortositos, sendo, assim, solos eutróficos. Devido a essa boa condição de solo, a vegetação que cresce acima dele é bem densa e possui grande porte, sendo presentes várias espécies arbóreas.

Os Neossolos também estão presentes, possuem um perfil raso e pouco desenvolvido, na região do parque são encontrados em duas classes: o Neossolo Litólico (RL) que é associados a exposições rochosas e o Neossolo Flúvico (RF) que tem sua formação nas planícies de inundação das drenagens a partir da sedimentação fluvial, eles são localizados nas bordas do PNC.

Existe também a ocorrência de nitossolos nas áreas marginais do Parque, principalmente na borda oeste, são encontrados em amplas extensões de terras, nas áreas com declividade moderadas a elevadas. A formação deles ocorre na transição entre os cambissolos eutrófico e distrófico.

As matas de encosta e de galeria, com árvores de médio a grande porte crescem acima dos Argissolos Vermelho-amarelo Eutróficos, ocupando áreas mais restritas do Parque.

Por fim temos a presença do solo Plintossolo Pétrico Concrecionário é um tipo de solo formado por um intemperismo avançado e possui pouca profundidade, eles aparecem em restritas manchas presentes na trilha até o Pico da Bandeira, e a do Gleissolo Háptico Distrófico também é identificada na porção central do maciço do Caparaó, ocorrendo em pequenas manchas dentro das florestas e galerias.

2.2.5. Vegetação

A vegetação presente no Parque Nacional Caparaó é composta por florestas do tipo Ombrófila Densa (montana e alto montana), que necessita de mais umidade e chuva para florescer, sendo uma floresta alta e mais densa. Há também a Floresta Estacional Semidecidual (montana), sendo caracterizada por árvores decíduas, que perdem suas folhas nos períodos secos, além da presença dos campos de altitude, que ocorrem a partir dos 1.800 metros de altitude, sendo caracterizados pela vegetação rasteira e arbustiva e com a presença de afloramentos rochosos.



Figura 5 - Portaria do Parque Nacional do Caparaó, Floresta Ombrófila Densa ao redor (Andressa Silva, 2023)



Figura 6 - Floresta Estacional Semidecidual no PNC (Andressa Silva, 2023)



Figura 7 - Campos de altitude com afloramentos rochosos no PNC (Andressa Silva, 2023)

Essa vegetação é influenciada por diversos fatores, como exposição da vertente e a relação com a insolação recebida nas faces, a vertente que é exposta ao norte recebe mais insolação do que as expostas ao sul, dessa forma o desenvolvimento de florestas acontecem na vertente sul, enquanto no norte prevalecem os campos de altitude. A influência marítima é outro fator que influencia na vegetação, na vertente do lado do estado do Espírito Santo a vegetação em florestas alcançam maiores altitudes, diferente da vertente do lado mineiro. Esse fenômeno se deve aos ventos úmidos do Atlântico, que são “bloqueados” e não chegam até a vertente de Minas Gerais.

Na trilha até o Pico da Bandeira, a presença de uma araucária foi percebida pelo grupo, esse tipo de espécie é característica da Mata de Araucária, podendo ser encontrada nas Serras do Mar e Mantiqueira, a presença dessa árvore no parque pode ter sido causada pelo processo de zoocoria, uma forma de dispersão de sementes realizada por animais

2.2.6. Hidrografia

O parque Nacional do Caparaó possui grande importância também sobre as questões hídricas da região, as inúmeras nascentes do interior do parque abastecem os rios que suprem água potável para as comunidades e cidades do entorno e para as bacias do rio Doce, do rio Itabapoana e do rio Itapemirim, as bacias desses rios banham os estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Todas as nascentes presentes no PNC alimentam os cursos d’água da Região Hidrográfica Atlântico Leste, constituída por bacias hidrográficas que os rios desaguam no Oceano Atlântico. (ANA, 2008).

Devido a altitude do maciço, ao área do Parque é um divisor de águas e uma região de numerosas nascentes, a rede de drenagem se desenvolve a partir dos pontos mais altos em um padrão radial centrífugo, seguindo a estruturas das rochas e formando os vales do parque. A área que o parque está localizado é uma região de nascentes e limites de sub-bacias hidrográficas, O rio Itapemirim por exemplo, tem sua nascente no PNC e sofre contribuições de outros rios da região.

2.2.7. Aspectos sociais

A cultura da região é composta por diversas tradições locais, sendo uma delas a tradição cafeeira que está presente na cidade de Caparaó. Existe até a festa do Cafeicultor que acontece entre os meses de agosto e setembro e nas cidades ao entorno do Parque possuem outras festas inspiradas no grão, até porque a cultura cafeeira é a principal atividade econômica na região do Parque.

O uso e a ocupação do solo nos nove municípios da Região do PNC se baseia na agropecuária e principalmente na cafeicultura, sendo a base da economia local. No entorno do parque, culturas mistas de café, milho, feijão, cana-de-açúcar são cultivadas, além do cultivo de eucalipto predominante no lado capixaba. O café produzido na Região do PNC é do tipo gourmet, relacionado com grãos de alta qualidade e é responsável por ocupar a maior parte dos hectares da região.

Outras culturas também são realizadas na região do Parque, como a extração vegetal mas que não ocorrem em grande volume e a silvicultura, com os produtos principais sendo lenha, madeira em tora, madeira para papel e celulose. Além dessas, atividades hortifrutigranjeiras também acontecem, mas com pouca expressão. Pecuária, extração mineral e atividades industriais complementam a economia da região.



Figura 8 - Plantações de Café na Região do PNC (Carlos Faggian, 2023)

De acordo com os dados de 2010 do IBGE, sobre a população da região do PNC, como a maior parte do Parque está no estado do ES, a população maior na região é capixaba, sendo (33,42%) na área rural e (26,03%) na área urbana. A população mineira é menor, sendo de (40,55%), residindo (19,14%) nas áreas rurais e (21,40%) na área urbana. Em alguns municípios a população rural ainda ultrapassa a urbana, como Divino São Lourenço, Ibitirama, Irupi, Iúna, Alto Jequitibá e Caparaó.

O IDH-M dos municípios do Parque Nacional do Caparaó vai de 0,688 em Divino São Lourenço até 0,769 sendo o mais alto em Dores do Rio Preto, ambos no estado do ES, esse intervalo expressa médio desenvolvimento humano. (PNUD et al)(2003)

Em relação à renda, uma comparação de renda *per capita* entre os municípios da Região do PNC no ano de 2000, observa-se que Alto Caparaó e Dores do Rio Preto possuem a maior renda *per capita*. Utilizando o índice de Theil a partir da distribuição de renda, é possível analisar que o município de Alto Caparaó, com 0,6 é o pior na distribuição da renda e os municípios de Espera Feliz, Divino São Lourenço e Irupi são os com as maiores distribuições de renda, todos com índice de Theil de valor 0,39. (PNUD et al)(2003)

As populações que vivem no Parque e em seu entorno em sua maioria sabem e acreditam na importância do PNC sobre a proteção dos recursos naturais, principalmente da água e sobre a relevância da educação ambiental. O turismo também é de grande relevância, a existência do Parque contribui com o desenvolvimento do comércio local, com lojas no centro comercial, na venda do café, com o ramo hoteleiro e restaurantes.

3. Materiais e Procedimentos

Nesta seção iremos discutir os materiais e procedimentos/métodos utilizados no Trabalho de Campo em sua totalidade.

3.1. Materiais

Antes de compreender os procedimentos realizados é necessário apresentar os instrumentos utilizados no pré, durante e pós campo.

Iremos dividi-los em dois grupos de instrumentos, o primeiro, em que nele estarão os instrumentos de medição, e o segundo, onde estarão os instrumentos acessórios.

3.1.1. Instrumentos de Medição

Os instrumentos de medição são os mais complexos, uma vez que são associados a tecnologias mais avançadas. São usados a fim de obter alguma informação, instantânea ou não, do ambiente em um determinado ponto de parada, são eles:

3.1.1.1. Bússola

Utilizada para identificação dos pontos cardeais e determinação da orientação da vertente



Figura 9 - Bússola, em Laboratório de Climatologia e Biogeografia da USP-SP (Carlos Faggian, 2023)

3.1.1.2. Datalogger de Temperatura

Utilizado para coletar e armazenar dados usados para o monitoramento do clima.



Figura 10 - Datalogger de Temperatura, em Laboratório de Climatologia e Biogeografia da USP-SP (Carlos Faggian, 2023)

3.1.1.3. Altímetro barométrico

Com ele aferimos tanto a altitude dos pontos, quanto a pressão atmosférica



Figura 11 - Altímetro barométrico, em Laboratório de Climatologia e Biogeografia da USP-SP (Carlos Faggian, 2023)

3.1.1.4. Termo-Higrômetro

Utilizado para medir de forma rápida a temperatura e a umidade relativa dos pontos.



Figura 12 - Termo-Higrômetro, em Laboratório de Climatologia e Biogeografia da USP-SP (Carlos Faggian, 2023)

3.1.1.5. GPS

Usado para determinar as coordenadas UTM dos pontos.



Figura 13 - GPS, em Laboratório de Climatologia e Biogeografia da USP-SP (Carlos Faggian, 2023)

3.1.2. Instrumentos Acessórios

Já os instrumentos acessórios são as ferramentas, associadas a tecnologias mais simples. Foram utilizadas a fim de facilitar os procedimentos, são eles:

3.1.2.1. Arame



Figura 14 - Arame galvanizado (Carlos Faggian, 2023)

3.1.2.2. Martelo



Figura 15 - Martelo (Andressa Silva, 2023)

3.1.2.3. Alicates



Figura 16 - Alicates (Carlos Faggian, 2023)

3.1.2.4. Abraçadeira



Figura 17 - Abraçadeiras de Nylon (Rodrigo Endo, 2023)

3.1.2.5. Abrigo Meteorológico



Figura 18 - Abrigo com haste, em Alto do Caparaó, MG (Yasmin Carneiro, 2023)

3.2. Procedimentos

Agora, com os instrumentos apresentados, iremos construir nossa metodologia a partir dos procedimentos, detalhando também, a funcionalidade de cada instrumento durante estes.

Iremos dividir todo esse processo em três etapas, o pré-campo, o campo e o pós-campo.

3.2.1. Pré - campo

Logo na primeira aula da disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia, foi feita uma simulação da instalação do abrigo meteorológico, processo que futuramente foi reproduzido em cada ponto de parada. O abrigo é utilizado para proteger o datalogger das intempéries do ambiente (Ex.: Chuvas).

A instalação começa pelo lugar de escolha, recomenda-se lugares mais reservados e de fácil fixação, lembrando de identificar a direção na bússola (no dia da simulação foi colocado na parte externa do prédio da geografia). Após a escolha do local, iremos para a instalação de fato. Começamos instalando a haste, com o auxílio de um martelo, e orientando a mesma para Norte, com o auxílio da bússola. Na sequência prendemos o datalogger, já codificado (processo que será descrito na sequência), dentro do abrigo e por fim colocamos este amarrado na haste com o arame, com a ajuda de um alicate e um martelo.

A última parte realizada antes do campo, foi a calibração dos dataloggers termômetros, eles são as “estrelas” deste trabalho, o bruto dos dados de temperatura e umidade relativa do ar aqui utilizados são oriundos destes. A calibração teve início dia 03 de maio de 2023 às 11h00min e seu término dia 06 de maio de 2023 às 15h00min. Este processo é feito digitalmente em um computador, tendo um leque de possibilidades para sua configuração, por exemplo, pode-se escolher de quanto em quanto tempo a temperatura será inferida.

3.2.2. O Campo

Partimos do departamento de geografia às 21h30min da sexta-feira dia 05 de maio de 2023 e chegamos em Alto do Caparaó por volta das 12h00min do sábado dia 06 de maio de 2023. Já neste dia o trabalho começou, fizemos uma trilha a pé e já instalamos os abrigos nos dois primeiros pontos, realizando as medidas instantâneas também. No dia seguinte, 07 de maio, foi o dia que subimos o pico da bandeira e instalamos os outros seis abrigos, além de realizar as medições.

Em todos os pontos o procedimento foi o mesmo, tanto no primeiro dia quanto no segundo. O procedimento consistia na instalação do abrigo com o datalogger (já descrito anteriormente) e aferição e observação dos itens da caderneta de campo (altitude, horário, coordenadas

geográficas, pressão, temperatura, umidade relativa, declividade, orientação da vertente e vegetação) com o auxílio dos instrumentos de medição. Essas medidas realizadas no momento da instalação resultaram em uma tabela que será abordada e analisada no próximo item deste relatório (figura 20)

É importante destacar que os abrigos foram instalados de forma crescente, isto é, o ponto 1 (1090 m) trata-se do ponto mais baixo e o ponto 8 (2892 m), o mais alto.

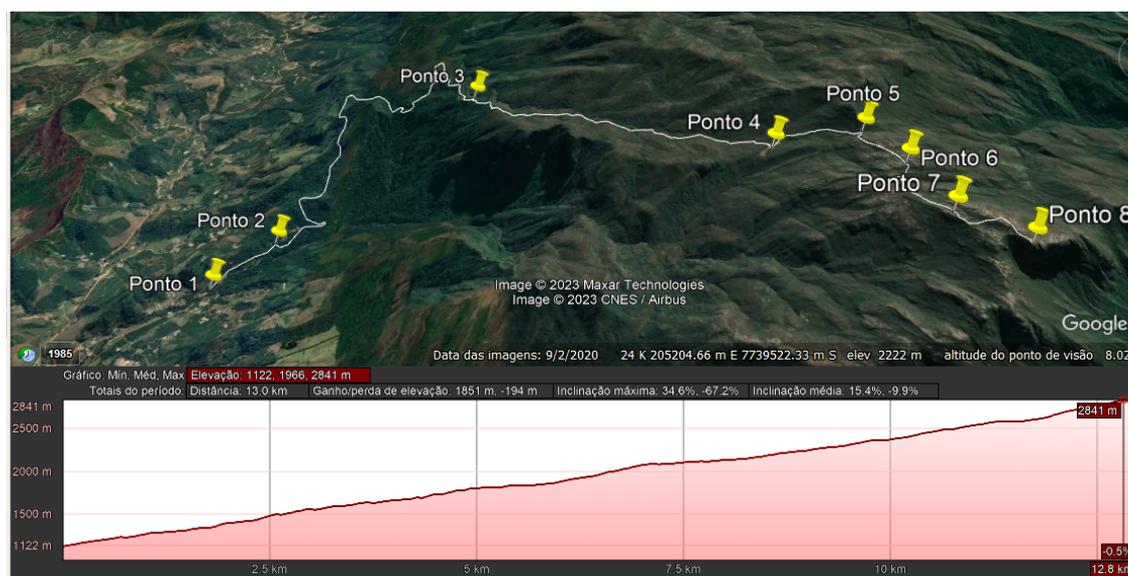


Figura 19 - Imagem da posição dos abrigos juntamente com o perfil de elevação (Andressa Varella, 2023)

3.2.3. Pós-campo

O pós-campo consiste basicamente na sistematização e processamento dos dados, construindo mapas, perfis, tabelas e gráficos. Para a construção de tabelas e gráficos utilizamos o Excel, com destaque para o recurso da tabela dinâmica. Já do ponto de vista cartográfico foram utilizadas duas ferramentas para a confecção de mapas e perfis, o Google Earth e o QGIS.

Nossa produção ficou voltada para os dados da temperatura do ar média e máxima no perfil topoclimático do Pico da Bandeira, uma vez que este era o tema de nosso trabalho, porém outras observações foram realizadas, como por exemplo a confecção do mapa de NDVI.

4. Resultados e Análise

Na presente seção serão discutidos os resultados obtidos na presente pesquisa. Primeiramente serão discutidas as informações obtidas no próprio trabalho de campo, estimadas pelo uso dos equipamentos informados anteriormente e também pelo registro das informações observadas. Em seguida, serão discutidas as informações a respeito dos dados registrados pelos dataloggers nos pontos de estudo, referentes às condições de temperatura e umidade relativa do ar.

Além disso, serão buscadas informações externas à produção de dados primários em sites de domínio público para se entender as condições meteorológicas do Parque Nacional do Caparaó durante o período de estudo. Dessa forma, se busca um entendimento completo das condições climáticas da área de estudo durante o período analisado.

4.1. Dados do Trabalho de Campo

Durante o trabalho de campo, no dia 07/05/2023, foram registradas diversas informações durante o percurso até o Pico da Bandeira. Foram assim obtidos dados referentes ao horário de registro, às coordenadas geográficas das estações meteorológicas com dataloggers por GPS, a altitude e pressão atmosférica obtidos por altímetro barométrico, dados pontuais de temperatura e umidade relativa do ar por termo-higrômetro, a orientação das vertentes por bússola e a declividade do terreno e vegetação dos pontos de estudo através da observação empírica. Os dados obtidos podem ser observados na seguinte tabela:

Caderneta de Campo										
Pontos	Altitude (m)	Horário	UTM X (m)	UTM Y (m)	Patm (mmHg)	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Declividade	Orientação da Vertente	Vegetação
1	1090	14:58	201756	7738814	688	24,6	60,5	Elevada	Sul/ sudeste	Floresta Ombrófila Densa (montana)
2	1200	15:44	202242	7739282	680	21,3	75,2	Média/ elevada	Sul/ sudeste	Floresta Ombrófila Densa (montana)
3	1970	08:45	203977	7740611	624	19,5	57,8	Média	Norte	Floresta Estacional Semidecidual
4	2350	11:27	206664	7739420	595	18,7	53,5	Elevada	Oeste	Campos de altitude/ formações arbustivas
5	2500	12:12	207412	7739487	586	17,3	66,7	Baixa / média	Norte	Campos de altitude/ afloramento rochoso
6	2600	12:43	207666	7738999	575	18,9	49,3	Baixa	Oeste	Campos de altitude/ afloramento rochoso
7	2750	13:35	207841	7738302	566	16	51	Elevada	Norte	Campos de altitude/ afloramento rochoso
8	2890	15:08	208292	7737921	554	13	75	Elevada	Oeste	Campos de altitude/ afloramento rochoso

Figura 20 - Tabela com dados obtidos em campo (Andressa Varela, 2023)

Em primeiro lugar, é interessante notar as relações entre dados de pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar com as altitudes. Observa-se uma redução contínua das

pressões atmosféricas e das temperaturas em função das altitudes, enquanto há uma variação significativa dos dados de umidade relativa, sem um padrão claro. Não se pode afirmar, no entanto, que a altitude é o fator determinante nestas variações por conta da variação dos horários de registros, sendo o fotoperíodo do dia também importante para a variação nestes dados. Para melhor visualização, foi elaborado o seguinte gráfico com estas informações:

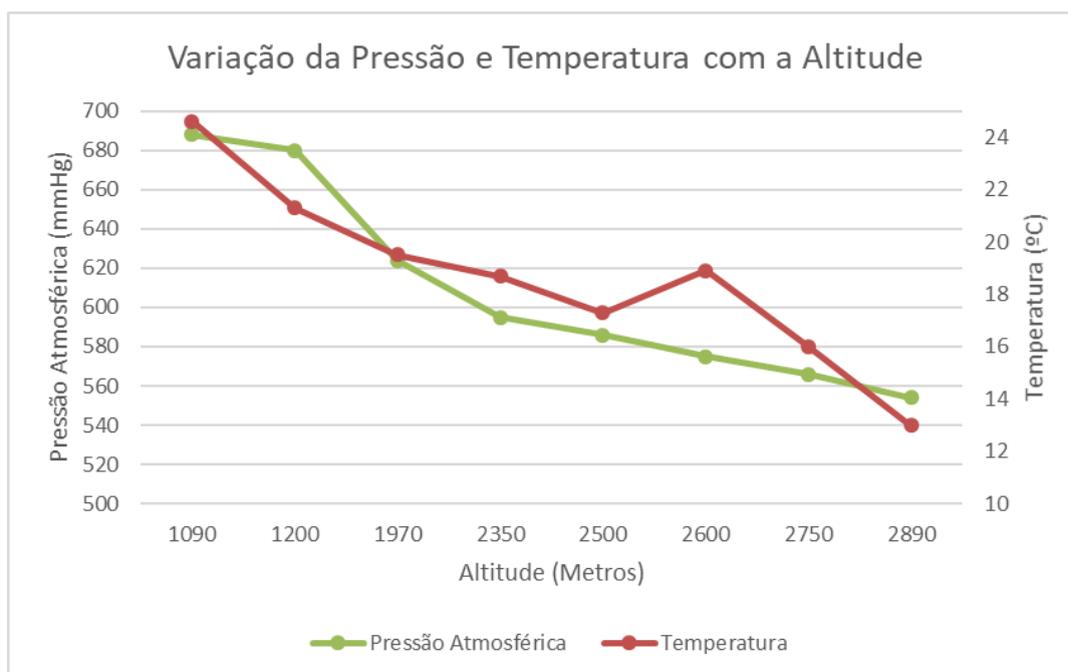


Figura 21 - Variação da Pressão e Temperatura com a Altitude (Rodrigo Endo, 2023)

Observa-se uma tendência geral de queda em ambos os dados, com exceção das temperaturas na altitude de 2600 metros, em que foi observado um aumento de aproximadamente 2°C em relação aos dados anteriores. Observa-se também uma maior intensidade nas quedas de temperatura e pressão atmosférica entre os quatro primeiros pontos de estudo, onde a variação altimétrica foi maior.

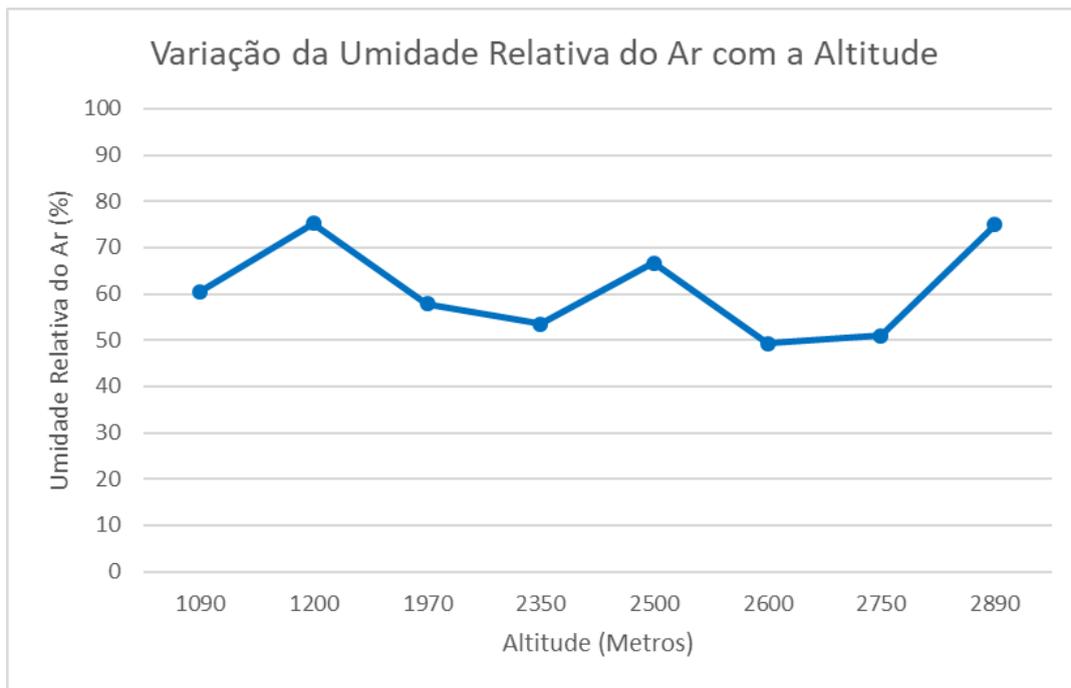


Figura 22 - Variação da Umidade Relativa do Ar com a Altitude (Rodrigo Endo, 2023)

Em relação às umidades relativas, não se observa uma tendência clara de redução ou aumento da umidade registrada em função da altitude. Os valores mantiveram-se entre aproximadamente 50% e 75% durante o trabalho de campo.

Observaram-se maiores declividades nos primeiros e últimos pontos de estudo, enquanto em pontos intermediários, próximos a áreas mais planas como o Terreirão, foram observadas declividades intermediárias. Quanto à orientação das vertentes, os pontos iniciais observaram vertentes voltadas a sul e ao sudeste, enquanto nos demais predominaram as vertentes a oeste e a norte.

Finalmente, foram observados três tipos principais de vegetação durante o percurso. Nos pontos 1 e 2, foi observada uma Floresta Ombrófila Densa Montana, nos sopés do Pico da Bandeira. No ponto 3, foi observada uma Floresta Estacional Semidecidual. Nos demais pontos de estudo foi registrada vegetação de Campos de Altitude e Afloramentos Rochosos. Essas observações confirmam a variação altimétrica da vegetação, em que a cobertura vegetal fica menos expressiva conforme se elevam as altitudes. Para melhor visualização deste fenômeno, foi elaborado um mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI, na sigla em inglês), que representa a densidade da cobertura vegetal a partir de imagens do satélite Landsat-9 (ZANZARINI et al., 2013).

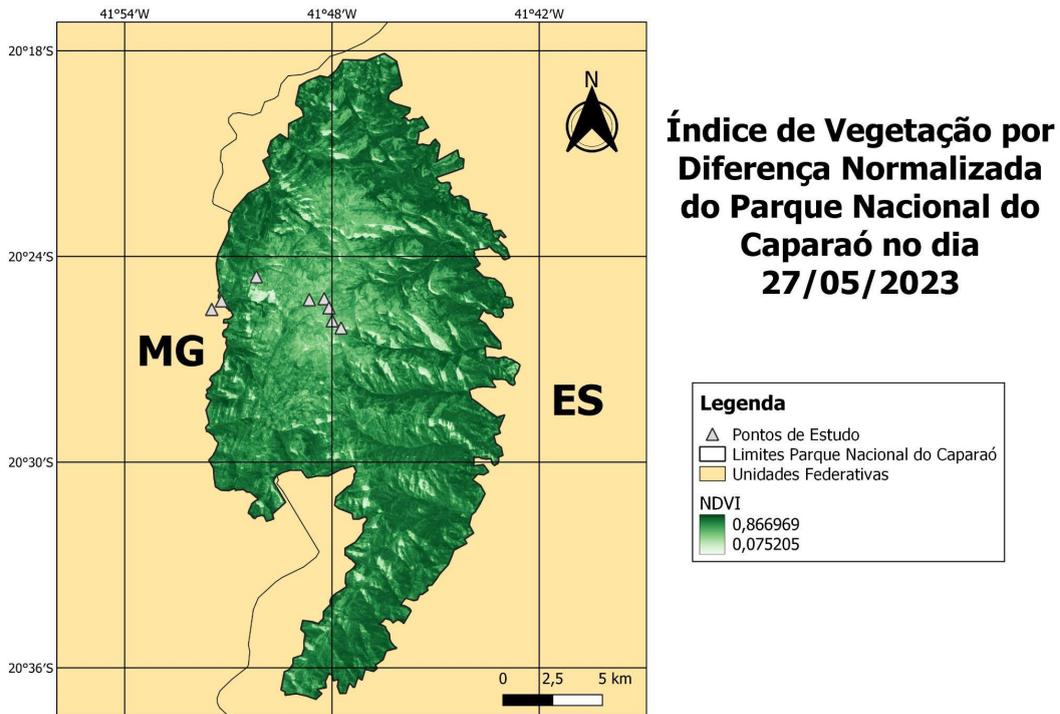


Figura 23 - NDVI da Área de Estudo (Rodrigo Endo, 2023)

Fonte: ZANZARINI et al., 2013

Observa-se no mapa que os valores mais expressivos de NDVI se localizam nas altitudes mais baixas do Parque Nacional do Caparaó e se tornam cada vez menores conforme aumentam as altitudes.

4.2. Dados Obtidos pelas Estações Meteorológicas

Os dataloggers instalados nas estações meteorológicas nos oito pontos de estudo fizeram registros sobre as condições de pressão e temperatura entre as 16h do dia 07/05/2023 e as 13h do dia 27/05/2023. Dessa forma, foram reunidos dados correspondentes a 20 dias, permitindo uma análise abrangente da climatologia da área de estudo. Para realizar tal análise, foram elaborados diferentes gráficos e mapas para ilustrar as características topoclimáticas do Parque Nacional do Caparaó.

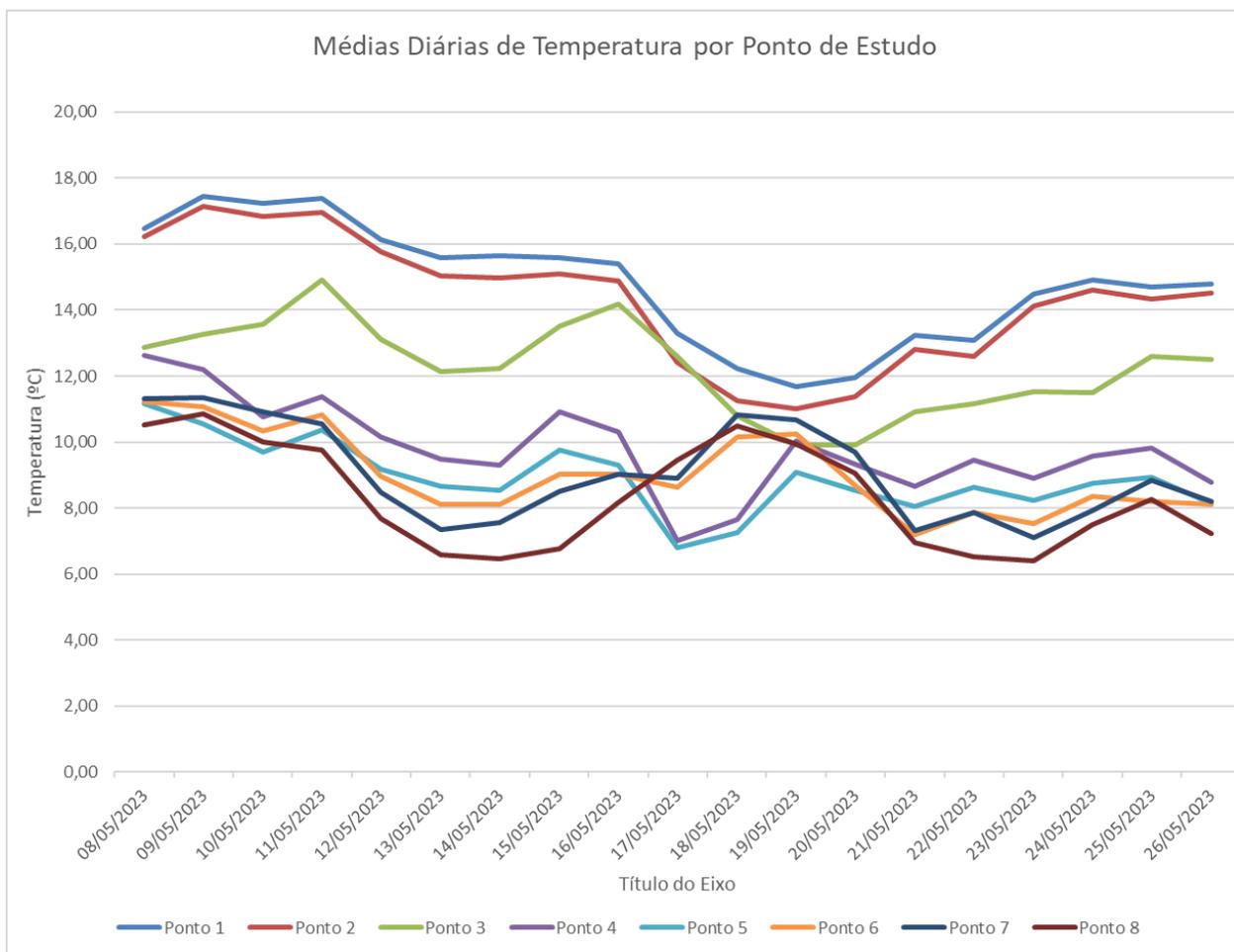


Figura 24 - Médias Diárias de Temperatura por Ponto de Estudo (Rodrigo Endo, 2023)

Primeiramente, foi elaborado um gráfico representativo das médias diárias de temperatura entre os dias 08/05 e 26/05, para que entendam os fenômenos climáticos que acometeram o Parque Nacional do Caparaó durante o período de estudo. A tendência geral observada foi que os pontos com menor altitude possuíram as maiores médias térmicas, porém com algumas exceções. Entre os dias 17/05 e 21/05 observou-se que os pontos 7 e 8, com maiores altitudes, obtiveram médias diárias de temperatura superiores aos pontos 4, 5 e 6. Isso se deu pelo fato de que a chegada de uma frente fria e a ocorrência de brisas catabáticas durante as noites aprisionaram bolsões de ar frio nestes pontos intermediários, fazendo as camadas de ar quente se sobreporem ao ar frio, caracterizando o fenômeno de inversão térmica, em que são registradas temperaturas mais baixas em pontos com menor altitude em relação a partes mais altas. (GALVANI e LIMA, 2006). Isso é confirmado pela análise da carta sinótica abaixo, na qual é possível observar que um centro de alta pressão ocupava o sudeste brasileiro no dia 19/05/2023:

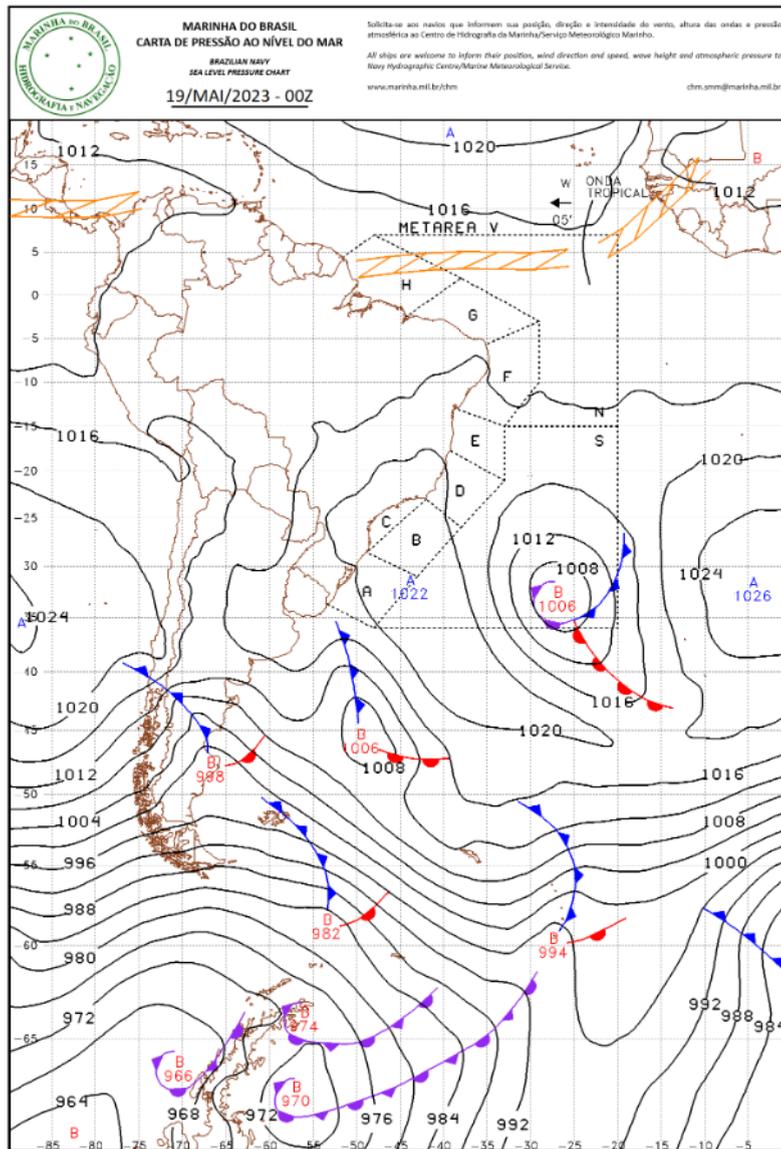


Figura 25 - Carta Sinótica de 29/05/2023 (Marinha do Brasil, 2023)

Em seguida, foi elaborado um gráfico da marcha horária da temperatura do ar, para que seja possível analisar as variações horárias de temperatura a partir da média registrada para cada hora do dia:

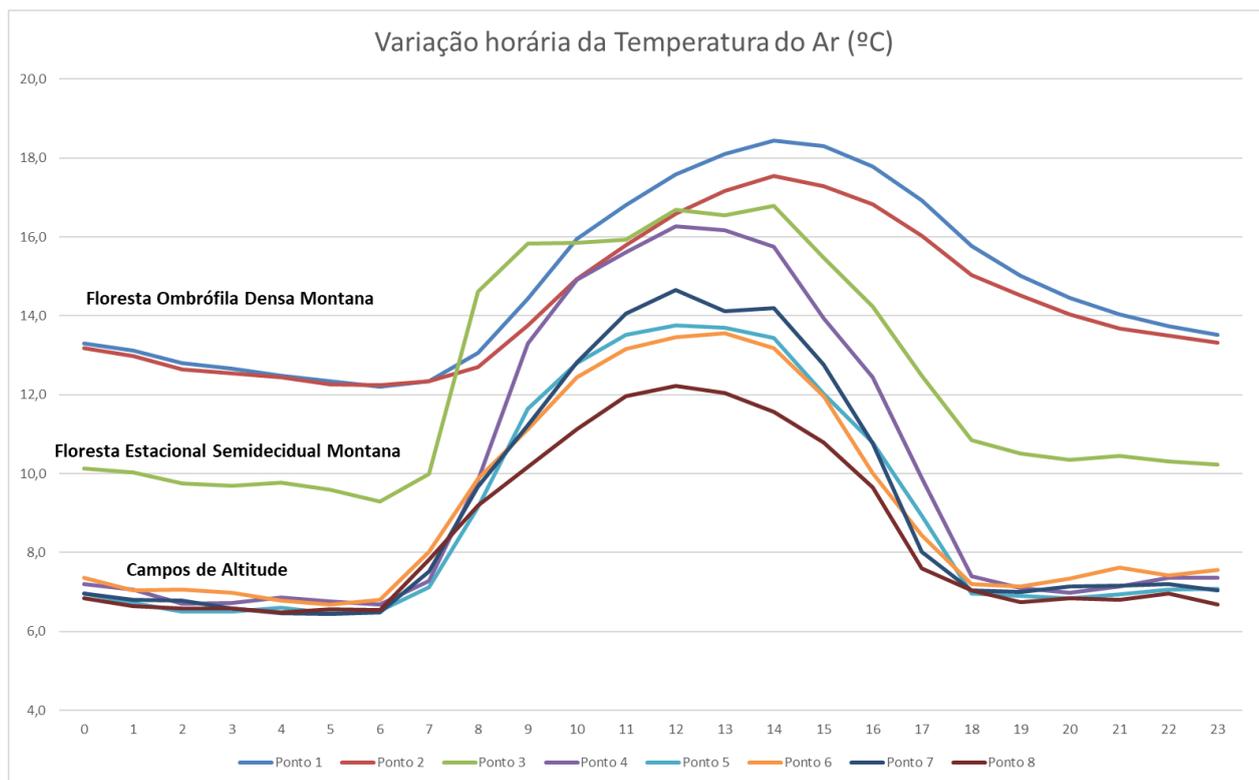


Figura 26 - Variação Horária da Temperatura do Ar (Rodrigo Endo, 2023)

Observa-se novamente a tendência das temperaturas se reduzirem conforme se elevam as altitudes, mas também uma relação com o tipo de vegetação observada. Os primeiros dois pontos, com vegetação de Floresta Ombrófila Densa Montana, registrou as maiores médias de temperatura, enquanto os pontos com Campos de Altitude, em maiores altitudes, registraram as menores médias. O ponto 3, com Floresta Estacional Semidecidual Montana, registrou temperaturas intermediárias. Observa-se que no período da manhã houve maiores médias de temperatura no ponto 3 do que nos pontos subjacentes, devido ao fato de que este estava localizado em uma vertente de orientação norte, enquanto aqueles estavam voltados a sul-sudeste, fazendo com que, devido à declinação solar ao hemisfério norte no período de estudo, o ponto 3 recebesse luz e calor do sol mais cedo do que os pontos 1 e 2.

Percebe-se também uma significativa diferença entre as amplitudes térmicas dos pontos localizados em Campos de Altitude. Enquanto o ponto 4 registrou as maiores amplitudes térmicas, o ponto 8 registrou as menores, devido ao fato de que o ponto 4 estava localizado no Terreirão, área mais plana e que favorece o acúmulo de calor durante os dias, resultando em maiores médias de temperatura, ao mesmo tempo em que registra médias de temperatura semelhantes aos pontos sobrejacentes durante as noites.

Foram analisadas também as temperaturas médias, máximas absolutas e máximas médias de cada ponto de estudo. As temperaturas médias correspondem à média aritmética simples dos

dados de temperatura para cada registro feito nos dataloggers, as máximas absolutas são os maiores valores registrados por cada um dos dataloggers durante todo o período de estudo e as máximas médias são a média entre as temperaturas mais altas registradas em cada dia durante o período de estudo. Estas informações estão representadas no gráfico:

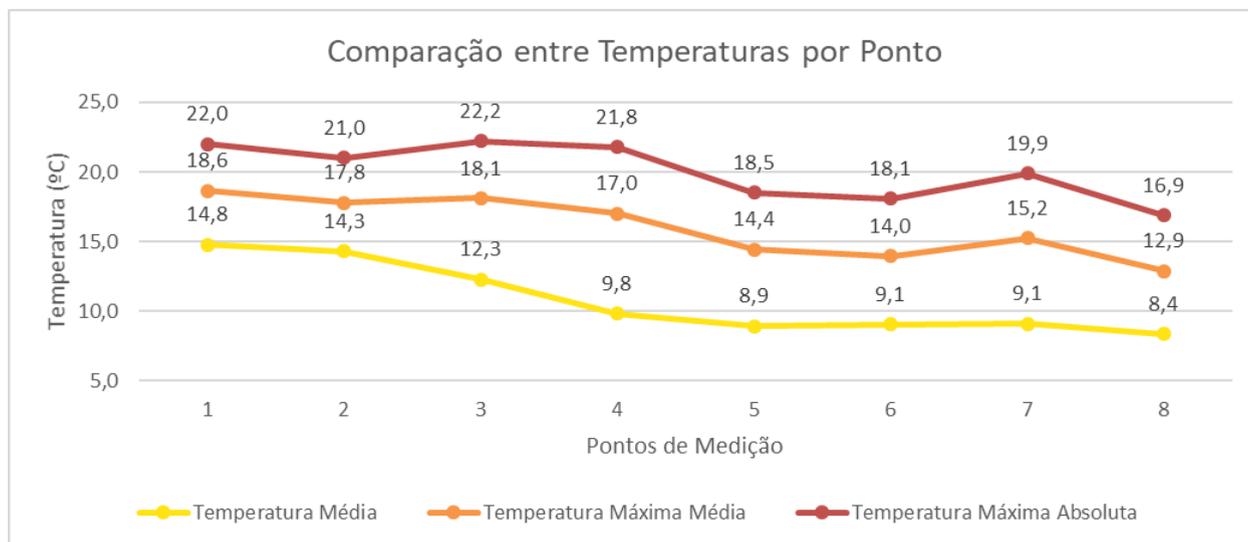


Figura 27 - Temperaturas Média, Máxima Absoluta e Máxima Média (Rodrigo Endo, 2023)

Em relação às temperaturas médias, observa-se a tendência de redução conforme se elevam as altitudes, mas que exibe médias relativamente constantes a partir do ponto 5. Quanto às temperaturas máximas absolutas, apesar da variação altimétrica, observa-se pouca amplitude térmica entre os 4 primeiros pontos, com valores máximos entre 21 e 22,2°C, com uma queda a partir do ponto 5, mas com significativo aumento no ponto 7, que registrou 19,9°C, um valor 1,8°C superior ao ponto anterior, e os menores valores máximos no pico, que registrou máxima absoluta de 16,9°C. Finalmente, quanto às máximas médias, observou-se uma tendência geral de estabilidade, mas com uma queda significativa entre os pontos 4 e 5 e aumento de médias nos pontos 3 e 7.

Para uma análise individual das temperaturas médias e das temperaturas máximas médias, foram elaborados gráficos de dispersão de cada um deles em relação às altitudes, com linhas de tendência e coeficientes de correlação:

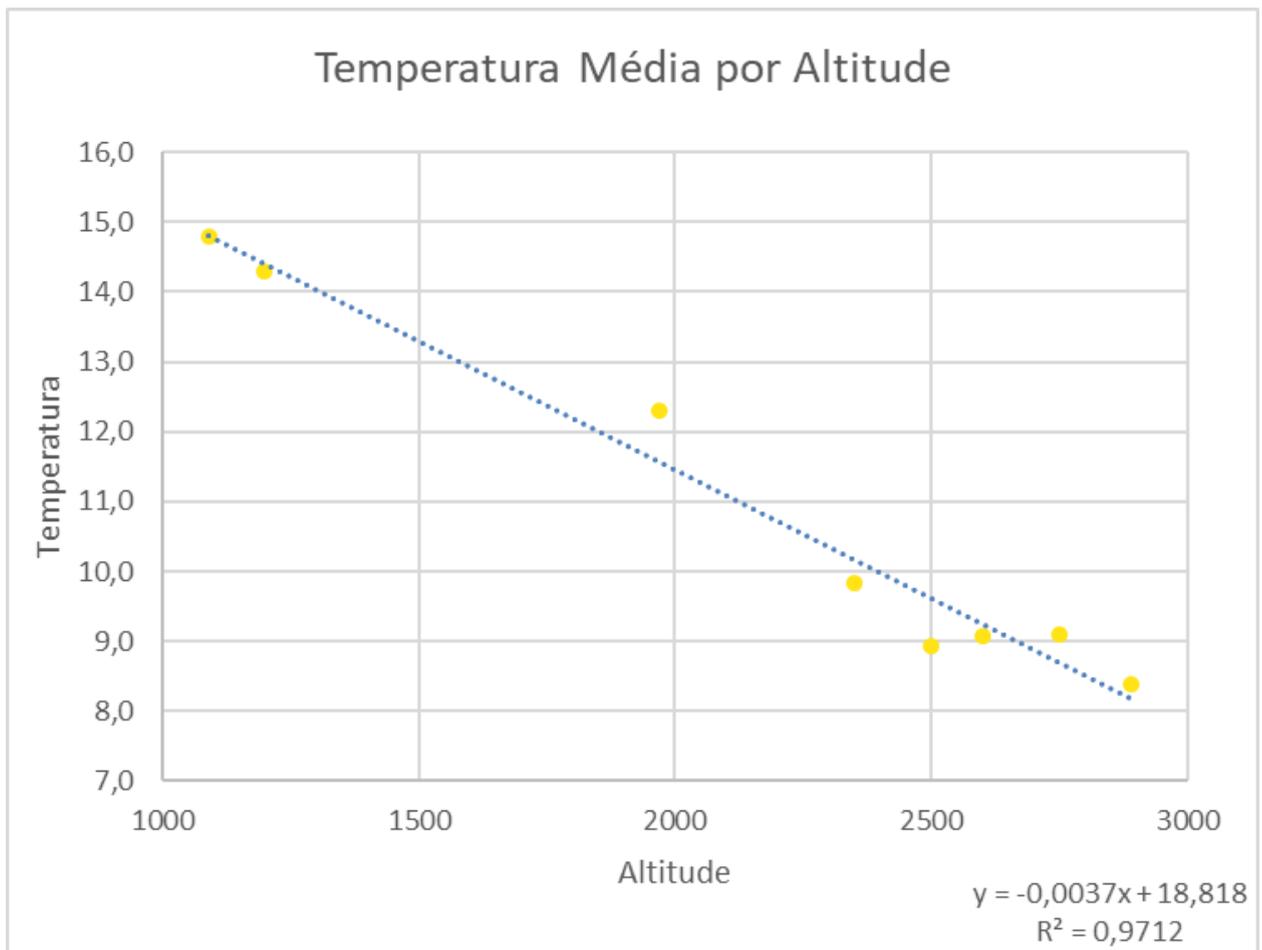


Figura 28 - Temperatura Média por Altitude da Área de Estudo (Rodrigo Endo, 2023)

Existe uma correlação negativa extremamente forte entre a altitude e a temperatura média, ou seja, na medida que se elevam as altitudes, a temperatura cai. Através da equação da linha de tendência, observada acima, pode-se afirmar que a temperatura varia em um gradiente de $-0,37^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$, ou seja, uma redução de $0,37^{\circ}\text{C}$ a cada 100 metros de altitude, diferenciando-se do gradiente térmico médio para a troposfera, que é de $(-0,65)^{\circ}\text{C}$ a cada 100 metros (GALVANI e LIMA, 2006). Através também desta linha de tendência foi possível elaborar um mapa para as temperaturas médias do Parque Nacional do Caparaó, através da ferramenta “Calculadora Raster” do software do QGIS e imagens SRTM disponíveis no portal EarthExplorer (USGS, 2023). Dessa forma, para cada pixel com dados de altitude geolocalizados no Parque Nacional do Caparaó, a equação da linha de tendência foi aplicada, substituindo a variável X pelo valor de cada pixel, obtendo-se assim as temperaturas médias da área de estudo:

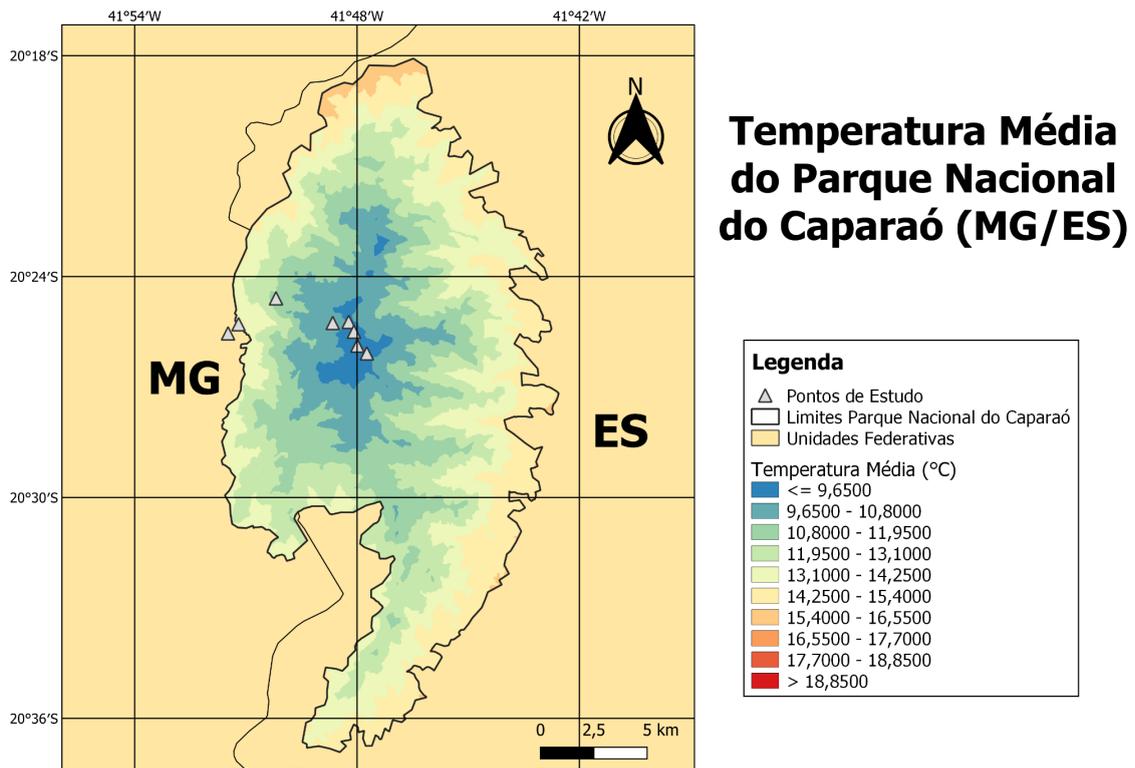


Figura 29 - Temperatura Média do Parque Nacional do Caparaó (Rodrigo Endo, 2023)

O mesmo procedimento foi feito para as temperaturas máximas médias, as quais são representadas no seguinte gráfico:

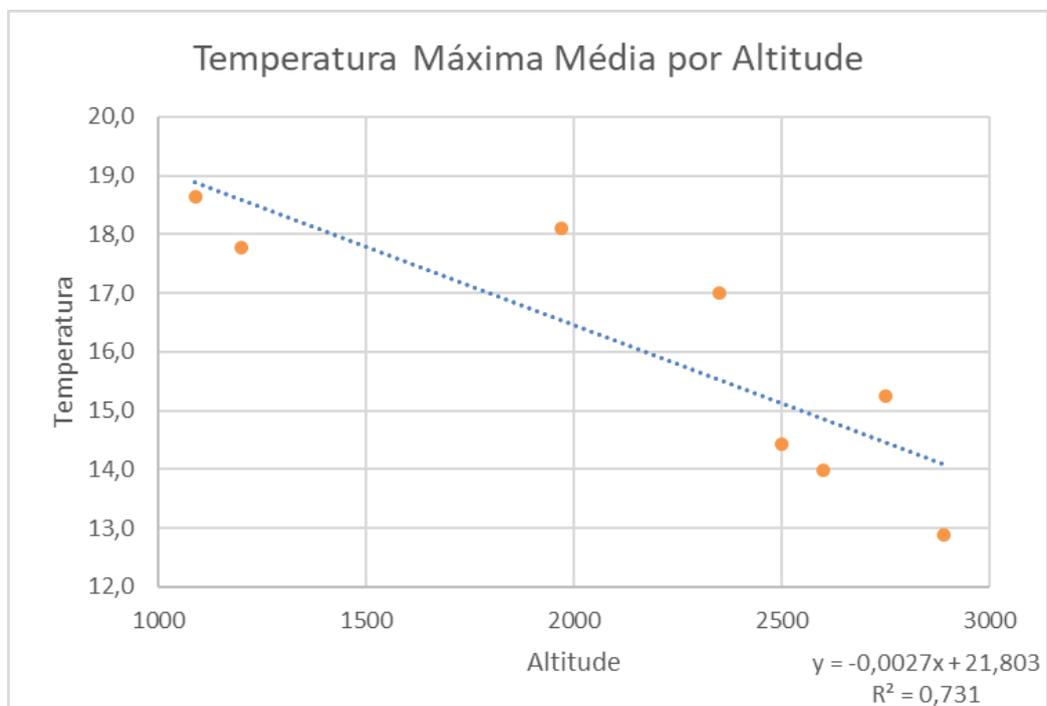


Figura 30 - Temperatura Máxima Média por Altitude (Rodrigo Endo, 2023)

As temperaturas máximas médias possuíram um coeficiente de correlação mais fraco em relação às temperaturas médias, mas ainda obtiveram uma boa correlação negativa de 0,731. Da mesma forma que o gráfico anterior, é possível afirmar que o gradiente térmico das temperaturas máximas médias foi de $-0,27^{\circ}\text{C}$ a cada 100 metros de altitude através da equação da linha de tendência. Também foi feito um mapa a partir desta equação:

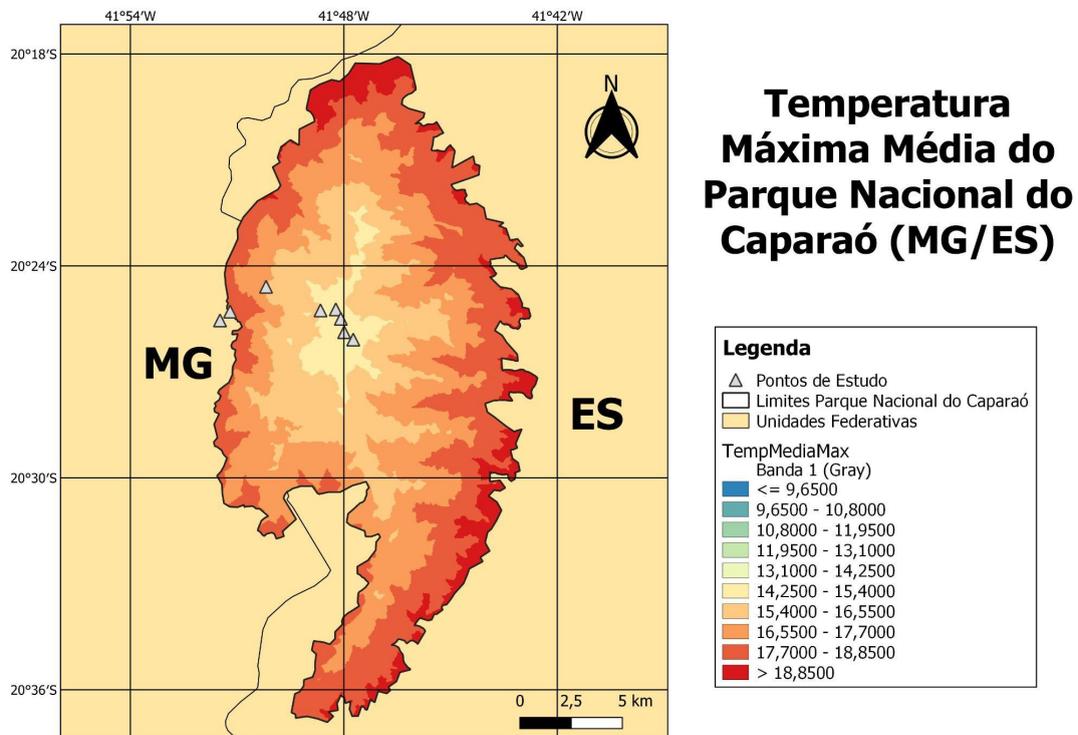


Figura 31 - Temperaturas Máximas Médias do Parque Nacional do Caparaó (Rodrigo Endo, 2023)

Como em ambos os casos, para as temperaturas médias e máximas médias, o principal fator de controle foi a altitude, os mapas representam justamente a redução destas com a elevação da altitude. Através dos mapas elaborados pelos resultados da pesquisa, que representam a vegetação e as temperaturas, é possível estabelecer relações entre estas com a hipsometria do Parque Nacional do Caparaó. Percebeu-se que em maiores altitudes foram obtidos menores valores de NDVI, ou seja, a vegetação se tornou menos expressiva, ao mesmo tempo em que as temperaturas médias caem.

4.3. Pluviosidade

As chuvas também constituem um importante dado climático para o estudo das condições climatológicas do Parque Nacional do Caparaó. No entanto, não foi possível registrar dados pluviométricos durante o trabalho de campo e os equipamentos lá instalados não são capazes de realizar estes registros. Dessa forma, para se analisar os dados de chuvas foi necessário recorrer a

fontes externas de informação. Foram utilizadas, portanto, bases de dados de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Nacionais (Cemaden).

Primeiramente, foram reunidos dados mensais de pluviosidade da estação Caparaó do INMET, localizada no município de Caparaó nas coordenadas 20,526119°S e 41,90913°O, para se estabelecer uma média confiável destes dados. Assim, a partir de dados de 1992 e 2022 foi elaborado o seguinte gráfico, ignorando-se os meses em que existia lacuna de informações:

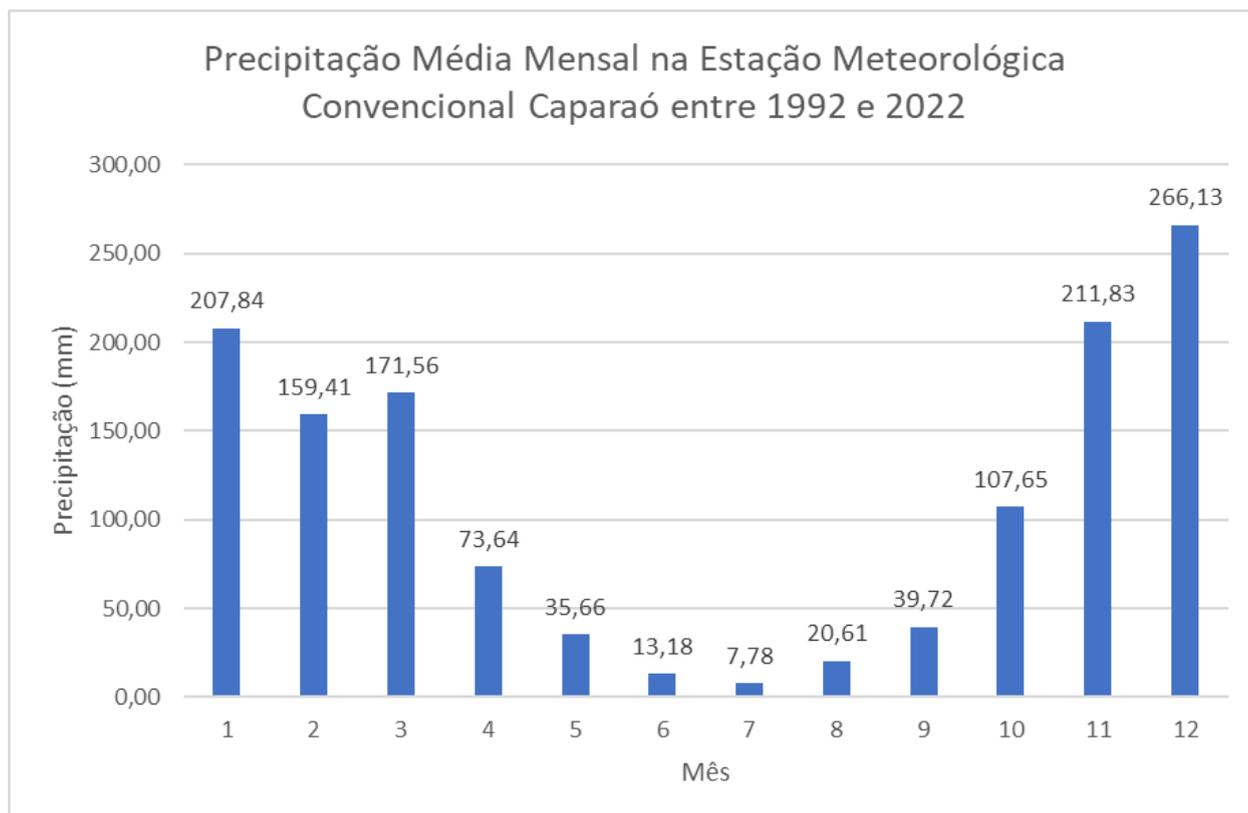


Figura 32 - Precipitação Média Mensal na Estação Meteorológica Convencional Caparaó entre 1992 e 2022 (Rodrigo Endo, 2023)

Fonte: INMET, 1992-2022

Observa-se que os meses com maior pluviosidade são novembro e dezembro, com médias que superam os 200 milímetros mensais, enquanto os meses mais secos são junho e julho, abaixo de 15 milímetros mensais. Há, portanto, uma grande sazonalidade nas pluviosidades registradas por esta estação. No entanto, não é possível extrapolar estas informações diretamente ao Parque Nacional do Caparaó devido ao fato de que esta estação meteorológica está localizada a certa distância deste. Apesar disso, ela é bastante útil para que se estabeleça uma base de comparação com os dados a seguir.

Foram extraídos também dados do mês de maio de 2023 da Estação Meteorológica de Espera Feliz do Cemaden, localizada no próprio Parque Nacional do Caparaó nas coordenadas 20,4216°S e 41,8535°O, próximo ao ponto 2 do estudo. Durante este mês, foram registrados um total de 33,4 milímetros, estando de acordo com as médias apontadas pela estação do INMET.

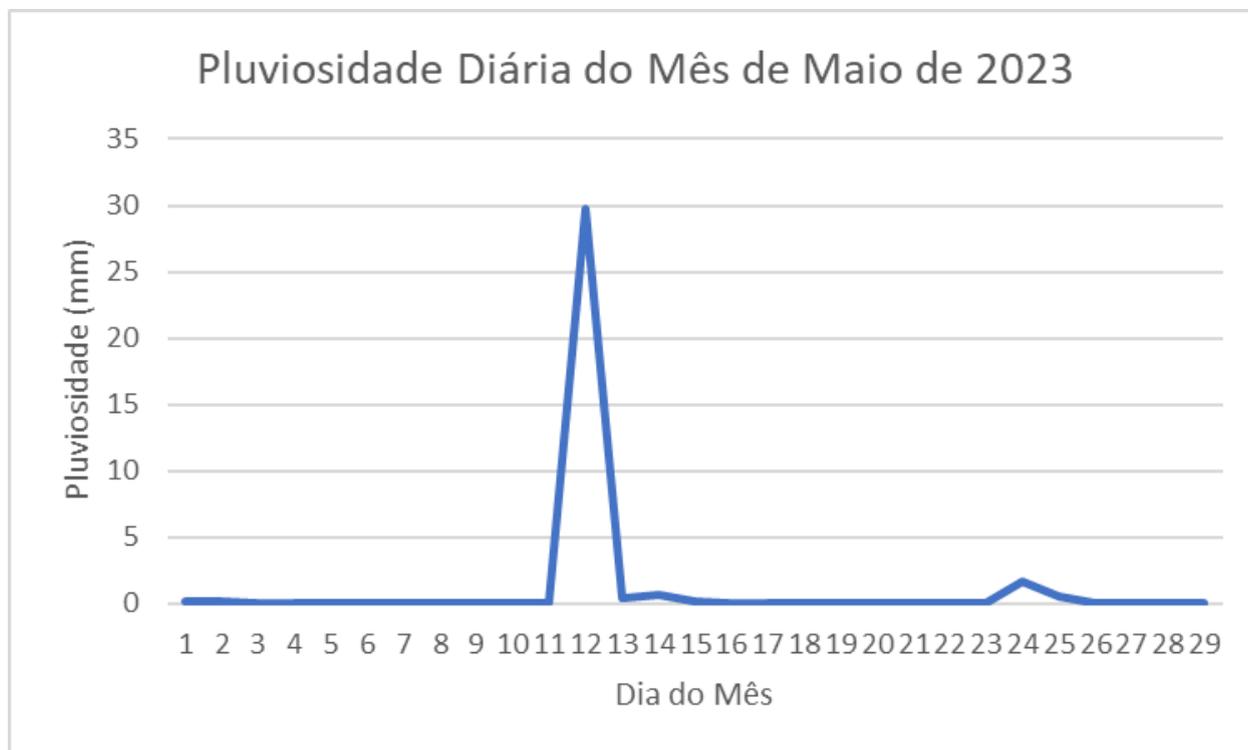


Figura 33 - Pluviosidade Diária do Mês de Maio de 2023 (Rodrigo Endo, 2023)

Fonte: Cemaden, 2023

Observa que houve grande irregularidade na distribuição de chuvas para o mês de maio de 2023, estando fortemente concentradas entre os dias 12 e 13, que totalizaram 30,2 milímetros de chuva. Estas chuvas coincidem com a frente fria anteriormente mencionada, que gerou estas chuvas frontais no Parque Nacional do Caparaó. As demais chuvas foram pouco expressivas, estando entre 0,2 e 0,6 milímetros nos dias 1, 2, e 24.

5. Considerações Finais

A partir dos resultados e das análises dos mesmos, ambos abordados no item anterior, podemos chegar a uma conclusão final, a relevância da altitude como fator de alteração climática.

Apesar de em alguns momentos a altitude não ser um fator determinante, como é o caso dos índices de umidade relativa do ar, percebemos que quando ela possui uma relação, esta, por sua vez, é muito forte e decisiva para o fator analisado.

Ao tratar das temperaturas, sejam as médias, sejam as máximas, percebemos uma fortíssima relação negativa destas com a altitude, isto é, conforme os dados marcam altitudes mais altas, as temperaturas, tanto as médias, quanto as máximas, diminuíram.

Outro ponto em que essa relação foi muito forte, mas não tanta, aconteceu com a pressão atmosférica, a relação aqui foi negativa assim como na temperatura .

Por fim retomamos a relevância da altitude para a formação vegetal da área do Pico da Bandeira. Sejam pelas observações realizadas em campo, seja pelo NDVI, concluímos que a relação também é negativa, quanto mais subíamos, menor era a presença de vegetação e menor era a sua vistosidade.

Concluímos portanto que sim, a altitude influencia em vários fatores, como o clima, a vegetação, entre outros, e muitas vezes sendo determinante para tal, mas que isso nem sempre é uma regra, podendo ser em nada determinante ou sequer relevante.

6. Referências bibliográficas

ANA. 2008. **Informações Hidrológicas e Sistema de Monitoramento Hidrológico (Hidroweb)**. Agência Nacional das Águas (ANA).

BRANDÃO, Flavia J. C.; PISSARRA, Teresa C. T.; TEIXEIRA, Daniel D. B; ZANZARINI, Fabricio V. **Correlação espacial do índice de vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM + com atributos do solo**. UNESP, Câmpus de Jaboticabal, 2013.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Dados da estação meteorológica Espera Feliz de pluviosidade**. Parque Nacional do Caparaó, 2013. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/>

EARTHEXPLORER. **Imagem de Satélite Landsat-9 e SRTM**. Disponível em <https://earthexplorer.usgs.gov/> Acesso em: 5 jul 2023

GALVANI, Emerson; DE LIMA, Nadia Gilma Beserra . **A ocorrência de inversão térmica no perfil topoclimático do Pico das Agulhas Negras - RJ**. VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Rondonópolis, 2006.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo. Parque Nacional do Caparaó**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados de pluviometria mensal da estação meteorológica convencional Caparaó entre 1992 e 2022**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>

MARINHA DO BRASIL. **Carta Sinótica do Brasil**. Brasil, 17/05/2023. 533 × 788 px

NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. **Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 32, jan/jun, 2023.

PNUD; IBGE; IPEA & FJP. 2003. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Versão 1.0.1. Brasília.

SANCHES, Fabio de O. **O Trabalho de Campo e Análise da Paisagem: proposta metodológica no Parque Nacional de Itatiaia**. In: Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, Volume 4, nº 4, 2011.

SANTOS, Elisângela M. B. 2004. **Parques por decreto: um estudo de caso do parque nacional do Caparaó**. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas / Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte. 185p.

SILVA, Leonardo Torres da. **Revisão do plano de manejo do parque nacional do Caparaó. Levantamento dos aspectos físicos**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) / MRS Estudos Ambientais. (Brasília). 55p, 2007.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Geografia e trabalho de Campo**. In: Geografia Física Geomorfologia: uma (re)leitura. Ijuí: Editora da UNIJUI, 2002.