

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
Disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia
Prof. Emerson Galvani

**Avaliação da temperatura média e máxima do ar no perfil topoclimático do
Pico da Bandeira (MG) entre as cotas altimétricas de 1.100 a 2.892 metros**

Bruna Gabriele Santos Araujo - N°USP: 11767945

Bruna Silva Robadel - N°USP: 11252990

Felipe Dawson Aurichi Lima - N°USP: 11209031

Guilherme da Silva Brito - N°USP: 11170276

Maryana Souza Lima - N°USP: 11628550

São Paulo

2023

Bruna Araujo, Bruna Robadel, Felipe Aurichi, Guilherme Brito e Maryana Lima

**Avaliação da temperatura média e máxima do ar no perfil topoclimático do Pico da
Bandeira (MG) entre as cotas altimétricas de 1.100 a 2.892 metros**

Relatório de trabalho de campo apresentado na disciplina Estágio Supervisionado em Climatologia, no Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo

2023

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| Tabela 1 Caderneta de Campo | 24 |
| Tabela 2 Valores das médias de temperaturas para todos os pontos de coleta de dados de 1090 metros a 2890 metros. | 26 |
| Tabela 3 Valores das médias de temperaturas para todos os pontos de coleta de dados de 1090 metros a 2890 metros | 30 |
| Tabela 4 Mínimas e máximas de registro das temperaturas máximas ao longo do período | 31 |

| | |
|--|-----------|
| Apresentação..... | 5 |
| 1. Introdução..... | 6 |
| 2. Área de estudo..... | 7 |
| 2.1. Geologia..... | 7 |
| 2.2. Geomorfologia..... | 9 |
| 2.3. Pedologia..... | 10 |
| 2.4. Hidrografia..... | 11 |
| 2.5. Clima..... | 12 |
| 2.6. Vegetação..... | 13 |
| 2.6.1. Floresta Ombrófila Densa..... | 14 |
| 2.6.2. Floresta Estacional Semidecidual Montana..... | 15 |
| 2.6.3. Campos de Altitude..... | 15 |
| 2.6.7. Ocorrência de Araucárias..... | 16 |
| 2.7. Aspectos Humanos..... | 17 |
| 3.1 Materiais..... | 18 |
| 3.1.1 Termohigrômetro..... | 18 |
| 3.1.2 Altímetro Barométrico..... | 18 |
| 3.1.3 GPS..... | 19 |
| 3.1.4 Bússola..... | 20 |
| 3.1.5 Datalogger..... | 20 |
| 3.1.6 Google Planilhas..... | 21 |
| 3.1.7 QGIS..... | 21 |
| 3.1.8 Google Earth e Wikiloc..... | 21 |
| 3.2 Procedimentos..... | 22 |
| 3.2.1 Pré-Campo..... | 22 |
| 3.2.2 Campo..... | 23 |
| 3.2.3 Pós Campo..... | 24 |
| 4.1. Análise Temperaturas Médias de temperatura do ar..... | 24 |
| 4.2 Análise das Temperaturas Máximas do Ar..... | 29 |
| 5. Considerações Finais..... | 31 |
| Bibliografia..... | 33 |

Apresentação

O presente relatório tem como objetivo expor os resultados do monitoramento climático realizado no município Alto do Caparaó ao longo da disciplina Estágio Supervisionado em Climatologia. O trabalho se encontra dividido em introdução e demais capítulos que se aprofundaram em questões específicas do trabalho efetuado. Na introdução será exibido uma prévia dos resultados e discussões e a justificativa da realização deste presente trabalho. No primeiro capítulo contaremos com a caracterização da área de estudos, onde faremos uma exposição detalhada sobre suas características, particularidades e sua localização. No segundo capítulo será uma sessão sobre os procedimentos e materiais que utilizamos para obter os dados utilizados aqui, e como processamos eles. No terceiro capítulo, traremos uma discussão e análise sobre os dados obtidos através de tais procedimentos e por fim, encerramos o trabalho com as considerações finais a respeito de tudo o que foi abordado nos capítulos anteriores para encerrar o raciocínio.

1. Introdução

O presente relatório tem como objetivo apresentar os resultados obtidos com o monitoramento de temperatura e umidade no Parna Caparaó e mostrar que a partir desses dados obtido é possível fazer diversas observações à respeito do clima na região de estudo, a localização do Parna e seu perfil morfológico permite ainda que façamos observações à respeito da influência do relevo no clima e na vegetação, portanto trata-se de um trabalho que ajuda a entender as relações clima-relevo e as dinâmicas climáticas particulares esses ambientes de altas altitudes.

Ainda nesse trabalho apresentaremos os dados obtidos e processados e suas relações com os conhecimentos que temos sobre o clima, participar da produção deste relatório desde a obtenção primária dos dados no Parna, seu processamento em sala de aula e a discussão em relatório é de suma importância para o desenvolvimento de habilidades para trabalhar com esse tipo de pesquisa em climatologia.

2. Área de estudo

A área de estudo consiste no Parque Nacional do Caparaó (PARNA Caparaó), localizado na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, entre os paralelos $20^{\circ} 37'S$ e $20^{\circ} 19'S$ e os meridianos $41^{\circ}43'W$ e $41^{\circ}55'W$ (vide Figura 1), sendo composta por todas as terras da serra do Caparaó acima das cotas de 1300 m (IBDF, 1981, p. 11). Com uma área de aproximadamente 32.000ha, o parque que constitui-se como uma unidade de conservação foi criado maio de 1961 com o objetivo de proteger um remanescente de um dos ecossistemas mais ameaçados mundialmente, a Mata Atlântica, além de abrigar o terceiro maior pico do Brasil, o Pico da Bandeira com 2.892 m.

Área de Estudo do Parque Nacional do Caparaó

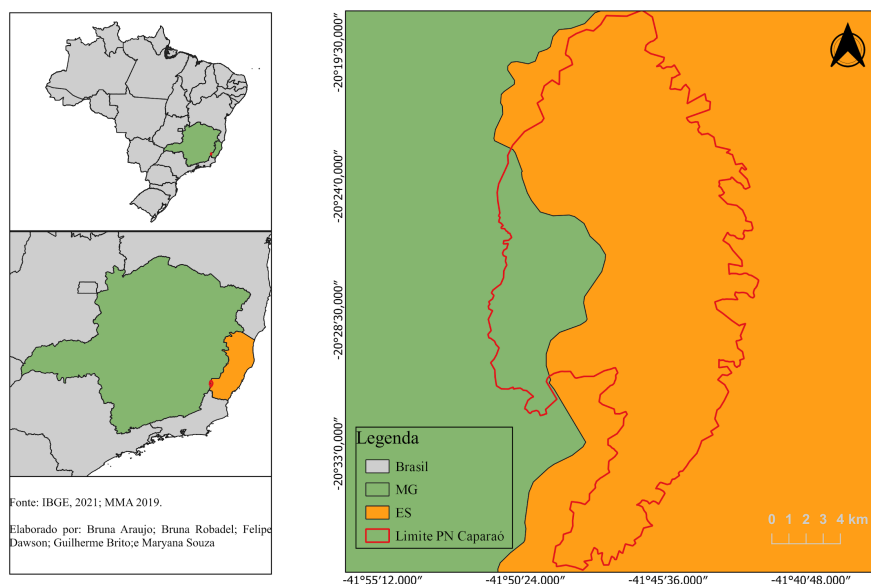


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo

2.1. Geologia

A região configura uma cadeia de montanhas que se eleva de forma abrupta até cerca de 2.890 metros do nível do mar, formando um Maciço, o Maciço do Caparaó (ICMBIO), através do Mapa Hipsométrico (Figura 2) é possível observar as grandes altitudes da região, que em conjunto com seus fortes aclives, caracterizam o relevo da serra do Caparaó, destacando -a das adjacências e compondo o maciço do Caparaó.

Mapa Hipsométrico do Parque Nacional do Caparaó

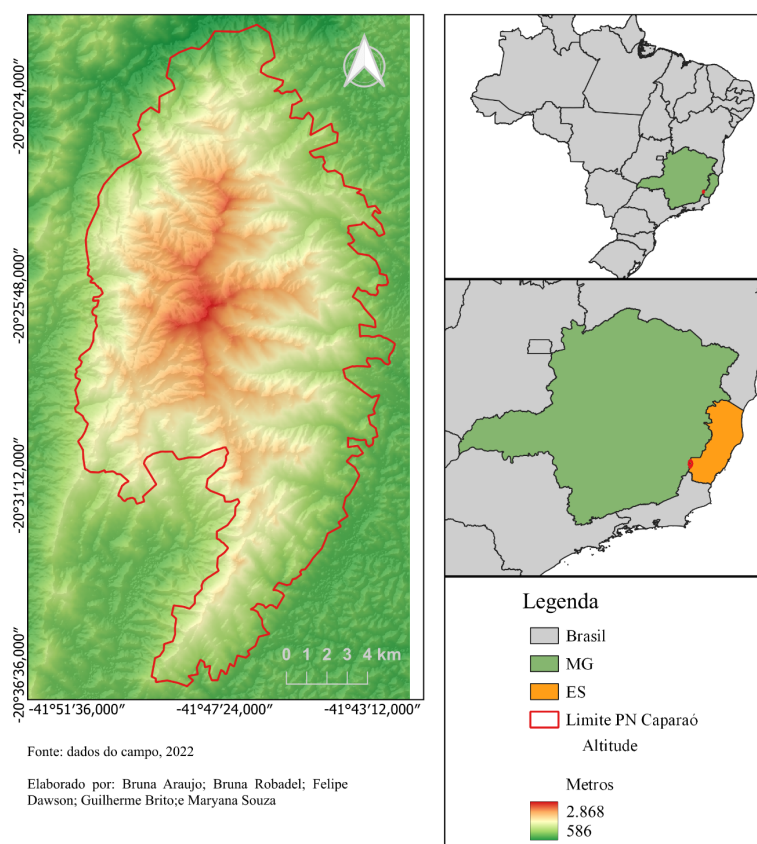


Figura 2: Mapa Hipsométrico do Parque Nacional do Caparaó

Podemos dividir a Serra do Caparaó em três unidades maiores com relativa homogeneidade litológica: o embasamento, a cobertura metassedimentar neoproterozóica e os granitoides neoproterozóicos-cambrianos (NOCE et al, 2007 apud NOVO et al, 2011).

O embasamento sustenta a Serra do Caparaó e seria representado por gnaisses granulíticos e migmatitos da Suíte Caparaó. A cobertura metassedimentar neoproterozóica, por sua vez, é constituída por paragnaisses migmatizados. Na unidade dos granitoides, por sua vez, estes se encontram foliados a gnaissificados quando relacionados a “estágios pré-colosional a sincolosional do Orógeno Araçuaí” (NOVO et al, 2011, p. 72).

O Parque Nacional do Caparaó encontra-se encravado em rochas pré-cambrianas, composto por charnockitos maciços, cataclásticos, com piroxênios e quartzo feldspato, ocorrem 6 também biotitas-gnaisses constituídos de feldspato alcalino, granada, anfibólios e biotita. Certos locais encontram-se encobertos por sedimentos terciários e quaternários (ICMBIO, 2015).

Além do conjunto de rochas vinculadas ao complexo do Caparaó, ainda ocorrem veios e diques de pegmatitos que cortam as rochas bandadas de forma discordante. São representados por veios de 20 cm a mais de 1 m de largura, contendo cristais centimétricos de feldspato potássico, quartzo, plagioclásio e muscovita. (ICMBIO, 2015)

O acamamento ígneo e a foliação das rochas presentes no núcleo do maciço do Caparaó desenham uma grande dobra anticlinal, cuja charneira (parte mais convexa, ou seja, mais alta) mergulha para o norte. A megaestrutura em dobra também pode ser observada na escala de afloramentos e mantém o padrão de anticlinais apertados (ICMBIO, 2015).

2.2. Geomorfologia

O Parque Nacional do Alto Caparaó localiza-se na região da Mantiqueira Setentrional, que está inserida no chamado Domínio Morfoestrutural das Faixas de Dobramentos Remobilizados. Tais faixas são caracterizadas pelas evidências de movimentos crustais, com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, impondo nítido controle estrutural sobre a morfologia atual (Gatto et al, 1983).

A Mantiqueira Setentrional compreende três unidades geomorfológicas, quais sejam: i) Patamares Escalonados do Sul Capixaba; ii) Maciços do Caparaó e iii) Serranias da Zona da Mata Mineira. O PNC encontra-se na unidade Maciços do Caparaó

A Unidade Maciço do Caparaó tem como característica marcante a presença de grande número de intrusões graníticas com predominância de granulitos, charnoquitos, migmatitos e granitóides. Sendo as formas de relevo predominante resultantes da influência da estrutura, determinado pelos modelados de dissecação definidos pelo aprofundamento da drenagem. A influência dos fatores estruturais é confirmada pela presença de relevos com encostas desnudas, facetas triangulares e trapezoidais, drenagem retangular com vales retilinizados e de grande extensão. De maneira geral, o relevo apresenta grandes formas alongadas de topos e encostas convexizados, onde se desenvolvem alterações profundas, resultando em espessos mantos argilosos. A paisagem diferenciada é resultado das frequentes intrusões graníticas, que possuem características de interesse geomorfológico, pois quase todas apresentam bordas elevadas e o interior bastante rebaixado. Nas porções mais elevadas encontra-se vales abertos, ressaltados por falhamentos transversais, com encostas quase ligadas entre si por pedimentos rochosos. As encostas destes vales são recobertas por blocos de dimensões variadas, ligeiramente arredondados, e quase não se nota a alteração das rochas, demonstrando que atualmente os processos mecânicos de evolução do relevo são os que predominam nos setores mais elevados da unidade. (ICMBIO, 2015)

2.3. Pedologia

O desenvolvimento das formações superficiais (solos e subsolos) é influenciado pela precipitação, sendo essas formações representadas por latossolos, nitossolos vermelhos, argissolos vermelhos amarelos, neossolos litólicos e cambissolos. (ICMBIO, 2015)

Em termos de área ocupada, a associação de Nitossolo e Argissolo predomina amplamente nas áreas das encostas leste e oeste da serra do Caparaó. Os Cambissolos, em associação com os neossolos litólicos, dominam na porção central do maciço do Caparaó, as demais classes ocupam áreas restritas. (ICMBIO, 2015)

Os Cambissolos ocorrem comumente no Parque, ocupando áreas de relevo ondulado a forte ondulado. Por isso, o potencial erosivo é considerado elevado, exigindo práticas conservacionistas para evitar maiores danos nos terrenos. Ocorrem de forma restrita às porções mais encaixadas e com maiores declividades ao longo dos vales que drenam a partir da área central da UC. São derivados principalmente de rochas básicas e intermediárias como metagabros e metanortositos, sendo, assim, eutróficos. A vegetação nativa que ocorre sobre tais solos, bastante bem preservada, é representada por matas densas com grande número de espécies arbóreas de grande porte, característica típica de solos ricos em bases trocáveis. Uma feição textural típica desses solos é a frequente rochiosidade e pedregosidade marcadas pela presença de blocos de metagabros e metanortositos em diferentes graus de intemperização (ICMBIO, 2015)

O Cambissolo Háptico Tb Distrófico Típico A Fraco, é uma subclasse de Cambissolo, e ocorre nas encostas dos morros e nos locais mais íngremes das porções marginais do maciço do Caparaó e assim são cascalhentos e contêm pedregosidade e rochiosidade, pois o intemperismo degrada parcialmente a estrutura original da rocha parental, representado por granada charnockito. A vegetação campestre domina nas áreas de ocorrência desse solo. A sua baixa fertilidade é atribuída à ausência de minerais ricos em bases trocáveis no material de partida e grande abundância de quartzo no horizonte B e saprolito. A junção dos atributos físicos com as taxas de declividade moderadas a elevadas, nos locais onde esses solos ocorrem, resulta em um empecilho ao uso (principalmente mecanização) e os tornam mais suscetíveis à erosão. Sulcos e ravinas são bastante comuns neste tipo de solo. As principais limitações ao uso agrícola são a pequena profundidade, a baixa fertilidade natural, a ocorrência em áreas de relevo declivoso e a pedregosidade. Já se observam processos erosivos incipientes, no entorno do Parque, em áreas ocupadas por café. (ICMBIO, 2015)

Os Neossolos Litólicos ocorrem associados a grandes exposições rochosas. São solos muito pouco espessos, sempre com forte vínculo com as rochas de origem. A rochiosidade e a

pedregosidade são feições típicas dessa classe. Não há formação de estrutura nesse tipo de solo, já que a concentração total da fração argila é baixa, sendo a textura cascalhenta atribuída aos fragmentos pouco intemperizados sempre presentes. Estão preferencialmente distribuídos nos platôs das elevações e ao longo das encostas dos vales mais encaixados. Além disso, apresentam alta suscetibilidade à erosão devido à ocorrência do substrato rochoso, à pequena profundidade e por sua ocorrência em locais declivosos (ICMBIO, 2015)

As ocorrências de Nitossolos Eutróficos são associadas às áreas marginais do PNC, principalmente na sua borda oeste. Ocupam amplas extensões de terras em áreas de declividades moderadas a elevadas. Como ocorrem em áreas com declives moderados, os nitossolos eutróficos apresentam risco erosivo natural considerável. Esse risco é ampliado com a supressão da vegetação arbórea nativa e com a concentração do fluxo superficial (ICMBIO, 2015)

Os Argissolo Vermelho-amarelo Eutrófico, são solos com horizonte B textural, com fácil distinção entre os horizontes. Ocorre em íntima correlação com os nitossolos, porém ocupam áreas mais restritas. São muito estruturados e comumente apresentam cerosidade. O substrato é representado por rochas máficas, charnockitos e gnaisses, e a rochosoidade é uma feição comumente desenvolvida. A vegetação nativa, em grande parte preservada, é caracterizada por matas de encosta e de galeria, contendo espécies de árvores de médio e grande porte. O relevo apresenta padrão ondulado a forte ondulado, sendo que o potencial erosivo é atenuado pela cobertura vegetal. (ICMBIO, 2015)

2.4. Hidrografia

De acordo com o Plano de Manejo do parque, este apresenta uma grande quantidade de córregos, riachos e nascentes, abrigando três importantes bacias hidrográficas:

- Bacia do Itabapoana-RJ constituída pelo rio Caparaó, que nasce no Pico do Calçado e é formador das piscinas naturais do vale verde, e o rio Preto, que nasce na base do Pico do Cristal, formador das Cachoeiras da Farofa, Sete Pilões e do Aurélio, do lado mineiro.
- Bacia do Itapemirim-ES tendo como principais afluentes os rios Pedra Roxa, que nasce quase no topo do Pico da Bandeira e Santa Marta, que nasce na base do Pico da Bandeira.
- Bacia do Rio Doce-MG, tendo como principais afluentes o rio José Pedro, que nasce próximo ao terreirão, que faz divisa com os estados MG/ES, formador do Vale Encantado e da Cachoeira Bonita, e o rio Claro, que nasce no Arrozal. Embora não se

tenha um levantamento preciso, estima-se que o Parque possua mais de 1000 nascentes em seu interior.

A hidrografia da Região do PNC é praticamente toda influenciada pelos cursos d'água que nascem no seu interior, o qual é responsável, inclusive, pela sua constante alimentação, condicionando a alternância entre os períodos de maior no verão, e menor vazão no inverno. Assim, toda a contribuição da precipitação, os processos naturais e infiltração no solo e o papel da cobertura vegetal, bem como as características de ocorrência e recarga de aquíferos que atuam no PNC, determinam o comportamento dos rios e córregos do seu entorno. Portanto, a condição de área conservada do PNC faz a diferença, aumentando a perenidade e a condição de maior vazão dos cursos que nascem no seu interior e drenam o seu entorno. pode observar ainda que a hidrografia do entorno é totalmente dependente da existência do PNC, sem o qual os agricultores, pecuaristas e empreendedores do turismo, especialmente, teriam as suas atividades inviabilizadas.

2.5. Clima

Com base nas aulas desenvolvidas em sala e das informações presentes no Plano de Manejo do Parque Nacional do Caparaó, é possível caracterizar o clima do parque como Tropical de Altitude, com duas estações bem definidas: estação chuvosa entre novembro e março e estação seca entre abril e outubro. Nesta localização, as temperaturas são amenas, com uma média de temperatura entre 19° C e 22° C. Entretanto, é importante considerar que o principal fator de influência sobre o clima é o relevo do Maciço do Caparaó – as grandes elevações advindas deste podem proporcionar verões mais amenos e uma variação da temperatura do mês mais quente entre 18°C e 20°C, podendo atingir mínimas inferiores a 0°C no inverno. A umidade relativa nesta localização é alta, com uma média de 70% de umidade, principalmente nos arredores dos corpos d'água e do lado capixaba da Serra do Caparaó, devido à ação dos ventos úmidos provenientes do Oceano Atlântico, gerando “maiores precipitações, temperaturas mais amenas e maior umidade relativa do ar” (Plano de Manejo, 2015). A pluviosidade total anual no parque está entre 1.000 e 1.500 mm, de acordo com os dados do posto meteorológico em Alto Caparaó (MG).

Imagem 1: Vegetação coberta por gelo no Pico da Bandeira durante uma queda da temperatura a -14° C, em 2017.



Fonte: Sairo Guedes para o G1, 2017.

2.6. Vegetação

No que se tange em relação à vegetação no Parque Nacional do Caparaó, pode-se destacar que de maneira geral, esta resulta do clima tropical de altitude que se estabelece nesta localização, mas há outros fatores de ordem regional e local que influenciam a vegetação nesta localidade, sendo eles: a maritimidade provinda do Oceano Atlântico (oriunda da costa capixaba), trazendo umidade para o parque, sobretudo nas vertentes capixabas da Serra do Caparaó, nas quais a floresta ombrófila densa se estende até altitudes mais elevadas em relação à vertente mineira; a presença dos corpos d'água, em cujos vales em V se concentram formações florestais; a inclinação do terreno, uma vez que esta interfere no escoamento superficial da chuva e, portanto, resulta em solos mais rasos e formações vegetais menores conforme o aumento da inclinação; e, por fim, a exposição das vertentes da serra à insolação, influenciando nas formações vegetais – Na vertente norte, onde há maior exposição solar, predomina a formação de campos, enquanto a vertente sul é mais favorável a formação de florestas devido à menor exposição ao sol.

Tendo em conta os fatores supracitados, que influenciam tanto na presença quanto na distribuição das diferentes variações encontradas dentro do Parque Nacional do Caparaó, pode-se salientar a partir daqui que há três tipos de formações encontradas nesta área, sendo elas:

2.6.1. Floresta Ombrófila Densa

Uma vegetação densa e alta, associada à influência marítima na região e a umidade proveniente dos corpos d'água. Ocorre das planícies costeiras do Espírito Santo até as áreas mais úmidas das Serras do Caparaó e Mantiqueira. Dentre os fragmentos encontrados no parque, dividem-se, segundo o Plano de Manejo (2015), em Ombrófila Densa Montana e Ombrófila Densa Alto Montana e se encontram principalmente no entorno Leste, onde os vales são mais bem encaixados e de difícil acesso.

Imagem 2: Encostas cobertas pela floresta ombrófila densa, vista do Mirante do Jacu



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

Imagem 3: Floresta ombrófila densa vista de baixo, na trilha para o Mirante do Jacu

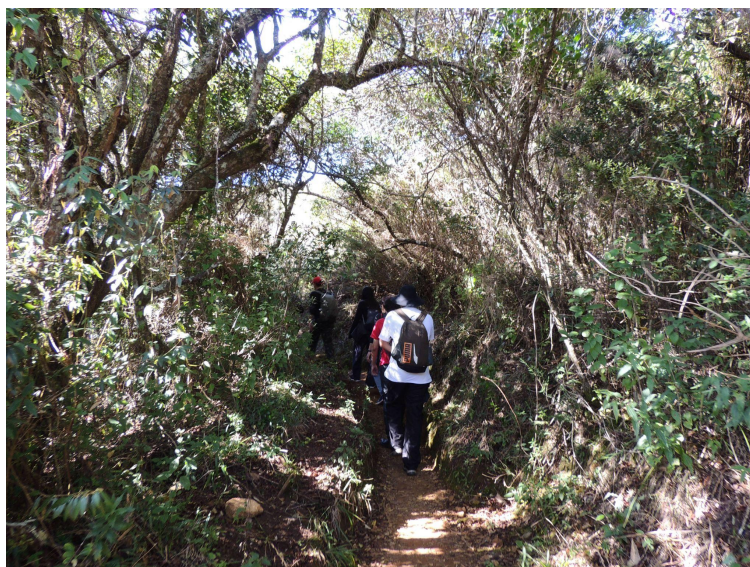


Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

2.6.2. Floresta Estacional Semidecidual Montana

Esta vegetação possui sub-bosque fechado com grande variedade de espécies, e segundo desenvolvido nas aulas do curso, ocorre em em regiões com uma estação seca, na qual parte de suas espécies vegetais perdem as folhas. Devido a esta caracterização, pode ser encontrada nas bordas das serras da Mantiqueira e do Caparaó. Segundo o plano de manejo do parque, esta formação é encontrada principalmente no entorno Oeste do PNC.

Imagem 4: Floresta Estacional Semidecidual, durante trilha para o Pico da Bandeira.



Fonte: Arquivo pessoal de Maria Fernanda Nocera, 2023.

2.6.3. Campos de Altitude

Ocorrem na Serra do Caparaó a partir da altitude de 2.000 m, e são compostos por uma vegetação rasteira e arbustiva entre afloramentos rochosos, devido ao solo raso e turfoso – ocorrido principalmente em locais com maior inclinação de terreno. Com base no plano de manejo, é possível inferir que esta é uma vegetação menos extensa na região do parque, sendo encontrada praticamente apenas dentro do PNC, tanto na vertente Leste quanto Oeste, desde que em grande altitude – e daí vem a importância de sua conservação.

Imagem 5: Campos de Altitude: formações arbustivas em primeiro plano, e ao fundo vegetação rasteira em meio a afloramentos rochosos.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

2.6.7. Ocorrência de Araucárias

São encontradas no parque espécimes de pinheiro-do-paraná (araucária), que se destacam muito das formações vegetais encontradas no parque devido ao seu formato e porte. A mata de araucárias, ou Floresta Ombrófila Mista, é típica do planalto meridional, mas pode se apresentar em uma série de outras regiões da Serra da Mantiqueira e na Serra do Mar, e, neste caso específico, no Parque Nacional do Caparaó (imagem 6). Esta presença pode ser explicada de duas maneiras: a partir da consideração de um paleoclima no qual a mata de araucárias se estendeu até latitudes mais baixas (como um período de glaciação), onde alguns refúgios se mantiveram até a atualidade; e, em outra perspectiva, a partir da ação antrópica – seria possível que indivíduos ou grupos tenham trazido as espécimes até estas localizações, e devido ao clima proporcionado pelo relevo, estas se estabeleceram na área.

Imagem 6: Pinheiro-do-paraná encontrado no caminho para o Pico da Bandeira, muito distinto da vegetação ao seu redor.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

2.7. Aspectos Humanos

Os arredores do Parque Nacional do Caparaó possuem uma extensa bagagem histórica, relacionada às estradas de transporte do ouro no Período Colonial, o recebimento de imigrantes europeus para trabalhar nas lavouras e a Guerrilha do Caparaó. Os nove municípios que cercam o parque possuem uma população rural com tendência a migração para as áreas urbanas destes municípios, e apesar do turismo gerado com relação às visitas ao Parque Nacional do Caparaó e o consequente desenvolvimento do setor de serviços nas proximidades das entradas do parque, há uma dependência do setor primário nessa localidade, sendo este pouco diversificado. A dependência da agricultura, sobretudo da cafeicultura, leva a uma maior instabilidade da economia da região frente os ciclos econômicos, as quebras de safras e os choques de oferta.

De maneira geral, o uso da terra na região se dá hoje através da presença de matas, pastagens, áreas de culturas agrícolas temporárias, áreas com culturas permanentes, áreas urbanas e corpos d'água, sendo a base da economia local a as atividades agropecuárias, com enfoque na cafeicultura; apesar disso, podem ser encontradas no entorno do parque iniciativas menores de atividades como a agropecuária de gêneros alimentícios, a extração vegetal, a silvicultura, a mineração e a indústria, principalmente de laticínios.

Devido à atividade agropecuária desenvolvida em terrenos com grande inclinação e por décadas exercida com poucos avanços tecnológicos, a vegetação natural do entorno do parque mostra-se descaracterizada, com poucas áreas preservadas – mesmo que na atualidade tenha sido incentivado e aumentado o uso racional de insumos agrícolas e o uso de tecnologias de menor impacto ambiental, inserindo-se também na região a roçada associada a produtos orgânicos e adubos. A partir disto, é possível inferir a importância do Parque Nacional do Caparaó como Unidade de Conservação (UC) de proteção integral nesta localidade.

3. Materiais e Procedimentos

Foram utilizados diversos materiais que são imprescindíveis não somente para o trabalho de campo na disciplina, mas para a formação do geógrafo, a fim de aprender como funcionam e sua importância para gerar os dados que são interpretados e entender os diferentes fenômenos topoclimáticos.

3.1 Materiais

3.1.1 Termohigrômetro

O termohigrômetro é uma ferramenta que permite a medição da temperatura do ar e a umidade relativa, tanto interna quanto externa. Este instrumento foi desenvolvido com peças modernas em tecnologia de semicondutores. Apresenta como características: confiabilidade e durabilidade.

Imagem 7: Termohigrômetro



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023

3.1.2 Altímetro Barométrico

O altímetro barométrico foi um dos materiais usados para saber a altitude dos pontos de instalação dos postos, bem como para medir pressão atmosférica do ar de cada local, possibilitando verificar a relação Pressão Atmosférica e Altitude, além de gerar dados que foram usados na elaboração do Mapa Barométrico.

Imagem 8: Altimetro Barométrico



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023

3.1.3 GPS

Utilizamos este aparelho para saber as coordenadas geográficas em UTM dos 8 pontos de campo. Ele funciona através de contato com satélites do Sistema de Posicionamento Global, ou seja, através de um receptor GPS altamente sensível que capta satélites mais rapidamente e permitiu rastrear nossa localização em condições no Parque Nacional do Caparaó. Isso possibilitou georreferenciar os pontos, e elaborar mapas a partir de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Imagem 9: GPS

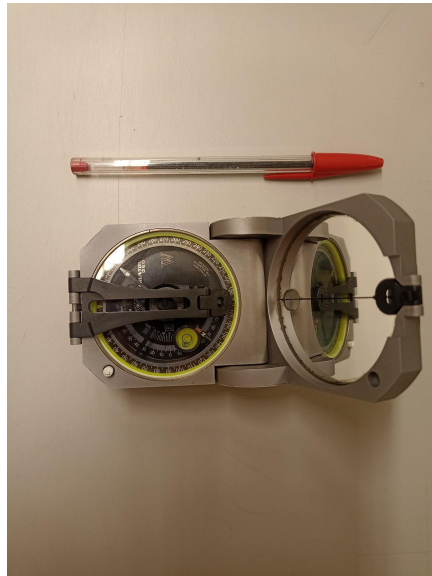


Fonte: Arquivo Pessoal, 2023

3.1.4 Bússola

Este é um instrumento de orientação, o qual foi utilizado na instalação das hastes dos Postos, que estavam orientadas para o norte geográfico, e para padronizar as imagens fotográficas dos pontos.

Imagem 10: Bússola



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023

3.1.5 Datalogger

É um sensor utilizado como coletor e armazenador de dados. Ele foi programado para coletar a temperatura do ar e a umidade relativa do ar com intervalos de 1 hora. Esse equipamento foi instalado nos 8 mini abrigos meteorológicos e é o principal responsável pela coleta dos dados. Antes de ser levado a campo passou por um período de calibração no Laboratório de Climatologia e Biogeografia do departamento de Geografia da USP.

Imagem 11: Datalogger



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023

3.1.6 Google Planilhas

Sendo um editor de planilhas, utilizamos o Google Planilhas para realizar a tabulação, análise de dados e criação de gráficos dos dados de temperatura média, temperatura máxima e umidade relativa. Através dessa ferramenta, organizamos e visualizamos de forma clara as informações coletadas, identificando padrões e tendências nos dados. O programa facilitou o processo de manipulação e cálculo dos valores, permitindo uma análise mais precisa e detalhada. Além disso, os gráficos gerados no Planilhas foram essenciais para visualizar de forma intuitiva as variações nas diferentes variáveis ao longo do tempo. Essa abordagem proporcionou uma compreensão mais aprofundada dos padrões climáticos.

3.1.7 QGIS

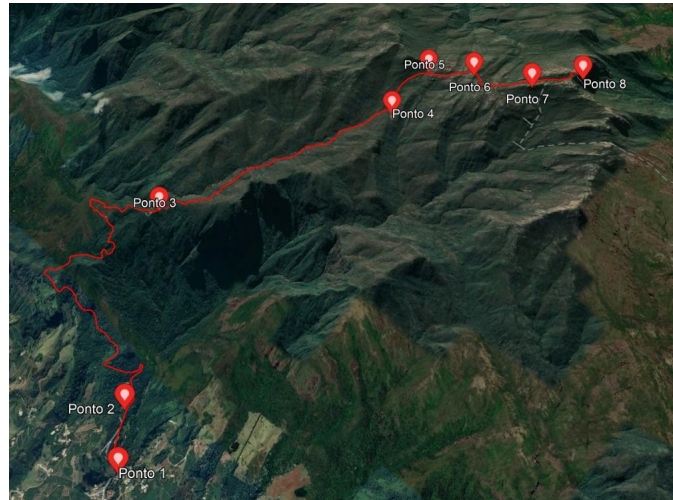
Utilizamos o QGIS como um software essencial para a produção, visualização e edição dos mapas hipsométrico, de temperatura média, máxima e umidade relativa do ar do nosso relatório. Através desse SIG, pudemos criar mapas temáticos que tratassem de espacializar os dados obtidos em campo, além de produzir mapas de localização do Parque Nacional do Caparaó. O QGIS nos proporcionou uma manipulação e exploração dos dados geoespaciais, permitindo-nos identificar padrões, relacionamentos e tendências.

3.1.8 Google Earth e Wikiloc

O Google Earth é um software que nos oferece a possibilidade de visualização de imagens de satélite, mapas, terrenos em 3D e informações geográficas do parque, a partir dele pudemos georreferenciar os pontos dos mini abrigos e traçar o caminho que fizemos. O

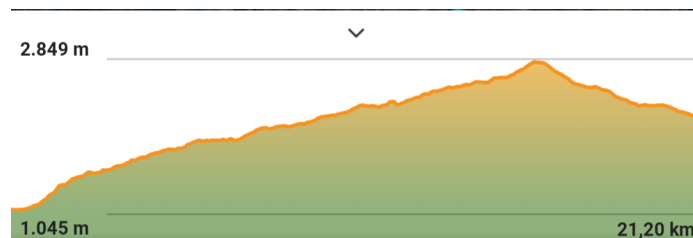
wikiloc é um aplicativo celular para pessoas que gostam de fazer trilha, com ele pudemos traçar o perfil de elevação do caminho, que ficou gravando nossa trilha ao longo de 8 horas, antes de acabar a bateria do celular.

Figura 3: Altímetro Barométrico



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023

Figura 4: Perfil de Elevação



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023.

3.2 Procedimentos

Com o auxílio dos materiais citados acima, realizamos diversos procedimentos que foram essenciais para chegar nos resultados que trabalhamos e discutimos. Dentro dessa perspectiva, podemos dividir os procedimentos em três momentos: pré, durante e pós campo.

3.2.1 Pré-Campo

Durante o período do Pré-Campo da disciplina, realizamos diversas atividades que contribuíram para o desenvolvimento de nossos conhecimentos. Em um primeiro momento, tivemos aulas expositivas, nas quais aprofundamos nossos conhecimentos teóricos sobre os principais conceitos e metodologias utilizadas na climatologia, mas principalmente sobre as características do parque.

Além disso, dedicamos um tempo à calibração dos DATALOGGERS para aprender como funcionam e para a coleta de dados no departamento de Geografia, em que realizamos a coleta de dados climáticos em diferentes localidades durante 1 hora. Essa etapa foi fundamental para assegurar a precisão e confiabilidade dos resultados obtidos.

Por fim, dedicamos um tempo à análise dos dados coletados, utilizando ferramentas estatísticas para a produção de planilhas. Essa etapa permitiu identificar padrões e tendências e relações entre os diferentes parâmetros climáticos do departamento, além de servir como um treinamento para a coleta de dados e análise dos dados dos campos.

3.2.2 Campo

Iniciamos o trabalho com a etapa de calibração dos DATALOGGERS, feitos anteriormente a ida ao campo, para as medições climáticas, garantindo que estivessem ajustados e prontos para coletar dados precisos e confiáveis.

No dia 07/05, a turma do diurno deu início às medições no campo, em que os DATALOGGERS foram instalados com o auxílio de hastes e abrigos. Eles registraram variáveis climáticas como temperatura e umidade relativa do ar, além dos alunos registrarem em caderneta do campo a pressão atmosférica, orientação e declividade da vertente e vegetação.

Os DATALOGGERS ficaram medindo a temperatura e a UR ao longo de 21 dias, realizando medições horárias. Encerramos as medições no dia 27/05, concluindo assim a etapa de coleta de dados no Parque Nacional do Caparaó. Realizamos, também, as mesmas anotações da caderneta de campo (tabela 1). Com as informações em mãos, iniciaremos a análise dos dados coletados, buscando identificar padrões, tendências e relações entre as variáveis climáticas estudadas.

Tabela 1: Caderneta de Campo

| Ponto | Altitude (m) | Lat | Long | Patm | Declividade | Orientação da Vertente | Descrição da vegetação |
|-------|--------------|-------------|-------------|------|-------------|------------------------|----------------------------------|
| P1 | 1110 | -20.425675° | -41.857989° | 688 | média | norte | Floresta Ombrófila Densa Montana |
| P2 | 1200 | -20.421481° | -41.853267° | 686 | média/alta | sudoeste | Floresta Ombrófila Densa Montana |
| P3 | 1780 | -20.409758° | -41.836408° | 623 | alta | nordeste | Floresta Semidecidual Montana |
| P4 | 2340 | -20.420988° | -41.810911° | 594 | moderada | noroeste | Campos de Altitude |
| P5 | 2470 | -20.420490° | -41.803738° | 585 | média | norte | Campos de Altitude |
| P6 | 2560 | -20.424925° | -41.801386° | 577 | moderada | nordeste | Campos de Altitude |
| P7 | 2720 | -20.431224° | -41.799843° | 566 | elevada | sudoeste | Campos de Altitude |
| P8 | 2883 | -20.434751° | -41.795550° | 559 | elevada | leste | Campos de Altitude |

Fonte: Arquivo Pessoal, 2023.

3.2.3 Pós Campo

Para o pós-campo, uma das etapas foi descarregar os dados que os dataloggers coletaram durante os 21 dias. Essa etapa foi realizada pelo professor e pelo técnico Rogério do Laboratório de Climatologia e Biogeografia (LCB) do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo. Foram tabulados os dados, organizando-os em guias do Google Planilhas, como Tar Marcha Horária, UR Marcha Horária, Calibração UR, Umidade, Ponto de Orvalho e Pressão Atmosférica, Calibração Tar e Temperatura.

No total, coletamos cerca de 478 amostras para cada variável de Umidade Relativa e Temperatura do Ar, registradas 24 horas por dia durante 21 dias. Para sistematizar os dados e gerar gráficos e mapas presentes neste relatório, nos concentramos na análise da temperatura média e máxima do ar.

Para a temperatura média, criamos uma tabela dinâmica com o dia e os dados coletados dos pontos 1 ao 8. Utilizamos o campo "linha" para o dia e o campo "valores" para os pontos em ordem crescente. No campo "resumir por" de cada ponto, selecionamos "média" para obter os valores médios de cada dia por ponto. Copiamos os dados gerados e os colocamos em uma nova planilha para calcular a média das temperaturas por ponto e gerar os gráficos. Para a temperatura máxima, repetimos o mesmo processo, alterando apenas o campo "resumir por" para "máximo" e calculando a média das máximas.

Para espacializar os dados, transformamos o raster SRT em vetor, gerando um campo de altitude com quase 700 mil feições na tabela. A partir desse campo e da equação gerada nos gráficos, adicionamos duas novas colunas no shapefile. Utilizamos a calculadora do QGIS para preencher os campos, inserindo a equação e considerando que o X representa a altitude. Em seguida, escolhemos o método de espacialização por intervalos iguais e 9 classes, utilizando as cores apropriadas para representar o fenômeno. Por fim, criamos um layout cartográfico considerando os elementos obrigatórios.

Além disso, realizamos uma pesquisa bibliográfica para aprofundar nosso conhecimento e embasar o relatório.

4. Resultados e discussão.

4.1. Análise Temperaturas Médias de temperatura do ar

Durante a análise dos dados e das suas formas processadas em gráficos e tabelas, foi possível fazer diversas observações a respeito. Podemos começar por uma tabela que mostra a temperatura média de todos os 21 dias de coleta. Nela observamos o valor de **14,8°C** no

ponto 1 a 1090 metros de altitude e **8,4°C** no **ponto 8** a 2890 metros de altitude, a variação dessas médias é de **- 6.4°C**. Temos portanto um gradiente altimétrico de **- 0,35°C** a cada 100 metros.

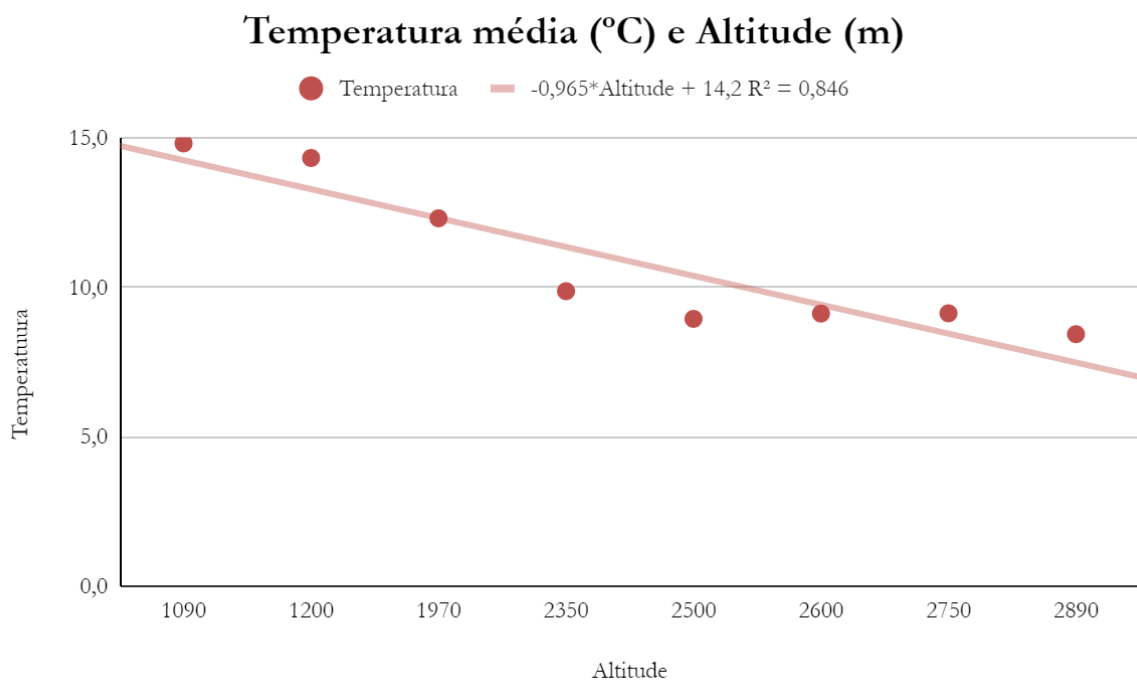
Tabela 2: Valores das médias de temperaturas para todos os pontos de coleta de dados de 1090 metros a 2890 metros.

| Altitude (m) | 1090 | 1200 | 1970 | 2350 | 2500 | 2600 | 2750 | 2890 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Temperatura (°C) | 14,8 | 14,3 | 12,3 | 9,9 | 8,9 | 9,1 | 9,1 | 8,4 |

Fonte: Arquivo Pessoal, 2023.

Uma outra forma de visualizar esses dados é através de um gráfico onde fica visível a formação de um gradiente e também seu desvio provocado pela inversão térmica.

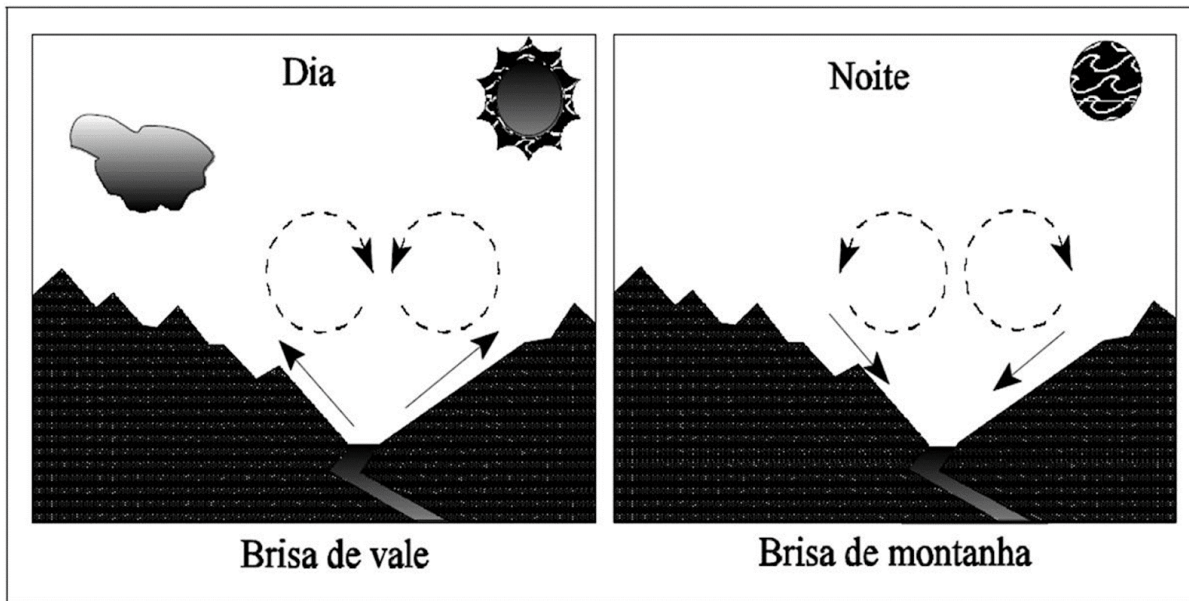
Figura 5: Gráfico demonstrando a razão entre médias de temperatura e altitude.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023.

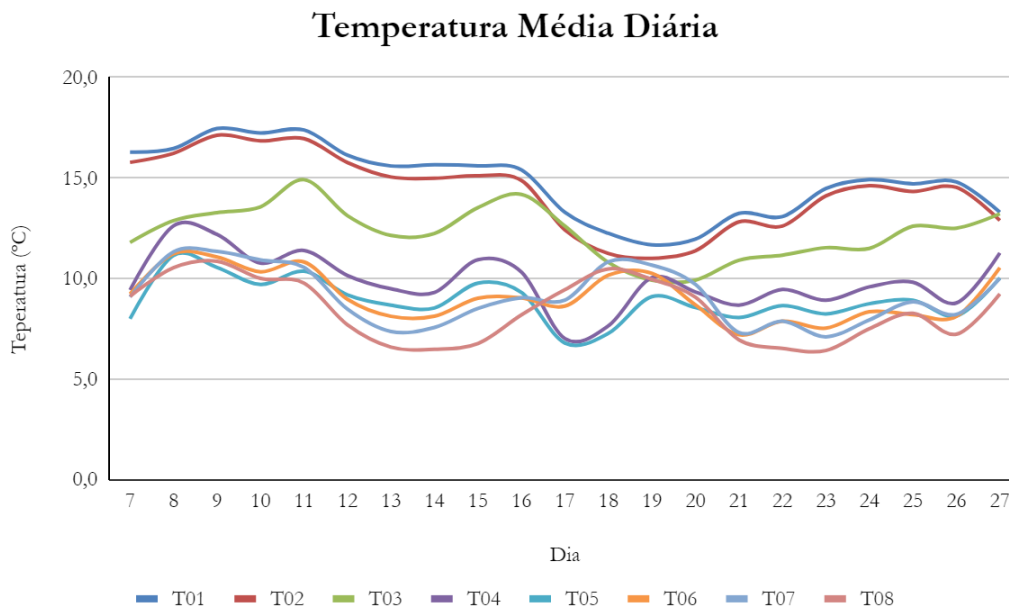
Chama-se a atenção para o ponto a 2500 metros pois suas médias são menores que os pontos seguintes a 2600 metros e a 2750 metros, Isso ocorre pois durante o Inverno o gradiente altimétrico sofre algumas anomalias devido a inversão térmica causada pela brisa catabática que acontece ao anoitecer.

Figura 6: Na imagem é mostrado um esquema do funcionamento das brisas anabática à esquerda e catabática à direita.



Fonte: Varejão Silva, 1992.

Figura 7: Gráfico com as temperaturas médias diárias no período de coleta. Fonte: Trabalho de Campo Parna Do Caparaó maio/junho de 2023.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023.

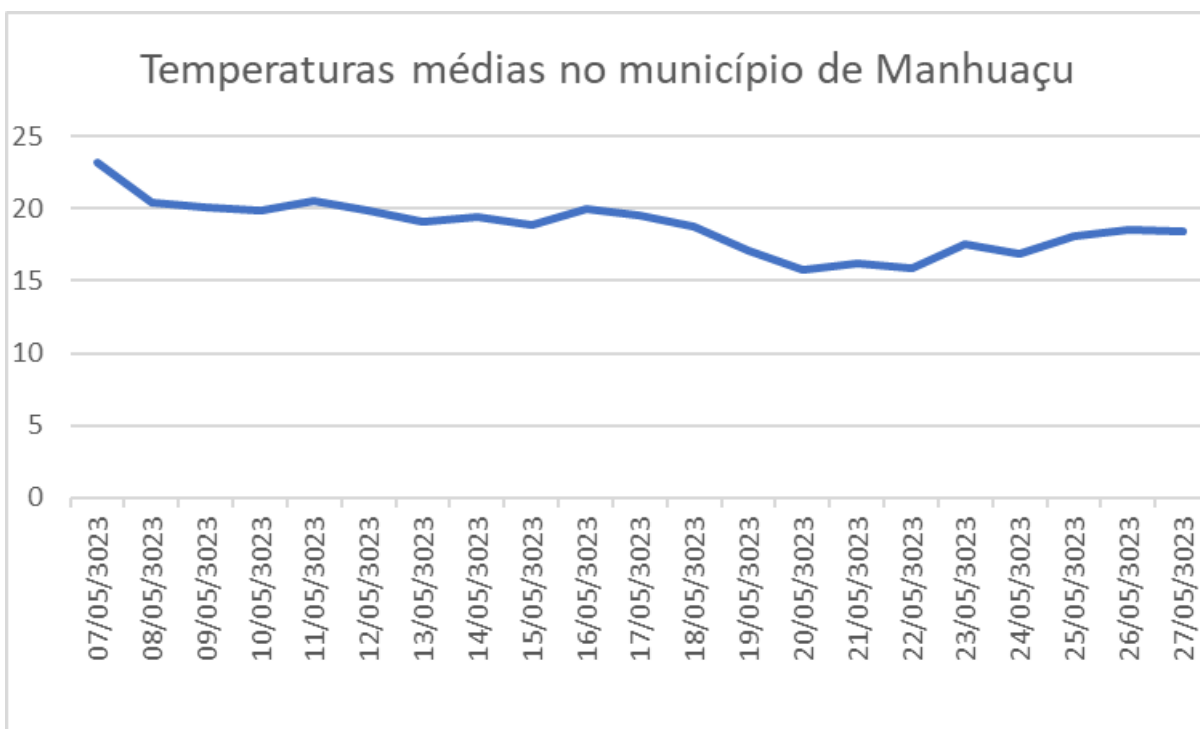
A partir desse gráfico onde nos é apresentado as variações diárias de temperaturas médias é possível fazer vários apontamentos e observações.

As linhas **T01** e **T02** são respectivamente correspondentes aos pontos da paisagem (**1090m**) e da entrada do parque (**1200m**), nessas altitudes que ainda são intermediárias é possível observar de forma clara a atuação de frentes frias, sistemas de alta pressão etc, nos

ponto **T01** e **T02** é possível observar uma queda gradual nas médias com seus registros mais baixos entre os dias 16 à 20 de maio devido a passagem de um sistema frontal que baixou as temperaturas.

Conforme as altitudes vão aumentando a ação dessas células não são tão perceptíveis, por isso as linhas referentes aos pontos mais altos (**T03 até T08**) possuem um comportamento ondulatório no gráfico das médias.

Figura 8: Gráfico com as temperaturas médias do município de Manhuaçu, dados retirados no Inmet.



Fonte: INMET, 2023.

Como podemos observar no gráfico acima para o mesmo período, os dados referentes às temperaturas média registrados na estação meteorológica de Manhuaçu-MG (localizada numa cota altimétrica bem mais baixa a **830m**) não indicam brusca diminuição da média de temperaturas, o relevo elevado do Caparaó vai no fazer com que suas médias fiquem sempre mais abaixo do que as de seu entorno.

Temperatura Média do Ar do Parque Nacional do Caparaó

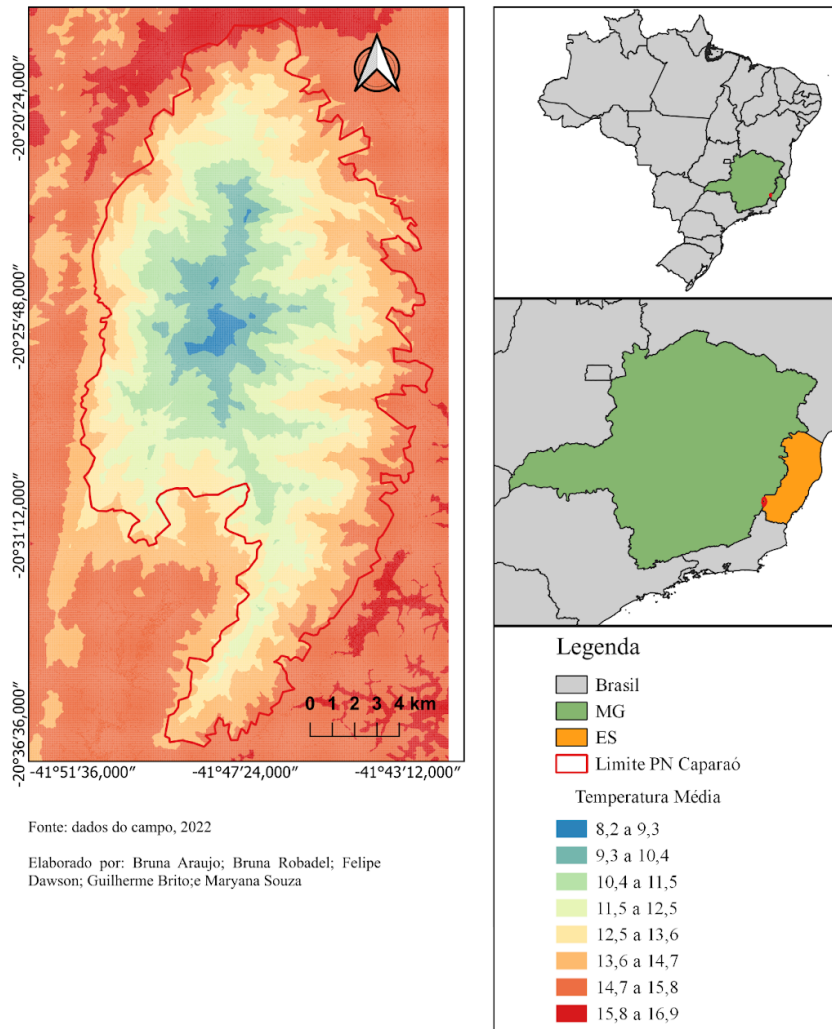
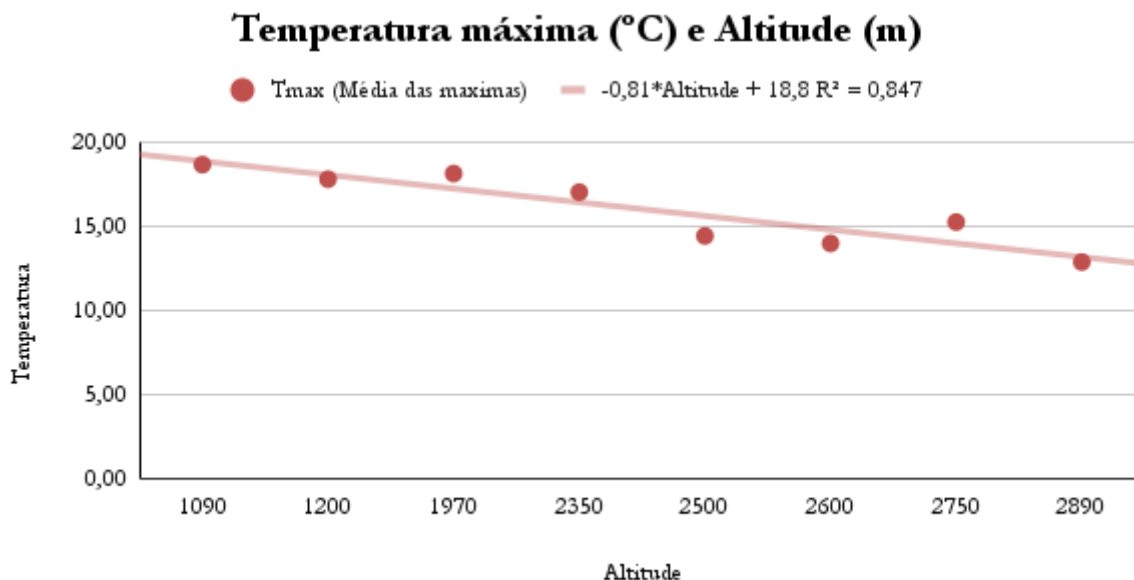


Figura 9: Mapa de Temperatura Média do Ar do Parque Nacional do Caparaó

No mapa, a razão entre temperatura e altitude fica mais fácil de ser visualizada espacialmente.

4.2 Análise das Temperaturas Máximas do Ar

Figura 10: Variação das médias de temperaturas máximas registradas entre 07/05 e 27/05 e correlação com a altitude



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023.

Tabela 3: Valores das médias de temperaturas para todos os pontos de coleta de dados de 1090 metros a 2890 metros

| Altitude (m) | 1090 | 1200 | 1970 | 2350 | 2500 | 2600 | 2750 | 2890 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C) | 18,64 | 17,78 | 18,11 | 17,01 | 14,42 | 13,98 | 15,24 | 12,87 |

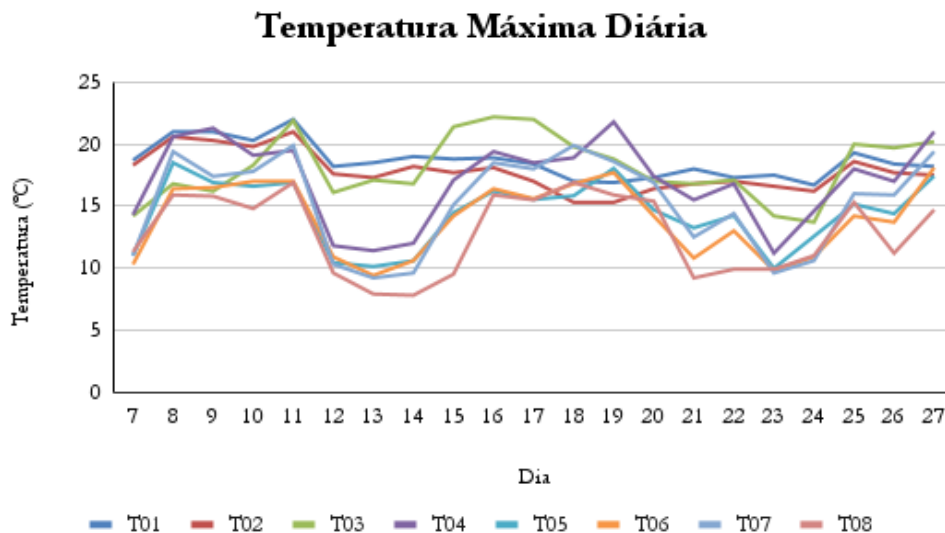
Fonte: Arquivo Pessoal, 2023.

Assim como em T_{média}, em T_{max} também temos um Coeficiente de Pearson (ou Coeficiente de relação linear) aproximado em 0,84. Mostrando outra vez forte correlação entre as duas variáveis. Sendo a menor média das temperaturas máximas (12,87°C) registradas no P8, ponto mais alto, e a maior no P1 (18,64°C), ponto de menor altitude.

Em alguns casos a média das máximas é menor em pontos de maior altitude em relação aos outros de maior altitude, como o caso de P1 em relação a P2 e P7 em relação a P6. Fatores particulares de cada ponto, como a vegetação, influenciam nessas variações que quebram o ritmo linear em correlação máxima dos dados. Esses são elementos na medição que nos apresentam a ligação entre expectativas de dados (sempre linear, em teoria, pela relação temperatura X altitude) e realidade, em que com medição em campo podemos atribuir quantitativamente a função dos aspectos físicos (vegetação, relevo, pedologia, entre

outros). Por exemplo, a quebra da linearidade total dos dados é possível graças às variações físicas entre os diferentes pontos de coleta.

Figura 11: Variação das temperaturas máximas



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023.

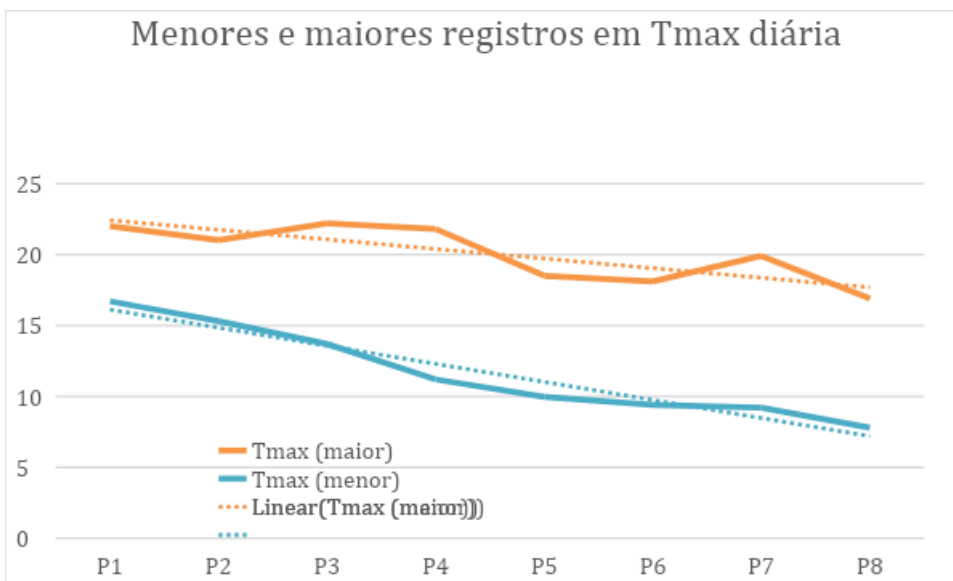
Explorando os dados:

Tabela 4: Mínimas e máximas de registro das temperaturas máximas ao longo do período

| Ponto | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|--------------|------|------|------|------|---------|------|------|------|
| Tmax (maior) | 22 | 21 | 22,2 | 21,8 | 18,5 | 18,1 | 19,9 | 16,9 |
| Tmax (menor) | 16,7 | 15,3 | 13,7 | 11,2 | 9,97408 | 9,4 | 9,2 | 7,8 |

Fonte: Arquivo Pessoal, 2023.

Figura 12: Variação entre menores e maiores registros de Temperatura máximas do P1 ao P8.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2023.

A maior temperatura máxima registrada foi de 22,2 no P3 no dia 16/05. Sendo esse um dado especial na análise: É a temperatura mais alta registrada entre todos os pontos, em todo o período de coleta. A menor temperatura máxima registrada foi de 7,8 no P8 no dia 14/05. Apesar das variações, esses dados também apresentam forte tendência de correlação pela linearidade observada. Contudo, pontos não são afetados igualmente pelos mesmos fenômenos, por exemplo: o dia 14/05 foi a menor temperatura de máximas apenas no P8, os demais pontos tiveram seu ponto mínimo em outros dias. Assim como o dia 16/05 foi o dia de registro de temperatura mais alta apenas no P3. Cada ponto tem suas características próprias que permitem essa particularidade de eventos, apesar da forte correlação altitude X temperatura.

5. Considerações Finais

Diante dos dados apresentados neste trabalho, pudemos entender que o relatório conseguiu sistematizar o conhecimento que adquirimos através do trabalho de campo e coleta e análise dos dados obtidos, em que teríamos como foco principal a avaliação da temperatura média e máxima do ar no perfil topoclimático do Pico da Bandeira (MG) entre as cotas altimétricas de 1.100 a 2.892 metros, onde pode-se perceber a importância da altitude na variação da temperatura, já que nos pontos mais baixos eram encontrados temperaturas médias maiores, enquanto que nos pontos mais altos eram encontrados temperaturas médias menores. Nesse sentido, essa diferença de temperatura causa mudanças na capacidade de retenção de vapor d'água do ar. Temperaturas do ar mais baixas permitem menor retenção, aumentando a UR, enquanto temperaturas maiores permitem maior retenção, resultando em uma UR menor.

Com esse conjunto de variáveis do meio físico, foi possível ver a grande atividade dos ventos anabáticos na região: o porte da cobertura vegetal, o gradiente altimétrico, as rochas metamórficas resistentes que afloram nas altitudes mais altas se aquecendo rapidamente durante o dia e se esfriando durante a noite, acelerando os processos adiabáticos. Esses ventos acabam trazendo umidade já que a capacidade de retenção da UR é diferente na atmosfera, dependendo diretamente da temperatura que como já mencionado.

Com isso, nota-se que o trabalho de campo permitiu a obtenção de dados para compreender o clima do Parque Nacional do Caparaó, através do uso de equipamentos climatológicos e da observação da paisagem. A análise de toda a informação coletada foi

imprescindível para constatar o papel da altitude, declive do solo e exposição da vertente ao sol e ao vento na variação de temperatura e umidade deste espaço geográfico.

Bibliografia

Gatto, L. C. S.; Ramos, V. L. S.; Nunes, B. T. A.; Mamede, L.; Góes, M. H. B.; Mauro, C. A.; Alvarenga, S. M.; Franco, E. M. S.; Quirico, A. F. & Neves, L. B. 1983. Geomorfologia. In: Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro. 780p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. **Plano de Manejo do Parque Nacional do Caparaó.** Doc.Tec. no 8, Brasília, 2015.

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

NOVO, T. A.; NOCE, C. M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; BATISTA, G. A. P. **Rochas granulíticas da Suíte Caparaó na região do Pico da Bandeira: embasamento oriental do Orógeno Araçuaí.** Geonomos, Belo Horizonte, v. 19(2), 70-77, 2011.