

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

ANÁLISE E ESPACIALIZAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA E MÍNIMA DO AR NO
PERFIL TOPOCLIMÁTICO DO PICO DA BANDEIRA

São Paulo

2023

GABRIEL GIUDICE DE LIMA - N°USP: 11913725 - DIURNO
GIOVANNA COSTA SOUSA - N° USP: 11768720 - NOTURNO
LARISSA AMORIM DOS SANTOS - N°USP: 11850402 - NOTURNO
MARIA FERNANDA NOCERA - N° USP: 11768518 - NOTURNO
RAFAEL ERNANDES SANTOS SILVA - N°USP: 11881630 - NOTURNO
VITÓRIA SIMÃO VIEIRA - N° USP: 11768400 - NOTURNO

ANÁLISE E ESPACIALIZAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA E MÍNIMA DO AR NO
PERFIL TOPOCLIMÁTICO DO PICO DA BANDEIRA

Relatório de trabalho de campo apresentado para a conclusão do curso FLG 0591 – Estágio Supervisionado em Climatologia, oferecido pelo Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

Professor: Dr. Emerson Galvani

São Paulo

2023

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Temperatura média em relação à altitude (m).....	36
Gráfico 2 - Temperatura mínima em relação à altitude (m)	36
Gráfico 3 - Atuação da brisa anabática às 14h em relação à altitude entre 08 e 26/05/23	39
Gráfico 4 - Temperatura média em relação à altitude entre os dias 07 e 27/05/23.....	40
Gráfico 5 - Média de temperatura mínima em relação à altitude entre 07 e 27/05/23	40

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Dados coletados nos momentos de instalação e desinstalação dos equipamentos nos postos ao longo da trilha do Parque Nacional Alto Caparaó-MG	32
Tabela 2 - Descrição do arcabouço vegetativo nos momentos de instalação e desinstalação dos equipamentos nos postos ao longo da trilha do Parque Nacional Alto Caparaó-MG.....	33
Tabela 3 - Relação entre temperatura média e altitude.....	34
Tabela 4 - Relação entre temperatura mínima e altitude	35

ÍNDICE DE IMAGENS

Imagem 1 - Ponto 1-Pousada do Bezerra.....	10
Imagem 2 – Ponto-Entrada do Parque Nacional do Caparaó	11
Imagem 3 – Ponto 3-Mirante da Tronqueira.....	11
Imagem 4 - Ponto 4-Terreirão.....	12
Imagem 5 - Ponto 5.....	12
Imagem 6 - Ponto 6.....	13
Imagem 7 - Ponto 7.....	13
Imagem 8 - Ponto 8.....	14
Imagem 9 - Pico da Bandeira.....	14
Imagem 10 - Panfleto Fazenda Ninho da Águia.....	22
Imagem 11 - Souvenires de Alto Caparaó-MG	23
Imagem 12 - Barômetro	27
Imagem 13 - GPS eletrônico.....	28
Imagem 14 - Bússola geológica.....	28
Imagem 15 - Datalogger HT-500.....	29
Imagem 16 - Abrigo meteorológico.....	29
Imagem 17 - Teste de instalação do Datalogger e abrigo meteorológico na Cidade Universitária	30

Imagem 18 - Posto microclimático instalado no Parque Nacional do Caparaó-MG.....	31
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Climograma de Alto Caparaó-MG.....	18
Figura 2 - Representação topoclimática por satélite dos postos microclimáticos	25
Figura 3 - Carta Sinótica do dia 16/05/23 às 00h.....	44
Figura 4 - Carta Sinótica do dia 17/05/23 às 00h.....	44
Figura 5 - Carta Sinótica do dia 18/05/23 às 00h.....	45

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 - Localização do Parque Nacional do Caparaó.....	8
Mapa 2 - Arcabouço pedológico do Parque Nacional do Caparaó.....	15
Mapa 3 - Trechos de drenagem e Bacias Hidrográficas do Parque Nacional do Caparaó	17
Mapa 4 - Arcabouço geológico do Parque Nacional do Caparaó.....	20
Mapa 5 - Arcabouço geomorfológico do Parque Nacional do Caparaó.....	22
Mapa 6 - Hipsometria e postos microclimáticos.....	30
Mapa 7 - Relação entre temperatura média e mínima do Parque Nacional do Caparaó-MG..	33
Mapa 8 - Relação entre temperatura mínima e altitude	46
Mapa 9 - Relação entre temperatura média e altitude.....	46

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	6
2. INTRODUÇÃO	6
3. OBJETIVOS	7
4. ÁREA DE ESTUDO	7
4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	7
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	8
4.2.1. Aspectos vegetativos.....	8
4.2.2. Aspectos pedológicos.....	14
4.2.3. Aspectos hidrográficos.....	16
4.2.4. Aspectos climáticos	17
4.2.6. Aspectos humanos	22
4.3. POSTOS MICROCLIMÁTICOS	23
5. MATERIAIS E METODOLOGIA	27
5.1. INSTRUMENTAL	27
5.2. MONTAGEM DO BANCO DE DADOS	30
5.3. ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS.....	32
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
6.1. ANÁLISE DAS MÉDIAS E MÍNIMAS DE TEMPERATURA DO AR.....	34
6.1.1. Análise de temperatura média e mínima diária a partir dos postos microclimáticos.....	40
6.1.2. Representações cartográficas	45
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
9. TABELAS DINÂMICAS	49

1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo expor a apreensão dos conceitos apresentados em sala de aula pelo professor Emerson Galvani, responsável pela disciplina Estágio Supervisionado em Climatologia da USP, a partir da realização de um trabalho de campo promovido entre os dias 05 de maio e 27 de maio de 2023 no Parque Nacional do Caparaó.

Serão abordados, neste trabalho, as características climatológicas, geomorfológicas e geológicas do trajeto proposto até o Pico da Bandeira com cerca de 6,3km, buscando discutir as possíveis variações no que diz respeito às medidas obtidas através de objetos meteorológicos, estabelecendo, dessa forma, noções climatológicas e suas aplicações, a partir do auxílio de imagens, mapas e gráficos será possível detalhar as localidades dos pontos de parada, mapas descritivos e gráficos que se relacionam entre si.

2. INTRODUÇÃO

Tendo por objetivo a análise e espacialização da temperatura do ar **média e mínima** no perfil topoclimático do Pico da Bandeira, a disciplina *Estágio Supervisionado em Climatologia* (FLG 0591) ofertada de forma eletiva no departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), propõe como atividade pedagógica um trabalho de campo que parte da capital paulista em sentido a cidade de Alto Caparaó em Minas Gerais. Neste contexto, focou-se essencialmente no ambiente do perfil topoclimático do Parque Nacional do Caparaó e as diferenças climáticas do ponto 1 ao ponto 8.

Aqui, primeiramente realizamos uma *apresentação* que visa relatar as características essenciais do relatório de campo, assim como a razão pela qual ele foi produzido. Em segundo, os *objetivos* têm como intuito explicar por que motivos o trabalho de campo foi realizado em sua instância e o que se espera com os dados obtidos através da presente prática.

A luz da *área de estudo* tem por desígnio especificar de forma aprofundada a localização da mesma e sua caracterização, mais densamente, os aspectos vegetativos dos pontos ao longo do percurso percorrido no parque, os aspectos pedológicos, hidrográficos, geológicos, geomorfológicos, climáticos e humanos. Logo, os postos microclimáticos exemplificam também as características do macroclima, mesoclima e microclima do local.

Os *materiais e métodos* abordam quais os tipos de instrumentos que foram utilizados para a desinstalação do ponto 2, assim como os demais pontos, no qual, o grupo ficou responsável. A montagem do banco de dados diz respeito sobre a programação e calibração dos Dataloggers antes da realização do campo, intervenções teóricas com diversos professores

realizando exposições dos aspectos climáticos, vegetativos, geomorfológicos e da área de medicina. Há também, a caracterização e visualização espacial com a elaboração de tabelas, gráficos e representações cartográficas - Google Planilhas e QGIS -, mapas de localização e hipsométrico, acentuado que em campo foram coletados 8 pontos ao longo da trilha. Em espacialização dos dados, é possível ver os horários de instalação/desinstalação dos pontos, altitude, coordenadas geográficas, pressão atmosférica, declividade, orientação da vertente e a descrição da vegetação presente em cada um destes.

Em *Resultados e Discussões* são feitas as avaliações da temperatura média em relação à altitude (m) no primeiro gráfico, temperatura mínima em relação à altitude (m) no segundo, e por conseguinte, dois gráficos comparativos representando tanto a temperatura média diária em relação à altitude entre os dias 07 e 27/05/2023 e a média de temperatura mínima diária em relação à altitude entre 07 e 27/05/23, contextualizando os 8 pontos instalados. Em alusão dos atributos de interferência são citadas as características de ocorrência da brisa anabática, da brisa catabática - também conhecidas como brisa de vale e de montanha -, inversão térmica, precipitação, cartas sinópticas e representações cartográficas comparativas da temperatura média e mínima do ar.

Para as *considerações finais* identificam-se as características do trabalho de campo para a disciplina em questão, no caso, pela mesma ter conseguido agregar uma geografia completa perpassando por aspectos socioeconômicos, agrários, biogeográficos, pedológicos, hidrográficos, geológicos/geomorfológicos, climáticos e a junção destes dentro da teoria e da prática. Por conseguinte, em *Anexos* podem ser visualizadas as tabelas dinâmicas.

3. OBJETIVOS

O propósito da realização do trabalho de campo da disciplina Estágio Supervisionado em Climatologia ocorreu para que os estudantes obtivessem um conhecimento acadêmico voltado para pesquisa no Parque Nacional do Caparaó, que está localizado na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Sendo desenvolvido um estudo da análise e espacialização da temperatura média e mínima do ar no perfil topoclimático do Pico da Bandeira.

4. ÁREA DE ESTUDO

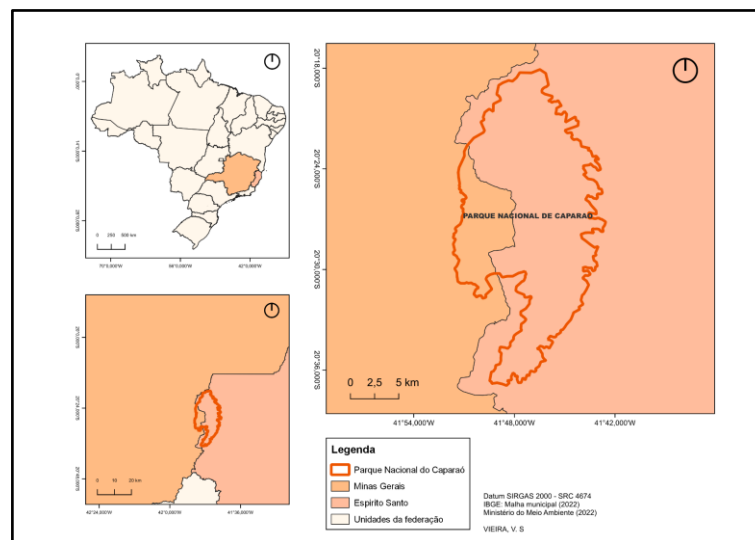
4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localizado no limite interestadual entre Minas Gerais e Espírito Santo e entre os paralelos 20° 19'S e 20° 37'S, e os meridianos 41° 43'W e 41° 53'W, o Parque Nacional do Caparaó é classificado como uma Unidade de Conservação e Reserva de Biosfera, pois é

responsável por preservar os remanescentes na Mata Atlântica nesta região. Desta forma, está localizado a cerca de 329km de Belo Horizonte-MG, a 221km de Vitória-ES e a 757km de São Paulo.

De acordo com seu plano de manejo, o Parque possui uma perímetro de 139,901km e superfície de 31.853,12 ha, onde abrange os municípios de: Alto Caparaó-MG, Alto Jequitibá-MG, Espera Feliz-MG, Divino de São Lourenço-ES, Dolores do Rio Preto-ES, Ibitirama-ES, Irupi-ES e Iúna-ES, sendo criado a partir do Decreto Federal Nº 50.646, de 24/05/1961 e posteriormente ampliado em 1997.

Mapa 1 - Localização do Parque Nacional do Caparaó



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.2.1. Aspectos vegetativos

A vegetação e o clima de um determinado local estão associados. No Parque Nacional do Caparaó isso não é diferente. O parque engloba tanto os estados do Espírito Santo e Minas Gerais, sendo que a vertente capixaba, além de englobar a maior parte do parque, está a barlavento, ou seja, recebe umidade advinda do oceano atlântico e, por isso, conta com uma vegetação mais densa e exuberante, algo que não acontece com tanto afinco na parte mineira do parque, mas que também conta, é claro, com uma certa expressiva vegetação.

Na escala macro, o parque está dentro do domínio morfoclimático que Ab'Saber (2003) determina como mares de morros, ou seja, áreas mamelonares tropicais atlânticas florestadas. No entanto, adentrando mais à vegetação local, percebemos maiores particularidades.

O Parque está dentro do bioma da Mata Atlântica e sua área é uma unidade de conservação. Isso significa que o parque pode ser utilizado apenas para fins como científicos e turísticos, ainda assim com várias restrições.

Os aspectos mais importantes que influenciam a vegetação do Parque Nacional do Caparaó são a maritimidade, que significa que a parte do terreno que receber diretamente maior umidade do mar, no caso, a parte capixaba do parque, terá florestas ocorrendo até altitudes mais elevadas; os cursos d'água também são de suma importância, visto que a vegetação florestal está concentrada ao longo deles; as vertentes expostas ao norte recebem maior insolação do as que estão expostas ao sul, isso faz com que nas vertentes expostas ao norte predomina a formação de campos e na vertente sul a formação de florestas; por fim, a inclinação do terreno, que influencia a drenagem, causa também influência na vegetação. Em inclinações elevadas o escoamento é mais rápido e quanto maior a inclinação menor o porte da vegetação.

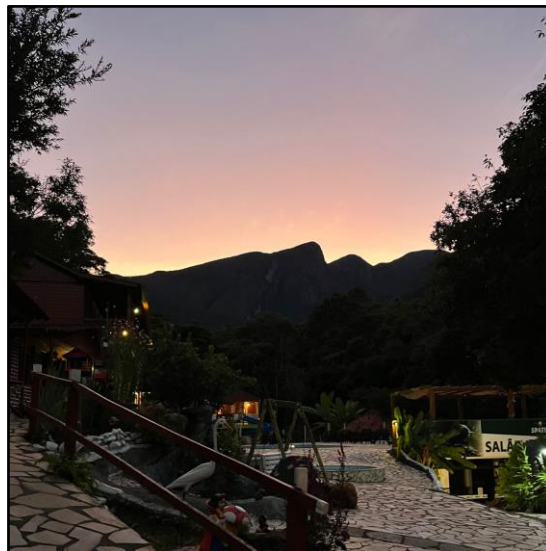
A vegetação que corresponde à região do Parque Nacional do Caparaó consiste no bioma da Mata Atlântica. Vista como a segunda maior floresta tropical pluvial no continente sul-americano, atrás apenas da Floresta Amazônica, apresentava originalmente uma extensão de aproximadamente 1,5 milhões de km², estendendo-se ao longo de toda a costa litorânea brasileira até o noroeste argentino. Considerada um dos maiores “hotspots” da biodiversidade mundial, se localiza atualmente entre as latitudes 4° e 32° S, no qual recobre zonas climáticas e vegetacionais tropicais e subtropicais (CICCO et al, 2021). No que tange a região do Parque, a vegetação se classifica como Floresta Estacional Semidecidual Montana, Floresta Ombrófila Densa Montana e Campos de Altitude.

- *Floresta Estacional Semidecidual Montana*: apresenta-se por meio de disjunções dispersas em diferentes regiões do país, onde o estrato superior é composto principalmente por plantas de porte médio e grande, sendo a maioria de folhagem caducifólia, com mais de 50% dos indivíduos desprovidos de folhas durante períodos desfavoráveis (IBGE, 2012).
- *Floresta Ombrófila Densa Montana*: Essa formação corresponde às áreas situadas entre 400 e 1.000 metros na Região Sul do país. Nesses locais, a estrutura vegetal é mantida até próximo ao topo das colinas erodidas, onde a influência de solos rasos ou rochosos afeta o tamanho dos indivíduos arbóreos, que se tornam menores. A cobertura florestal apresenta uma altura média de cerca de 20 e 30m e é composta por variedades de árvores de troncos relativamente finos, casca grossa e rugosa e folhas pequenas (IBGE, 2012).

- *Campos de Altitude*: também conhecidos como Sistemas de Refúgios Vegetacionais ou Comunidades Relíquias, pois é considerada uma forma vegetativa que se diferencia dos aspectos florísticos e fisionômico-ecológicos de uma determinada região, onde se encontram espécies endêmicas e que se desenvolvem em condições muito específicas, que como é o caso do Pico da Bandeira, em áreas de relevos montanhosos muito dissecados. Nas serras, em altitudes diversas, é comum encontrar áreas turfosas e cumes litólicos que abrigam vegetação remanescente. Esses ambientes podem exibir uma vegetação com aparência de campo. Ainda assim, esse tipo de vegetação apresenta uma maior sensibilidade diante de qualquer possível intervenção de manejo (IBGE, 2012).

PONTO 1: Nele, nos deparamos com a Floresta Ombrófila Densa Montana, uma floresta que se desenvolve sobre solos argilosos e que apresenta dossel uniforme com 20 metros a três estratos: herbáceo; arbustivo e arbóreo. Porém, destaca-se que o ponto 1 tratava-se de uma paisagem mais urbanizada, podendo ser caracterizado como também uma mata secundária.

Imagem 1 - Ponto 1-Pousada do Bezerra



Autoria: Larissa Amorim dos Santos, 2023

PONTO 2: Neste ponto, nos deparamos com a Floresta Estacional Semidecidual, que, de acordo com o Dossiê Mata Atlântica de 2003, é caracterizada por uma estação quente e chuvosa e outra fria e seca. No entanto, por conta da proximidade geográfica, o ponto 2 ainda

contava com muitas espécies e características da Floresta Ombrófila Densa Montana do ponto 1.

Imagem 2 – Ponto-Entrada do Parque Nacional do Caparaó



Autoria: Larissa Amorim dos Santos, 2023

PONTO 3: Neste ponto, o qual o grupo trabalhou, também chamado de “Tronqueira”, ainda há a presença da Floresta Estacional Semidecidual. No entanto, vale ressaltar que essa área é como uma pequena zona de transição ou limite com os campos de altitude que virão logo em seguida, no ponto 4 e adiante.

Imagem 3 – Ponto 3-Mirante da Tronqueira



Autoria: Larissa Amorim dos Santos, 2023

PONTO 4: No ponto 4 e em seguida, começam os campos de altitude, caracterizados por uma vegetação herbácea-arbustiva acima dos 2000 metros se desenvolvendo sobre os afloramentos cristalinos e intensa radiação solar.

Imagem 4 - Ponto 4-Terreirão



Autoria: Larissa Amorim dos Santos, 2023

PONTO 5: No ponto 5, que ultrapassa os 2400 metros, os campos de altitude estão entre as rochas expostas.

Imagem 5 - Ponto 5



Autoria: Larissa Amorim dos Santos, 2023

PONTO 6: Ainda há campos de altitude, mas os arbustos voltam a aparecer por conta do solo turfoso nas falhas e fraturas das rochas. Vale ressaltar que a declividade, nesse ponto, é muito acentuada.

Imagem 6 - Ponto 6



Autoria: Larissa Amorim dos Santos, 2023

PONTO 7: Novamente campos e altitude, em uma grande altitude, que já chega aos 2.800 metros.

Imagem 7 - Ponto 7



Autoria: Larissa Amorim dos Santos, 2023

PONTOS 8 e 9: No ponto 8 temos vegetação rasa, mais resistente e rocha exposta; e no ponto 9, ou seja, no Pico da Bandeira, temos rocha exposta, praticamente ausência total de solo e vegetação.

Imagem 8 - Ponto 8



Autoria: Larissa Amorim dos Santos, 2023

Imagem 9 - Pico da Bandeira



Autoria: Larissa Amorim dos Santos, 2023

4.2.2. Aspectos pedológicos

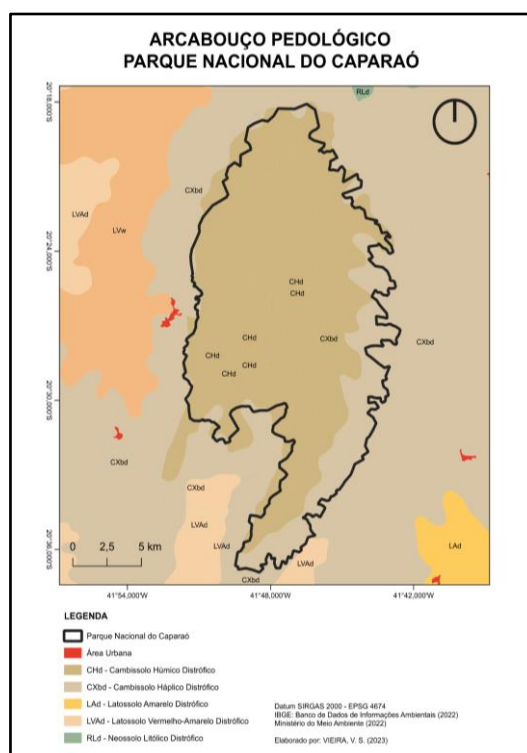
Ao analisar a representação cartográfica fornecida, podemos observar que o Parque Nacional do Caparaó é composto por duas formações pedológicas conhecidas como

Cambissolos. Os Cambissolos (C) são solos pouco desenvolvidos, caracterizados por ter um horizonte B incipiente devido ao estágio de formação em que se encontram.

Dentro dos limites do Parque Nacional do Caparaó, a classificação predominante é a do Cambissolo Húmico Distrófico (CHd). Esse solo apresenta uma textura argilosa média e uma aparência rochosa, devido às áreas montanhosas e escarpadas onde são encontrados. A caracterização "Húmico" se deve ao fato de o horizonte A desse solo possuir uma coloração escura, resultado de uma maior concentração de matéria orgânica. Isso está relacionado aos climas frios de alta altitude. Esses solos geralmente possuem baixa fertilidade e alta acidez, sendo utilizados principalmente para pastagem e produção de subsistência (EMBRAPA SOLOS, 2021a).

Por conseguinte, a segunda classificação predominante nos limites capixabas do Parque é o Chxd - Cambissolo Háptico Tb Distrófico. Esse tipo de solo tem uma textura argilosa cascalhenta com baixa atividade e é encontrado em terrenos fortemente ondulados em áreas montanhosas. A característica "Háptico" indica a ausência do Horizonte A, que deveria ser rico em matéria orgânica. Esse solo apresenta fertilidade variável devido à declividade acentuada do relevo e à baixa profundidade de desenvolvimento pedológico, podendo conter fragmentos rochosos (EMBRAPA SOLOS, 2021b).

Mapa 2 - Arcabouço pedológico do Parque Nacional do Caparaó



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

4.2.3. Aspectos hidrográficos

No que diz respeito aos aspectos hidrográficos da região onde está localizado o Parque Nacional do Caparaó, deve ser ressaltado antes de mais nada, que devido a exploração por parte da agricultura e pela criação de animais - especialmente bovinos -, nos córregos e rios no entorno do parque é possível observar bons sinais do impacto deste tipo de uso da terra, levando em consideração também a sua antiga cultura de ocupação caracterizada tanto por desmatamento e incêndios (PLANO DE MANEJO PARQUE NACIONAL CAPARAÓ, 2015). De tal maneira, é estimado que o parque possui em torno de mais de 1.000 nascentes adentro.

A partir deste levantamento, conhecer as características hidrográficas do parque requer entender tanto a relação com a atmosfera quanto com o subsolo. A precipitação anual pode chegar aos 1.400 mm, tendo em vista que a região é abundante em rios tanto perenes, quanto caudalosos. O relevo também impacta, já que em seu entorno encontram-se mares de morros com diferentes tipos de erosão. Assim, “a dissecação sobre a tectônica quebrante pré-cambriana é acentuada e se depreende do conjunto de fatores de ordem geográfica e geológica próprios a esse trecho” (ICMBIO - Parque Nacional do Caparaó).

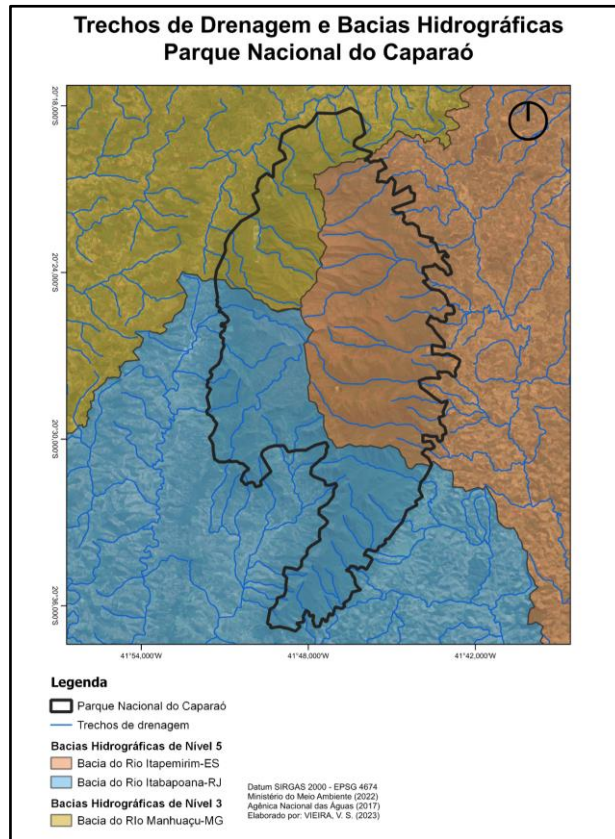
Rodeado por córregos, riachos e nascentes, o PARNA Caparaó contribui com quatro bacias de grande importância. Tendo em vista que foram encontradas informações do Rio Manhuaçu-MG no site da ANA e do Rio Doce-MG no site do ICMBio foi decidido trazer informações dos quatro em decorrência de se obter maiores detalhes acerca dos atributos hidrográficos do parque, sendo a do Itabapoana-RJ, Itapemirim-ES, bacias de nível 5, enquanto que, os rios Doce-MG e Manhuaçu-MG são consideradas bacias de nível 3. De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012), recebem essa numeração pois são rios tributários menores que desaguam em rios principais, sendo estes considerados, interbacias, conforme a metodologia de Otto Pfafstetter (1989). Tendo em vista ainda critérios de jusante e montante (níveis 1, 3, 5, 7 e 9), sendo:

1. Bacia do Itabapoana-RJ: pelo rio Caparaó, o qual nasce no Pico do Calçado, sendo esta matriz de piscinas do vale verde; o rio Preto, o qual nasce na base do Pico do Cristal, cujo cria a Cachoeira da Farofa, Cachoeira Sete Pilões e a Cachoeira do Aurélio, do lado de Minas Gerais.
2. Bacia do Itapemirim-ES: tem como afluente o rio Pedra Roxa, que nasce próximo ao topo do Pico da Bandeira e o rio Santa Marta, nascente da base do Pico da Bandeira.
3. Bacia do Rio Doce-MG: um de seus essenciais afluentes está o rio José Pedro, que vem a ter sua nascente perto do ponto 3 - Terreirão, entre a divisa dos Estados de

Minas Gerais e Espírito Santo, sendo este moldador do Vale Encantado como igual da Cachoeira Bonita e o rio Claro tendo sua nascente no Arrozal.

4. Rio Manhuaçu-MG (3): com relação à bacia do rio Doce, fora do PNC o rio José Pedro deságua no rio Manhuaçu, fazendo então seu papel na bacia do rio Doce.

Mapa 3 - Trechos de drenagem e Bacias Hidrográficas do Parque Nacional do Caparaó



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

4.2.4. Aspectos climáticos

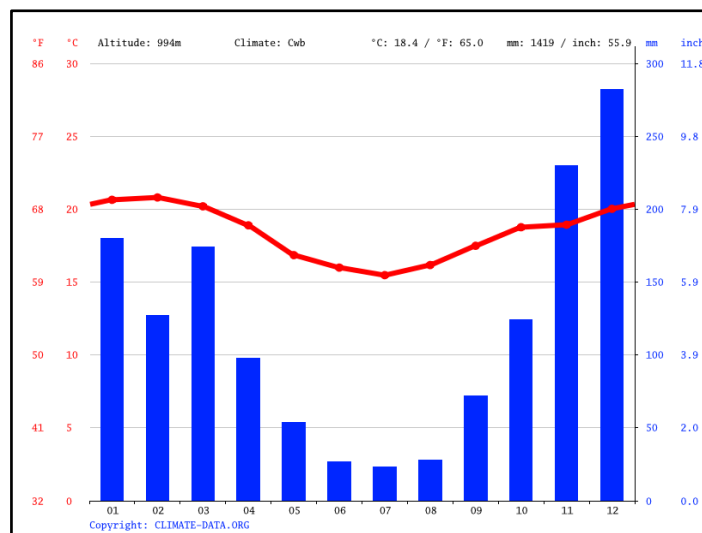
Na região serrana do Parque Nacional do Caparaó, as características do meio físico resultam no Clima Tropical de Altitude de acordo com a classificação de Köppen e Geiger. Essa classificação é influenciada pela alta altitude e pela geologia e geomorfologia do Pico da Bandeira.

O Clima Tropical de Altitude, representado pela sigla Cwb, atua em áreas montanhosas de maiores altitudes, sendo caracterizado por temperaturas amenas e variações sazonais mais pronunciadas. Em comparação com o clima tropical típico, as temperaturas são relativamente mais baixas e apresentam uma amplitude térmica significativa entre o dia e a noite. Esse tipo

climático também tem estações anuais bem definidas, com verões mais quentes e invernos frios (CLIMATE ORG).

Quanto às chuvas, o clima Cwb apresenta um regime de precipitação considerável, que pode ser distribuído ao longo do ano ou concentrado em determinadas estações, dependendo da região, predominando no verão e detendo menor intensidade no inverno, como é possível observar no climograma a seguir, esquema gráfico que correlaciona a temperatura com os índices pluviométricos do município de Alto Caparaó-MG (CLIMATE ORG).

Figura 1 - Climograma de Alto Caparaó-MG



Fonte: CLIMATE DATA ORG, 2023

Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/alto-caparao-175924/>

Desta maneira, as médias pluviométricas anuais caracterizam esta área são de 1419mm, sendo julho o mês mais seco, com uma média de 23mm, enquanto dezembro é o mais chuvoso com uma média de 282mm. Ao se relacionar com os índices térmicos, região de Alto Caparaó-MG apresenta uma média anual de temperatura que atinge 18,4°C, onde fevereiro é o mês mais quente, com uma média de 28°C e julho o mais frio com uma média de 15,5°C (CLIMATE DATA ORG).

Devido à altitude considerável, o clima Cwb frequentemente apresenta períodos de nebulosidade, indicando maior umidade relativa do ar e condições gerais úmidas. Isso tem um impacto direto no desenvolvimento da vegetação nessas áreas, favorecendo o crescimento de

formações florestais densas em altitudes elevadas. Essas áreas abrigam uma variedade de espécies adaptadas a esse tipo de clima.

4.2.5. Aspectos Geológicos e geomorfológicos

O Pico da Bandeira possui um arcabouço geológico complexo formado por diferentes feições e unidades estruturais.

Ao se analisar a partir de sua macroestrutura, o Parque Nacional do Caparaó como um todo se encontra inserido na Província Mantiqueira. A Província Mantiqueira, ou Sistema Orogênico Mantiqueira, é uma região geotectônica formada no final do Neoproterozoico e início do Paleozoico, localizada a leste dos crátons São Francisco e Rio da Prata-Paraná.

Estende-se por aproximadamente 3.000 km ao longo da costa atlântica, desde Montevideu (Uruguai) até o sul da Bahia, com uma orientação NNE-SSW. Possui um registro geológico abrangente e complexo do Neoproterozóico na América do Sul, abrangendo um período de 900 a 520 milhões de anos, e também preserva vestígios de unidades geológicas antigas, como arqueanas, paleoproterozoicas e mesoproterozoicas. A Província Mantiqueira, junto à parte sul da Província Tocantins, compõe o arcabouço pré-cambriano do sudeste brasileiro, que se desenvolveu em resposta ao "Ciclo Brasileiro" (BIZZI et. a, 2003). Como subprovíncia, o Parque Nacional se encontra sobre o Grupo Araçuaí-Rio Doce.

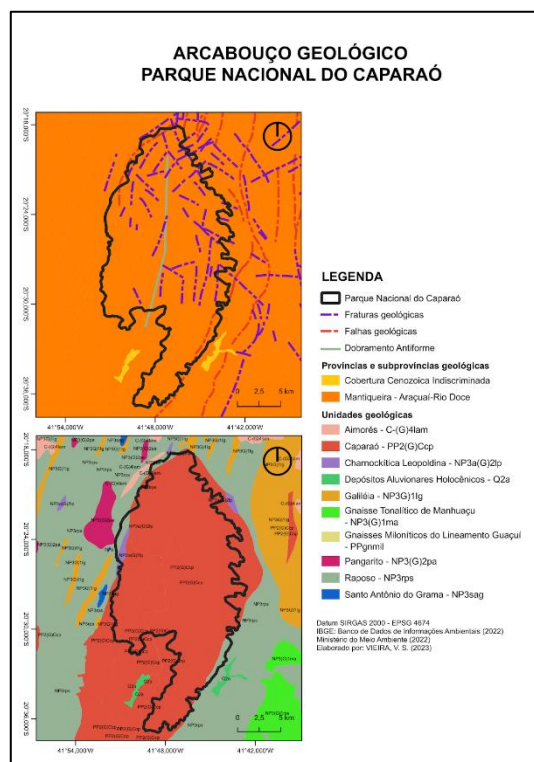
O Parque Nacional do Caparaó possui três unidades principais: Grupo Caparaó, Grupo Raposo e Grupo Charnockítica Leopoldina. O Grupo Caparaó é o mais presente na região, representada pelo símbolo PP2(G)Ccp, é classificada como uma suíte metamórfica, ou seja, composta por rochas metamórficas com características semelhantes. Essa unidade se formou durante o Proterozoico e é composta principalmente por gnaisses de granulometria média a fina, com uma coloração esverdeada, onde exibem bandamentos alternados de rochas quartzo-feldspáticas e rochas máficas contendo ortopiroxênios e biotitas. Além disso, apresentam dobramentos e cisalhamento. Outros tipos de rochas que são comuns nesta unidade incluem ortognaisses, migmatitos, granulitos, enderbitos e charnockitos (NOVO et al. 2011).

O Grupo Raposo é uma sequência de metassedimentos que se estende pelo Rio de Janeiro e Minas Gerais. No Rio de Janeiro, sua orientação predominante é SW-NE, enquanto em Minas Gerais é N-S. Essa sucessão de rochas é caracterizada por um aspecto milonítico, juntamente com intercalações tectônicas frequentes com os ortogranulitos do Complexo Juiz de Fora, que servem como embasamento para o Grupo Raposo. Seu arcabouço litológico é composto por uma combinação de paragnaisses e outros litotipos supracrustais, incluindo quartzitos, calcissilicáticas, anfíbolitos e gonditos. A deposição dessas rochas ocorreu entre

aproximadamente no Proterozoico, onde parte de seus sedimentos é relacionado com os metassedimentos do Grupo Andrelândia. (VIEIRA; MENEZES, 2015).

O Grupo Charnockítica Leopoldina, representado pelo símbolo NP3a(G)2lp, possui uma presença menor no Parque Nacional do Caparaó, concentrando-se principalmente na parte mineira da área. Essa unidade é classificada como uma suíte intrusiva, composta por diques e corpos ígneos intrusivos. Sua formação está associada a processos geológicos e magmáticos relacionados aos movimentos tectônicos que ocorreram desde Minas Gerais até o Rio de Janeiro. É caracterizada pela ocorrência de diferentes corpos encaixados ao longo do contato entre os paragneisses de Andrelândia e os ortogneisses do Grupo Juiz de Fora.

Mapa 4 - Arcabouço geológico do Parque Nacional do Caparaó



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

O arcabouço geomorfológico do Parque Nacional do Caparaó se encontra sobre a Unidade Geomorfológica denominada como Serra do Caparaó. Esta, por sua vez, se encontra sobre a morfoestrutural dos Planaltos da Serra da Mantiqueira Setentrional, posicionada no limite entre Minas Gerais e Espírito Santo. A Serra do Caparaó exibe uma forma distintiva caracterizada por uma estrutura de topo pontiagudo resultante de processos de dissecação. Apresenta uma densidade de drenagem fina e incisões profundas, demonstrando um aprofundamento considerável. Seus maciços são intensamente dissecados, abrangendo uma

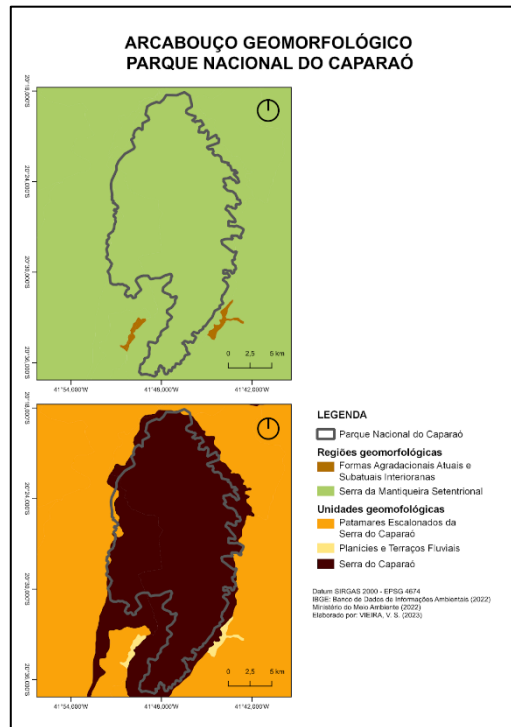
altitude de 600m a 2000m, que com base na reativação tectônica que ocorreu durante o desenvolvimento do rift que separou as placas Sul-americana e Africana entre o Cretáceo e o início do Paleógeno, a sua origem está relacionada à reativação tectônica que afetou a maior parte da porção oriental da Plataforma Brasileira (BDIA, 2022).

Na sua face leste, o ambiente é caracterizado por patamares escalonados cercados por rochas de natureza granítica, gnáissica e migmatítica. Já na face oeste, apresentam-se formas morfológicas mamelonizadas com um processo de dissecação homogênea, que gradualmente se rebaixam em termos de altitude.. Esse rio atravessa um bloco que sofreu um processo de rebaixamento e está limitado pelas elevações do Caparaó, a leste, e da Serra do Brigadeiro, a oeste. A Serra do Caparaó, em particular, é uma crista que se estende no sentido norte-sul e está associada a uma falha normal que cria uma diferença de altitude de quase 2000 metros em relação aos compartimentos de morros convexos adjacentes (NOVO et. al, 2011).

A elevação do bloco é influenciada por uma dobra anticlinal, como observado na representação cartográfica do arcabouço geológico, que se estende na direção N-S. É ao longo dessa dobra que se formou a linha de crista que orienta a unidade e onde encontra-se as maiores altitudes. Os canais de drenagem seguem uma orientação perpendicular ao eixo principal (N-S), aproveitando as direções preferenciais das fraturas presentes no maciço (BDIA, 2022).

A Serra do Caparaó é margeada pelos Patamares Escalonados da Serra do Caparaó, localizados na porção centro-sul do Espírito Santo, leste de Minas Gerais e norte do Rio de Janeiro. Seu modelado foi esculpido sobre um arcabouço geológico metamórfico e massas graníticas intrusivas. Em comparação à Serra do Caparaó, apresenta um relevo rebaixado, de dissecação homogênea de colinas e morros baixos, aspecto associado ao Domínio de Mares de Morros proposto por Aziz Ab'Saber, onde acabam separando a Depressão Interplanáltica do Médio Vale do Rio Doce. Sua altitude varia de 300 a 860 metros. Seu contato com a Serra do Caparaó se dá por meio da variação entre modelados, onde passa a ser estrutural de forte aprofundamento.

Mapa 5 - Arcabouço geomorfológico do Parque Nacional do Caparaó

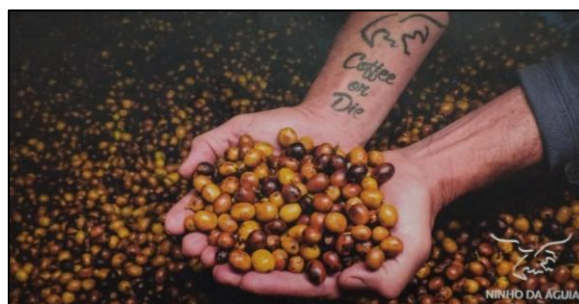


Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

4.2.6. Aspectos humanos

Uma das características que se destaca na região ao redor do PARNA Caparaó é a produção de cafés especiais. Ao lado da entrada do parque, em Minas Gerais, através de uma das encostas do Pico da Bandeira, a 1.300m de altitude está localizada a Fazenda Ninho da Águia, em uma área de microclima especial para a produção do produto em um manejo de agroecologia. Situada em uma localização de jardins sustentáveis, árvores nativas e frutíferas estão as lavouras que anualmente são realizadas colheitas seletivas de cerca de trezentas sacas de café orgânico, gerando renda local socialmente justa e economicamente viável.

Imagem 10 - Panfleto Fazenda Ninho da Águia



Autoria: Rafael Erandes, 2023

As populações das cidades de Alto Caparaó-MG (entrada do parque) e Ibitirama-ES (Pico da Bandeira) são de aproximadamente 5.795 pessoas e 9.520, respectivamente (IBGE, 2022). Uma correlação que pode ser feita comparando o PIB per capita das duas cidades, visto que ambas possuem o turismo do parque como potencial de desenvolvimento econômico da região, é de que ao longo dos anos foi possível ver um aumento do produto interno bruto, que em Alto Caparaó chega a 14.345,03 R\$ e em Ibitirama aos 17.645,21 de acordo com dados do IBGE do ano de 2020. Em conformidade com o site da Prefeitura Municipal de Alto Caparaó-MG, a cidade pertence ao Circuito Turístico do Pico da Bandeira, sendo um dos portais para a entrada no parque. Dentro de seus perímetros é possível visitar a Cachoeira Bonita, o Vale Verde e o Encantado, o Pico da Bandeira, o Pico do Cristal, dentre outros.

A renda da população que vive em torno do PNC advém tanto da produção dos cafés agroecológicos, do turismo local e de outras atividades, das quais, foram destacadas a venda de chaveiros com descrições do nome da cidade, letra de nome pessoal, jipe em miniatura e café no bule. Destaca-se o jipe por relembrar o percurso feito nos pontos iniciais do trabalho de campo com o auxílio deste transporte e o próprio café representando a produção de cafés especiais da região.

Imagem 11 - Souvenirs de Alto Caparaó-MG



Autoria: Rafael Erandes, 2023

4.3. POSTOS MICROCLIMÁTICOS

Ao longo do tempo e do espaço, evidenciam-se as possibilidades de interação entre os fluxos de matéria/energia e os elementos condicionantes da definição do clima, desse modo, devem ser considerados três conceitos para diferenciar escalas climáticas (Carbonneau, 1984):

Macroclima, ou clima regional, diz respeito a interação entre a radiação solar, a curvatura da Terra e os seus movimentos de rotação e translação. A macroclimatologia está “relacionada com os aspectos dos climas de amplas áreas da Terra e com os movimentos

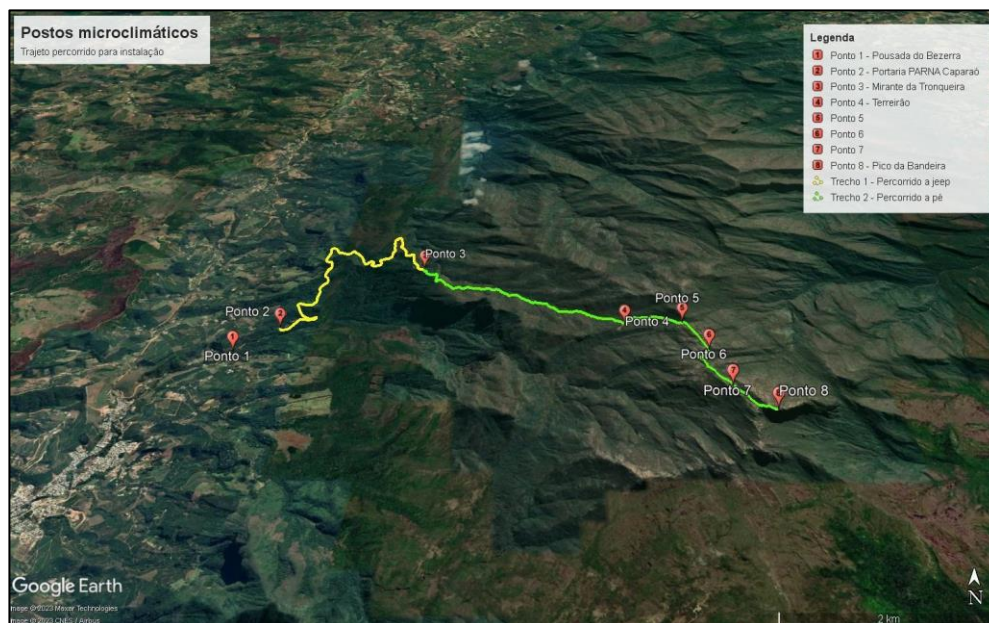
atmosféricos em larga escala” (AYOADE, 1988). Se refere, portanto, ao clima médio que ocorre em um território relativamente amplo, e que demanda, para sua definição, dados de um conjunto de postos meteorológicos; os dados macroclimáticos em áreas que possuem relevo acentuado possuem um valor apenas relativo. Um mesmo macroclima, no entanto, pode englobar áreas de planície muito extensas.

Mesoclima, ou clima local, se refere à relação entre a energia disponível (para o processo de evaporação e de geração de campos de pressão) e as aspectos do meio terrestre. A mesoclimatologia se encontra “preocupada com o estudo do clima em áreas relativamente pequenas, entre 10 a 100 quilômetros de largura, por exemplo, o estudo do clima urbano e dos sistemas climáticos locais severos tais como tornados e temporais” (AYOADE, Op. cit.). É possível definir um mesoclima também através dos dados de uma estação meteorológica. A área abrangida por um mesoclima pode ser consideravelmente variável, mas na maioria das vezes trata-se de áreas relativamente pequenas, fazendo referência a situações bastante particulares do ponto de vista de exposição, declividade ou altitude, por exemplo. O termo *topoclima*, muitas vezes, é utilizado para designar um mesoclima, no qual a orografia configura-se como um dos parâmetros principais de caracterização climática, como por exemplo, o clima de um vale ou de uma encosta de montanha.

Microclima, configura-se como sendo a interação entre os sistemas ambientais particulares na modificação dos fluxos de energia, umidade, massa e momento. A microclimatologia se encontra “preocupada com o estudo do clima próximo à superfície ou de áreas muito pequenas, com menos de 100 metros de extensão” (AYOADE, Op. cit.). Desse modo, refere-se às condições climáticas de uma superfície, de fato, muito pequena. Sendo este, o nível escalar mais próximo dos indivíduos.

Sob esse viés, a escala microclimática desempenha papel fundamental no presente trabalho e requer maior atenção, uma vez que a pesquisa realizada se consolida através da coleta desses dados, obtidos através dos oito postos microclimáticos inseridos no trajeto entre a Pousada do Bezerra até o Pico da Bandeira.

Figura 2 - Representação topoclimática por satélite dos postos microclimáticos



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Neste caso, a pesquisa de caráter climatológico deu-se a partir da utilização de um abrigo meteorológico de baixo custo (ABC). Quando abordamos o tema referente aos abrigos meteorológicos, tem-se, primeiramente, os abrigos meteorológicos produzidos a partir da madeira, pois trata-se de um importante material utilizado para a construção desses abrigos. Entretanto, o material, seu tamanho, peso e forma tornam-se um empecilho para o seu deslocamento nos trabalhos de campo. Em dias com maior pluviosidade, inclusive, o material tem a sua durabilidade afetada de modo negativo e no que se refere à pesquisa, altera os valores obtidos pelo termômetro devido à absorção indevida de água da chuva (CASTELHANO; ROSEGHIN, 2011).

Em contrapartida e se tratando de uma outra opção, há abrigos meteorológicos de baixo custo que são confeccionados com chapa de ferro galvanizado, sendo pintado de cor branca, o qual é inspirado no modelo 41003 10 – Plate Radiation Shield (Campbell inc.) (ARMANI; GALVANI, 2006), sendo este o utilizado no presente trabalho. A forma com que o abrigo é construído impede a entrada da chuva e da radiação solar direta, pois tem-se uma área de sobreposição entre os anéis que ocasiona o bloqueio da entrada, bem como o abrigo meteorológico padrão, que permite somente a entrada da radiação solar difusa, refletida pelo solo. A confecção do instrumento permite também a boa ventilação natural por todos os lados, inclusive por baixo. Para a coleta de dados em campo necessita-se da inserção do Datalogger

HT-500 em cada um dos abrigos e da calibragem dos sensores de temperatura e umidade relativa do ar – processo realizado anterior ao trabalho de campo.

Desse modo, o instrumento que é confeccionado a partir da chapa de ferro galvanizado com 0,5mm de espessura, diâmetro de 220mm e pé direito central de 240mm, pintado com esmalte brilhante na cor branca, torna-se responsável por abrigar os sensores requeridos para o desenvolvimento da pesquisa climatológica. Por fim, em termos de custo, cada um dos abrigos custa 30 reais, sendo 20 vezes inferior ao abrigo da Campbell na cotação de dólar em junho/2004 (ARMANI; GALVANI, 2006).

Ainda ao que se refere o clima - sendo o clima regional uma subunidade climática do macroclima, nas zonas de relevo acentuado, encontramos o clima tropical de altitude, deste modo, o Parque Nacional do Caparaó é caracterizado a partir deste, onde o relevo predominante assume importância e incidência na determinação das diferenças de temperatura e pluviosidade na região. As principais características desse tipo climático são a elevada umidade, a diminuta temperatura e a recorrência das chuvas.

A temperatura média anual do Parque varia entre os 19°C e os 22°C, com a máxima absoluta atingindo os 36°C e a mínima absoluta os - 4°C, pois nos picos mais altos pode-se atingir menos de 0°C (PLANO DE MANEJO, 1981). O índice de pluviosidade média varia dos 1.000 aos 1.500 mm anuais, atingindo 1.750 mm na porção norte do Parque. As chuvas concentram-se no período de novembro a janeiro, quando ocorrem de 35% a 50% das precipitações anuais. Já entre junho e agosto, são apresentadas as menores médias pluviométricas, embora este fator sofra variação em consequência do relevo acentuado (ICMBIO).

A altitude é um aspecto geográfico significativo para o colhimento de dados e para exploração das informações, sobretudo neste trabalho, em que se atingiu-se os 2.980 metros de altitude, por isso, utilizamos a sua aplicação para compará-la com outros aspectos, como a pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa.

Se intitula altitude a distância vertical de um ponto a nível médio do mar, por isso é considerada positiva quando o ponto está acima do referido nível (VAREJÃO, 2000) - é importante que a altitude não seja confundida com altura. Ainda segundo Varejão, há uma relação entre a pressão atmosférica e a altitude, pois esta influência na variação e há uma expressão que determina de que modo isso ocorre - abstemo-nos dessa parte. O peso exercido por uma coluna de ar, se denomina como pressão atmosférica, com divisão reta de área unitária, localizada acima do observador em um determinado instante e local, representando o peso que a atmosfera desempenha por uma unidade de área.

Portanto, a relação entre altitude e pressão atmosférica é inversamente proporcional devido a diminuição da coluna de ar à medida em que se leva, pois quanto maior for a altitude, menor deverá ser essa pressão, desse modo, entende-se que a pressão se torna muito menor no Pico se comparada à Pousada. Já no que diz respeito à realização da trilha, quanto maior a altitude, menor a quantidade de oxigênio, pois o ar fica menos denso, com mais espaços vazios entre as moléculas, por isso, as dificuldades se apresentam com maior intensidade na metade da trilha – do ponto 8 até o Pico, ponto 9, podendo haver dor de cabeça, náuseas e prostração. Ainda tratando de aspectos inversamente proporcionais, quanto maior for a altitude, menor a temperatura e também a umidade, os dados demonstram que na Pousada a temperatura atingia os 14,3°C e a umidade era de 67%, já no outro dia, no Pico da Bandeira, obtiveram-se 12°C e 61,4%, importante ressaltar que no caso da umidade relativa a vegetação e sistemas sinóticos e climáticos diários influenciam a obtenção dos dados.

5. MATERIAIS E METODOLOGIA

5.1. INSTRUMENTAL

A produção dos resultados deste trabalho foi subsidiada pelo registro de elementos relativos à localização e observação da composição paisagística e pelo uso de equipamentos que permitissem obter dados de umidade e temperatura, principais atributos do nosso estudo.

Os dados de altitude e pressão atmosférica foram obtidos através de altímetro barométrico.

Imagem 12 - Barômetro



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Com relação a localização, foi utilizado GPS para identificar as coordenadas UTM.

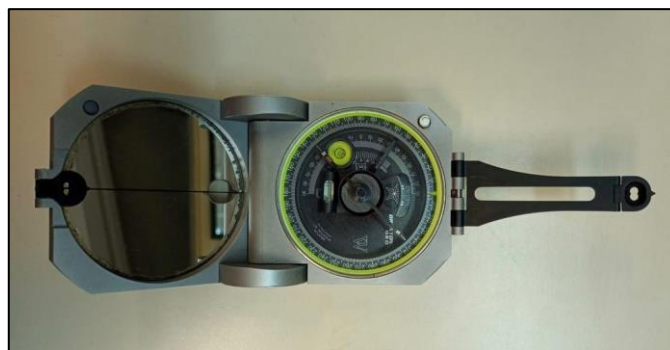
Imagem 13 - GPS eletrônico



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Utilizamos a bússola para orientar os sensores em direção ao Norte e descobrir a orientação das vertentes.

Imagem 14 - Bússola geológica



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Utilizamos o Datalogger de modelo HT-500, um sensor digital que monitora e registra dados de umidade relativa do ar e temperatura.

Imagem 15 - Datalogger HT-500



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Para o armazenamento do equipamento usamos um mini abrigo meteorológico de baixo custo e a fixação no solo nos pontos escolhidos foi feita utilizando haste de ferro, preso com arame e fitilho plástico.

Imagem 16 - Abrigo meteorológico



Autoria: Bruna Vieira, 2023

Por fim, a caracterização da vegetação dos postos se deu por observação *in loco* e registro fotográfico.

5.2. MONTAGEM DO BANCO DE DADOS

Além da prática em campo propriamente dita, testes de calibração e uso dos Dataloggers foram realizados, bem como intervenções teóricas com especialistas convidados a respeito do arcabouço vegetativo, geológico, geomorfológico e atributos do clima da área de estudo escolhida.

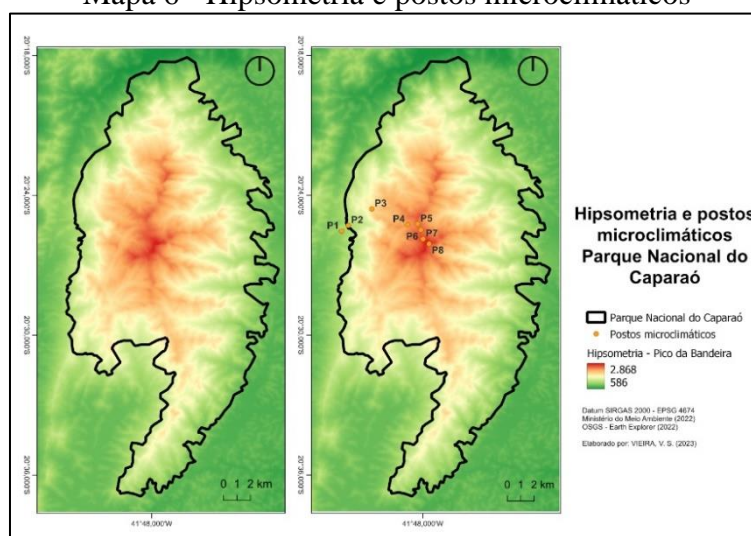
Imagem 17 - Teste de instalação do Datalogger e abrigo meteorológico na Cidade Universitária



Autoria: Giovanna Costa de Sousa, 2023

Para caracterização e visualização espacial da área de estudo, produzimos tabelas, gráficos e representações cartográficas através de recursos do Google Sheets e Quantum Gis (QGIS) -, de localização e o hipsométrico com a distribuição dos pontos de coleta dos dados e considerando referências da Estação Meteorológica de Espera Feliz (MG), que monitora o Parque Nacional Alto Caparaó.

Mapa 6 - Hipsometria e postos microclimáticos



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Em campo, buscando observar a variação da altitude e elementos relacionados ao clima, os dados de altitude, coordenadas UTM, pressão atmosférica e orientação das vertentes foram coletados ao longo de 8 pontos em diferentes níveis de altitude percorrendo a trilha do Pico pelo lado mineiro, onde também foi possível constatar a transição da cobertura vegetal e sua interferência no clima local. Para obter os dados de temperatura e umidade, foi instalado 1 sensor nos pontos 2, 3, 5, 6 e 7, e 2 sensores nos pontos 1, 4 e 8¹.

Imagem 18 - Posto microclimático instalado no Parque Nacional do Caparaó-MG



Autoria: Yasmim Ventura, 2023

Levando em consideração que o Datalogger é um dos materiais indispensáveis neste trabalho, ele deve ser programado e calibrado anteriormente à saída de campo visando controlar as medições pretendidas. Para tanto, fixamos o intervalo de medição dos dados em 1 hora, tendo a calibração iniciada no dia 03/05/2023 às 11:00h e encerrada no dia 06/05/2023 às 13:00h. Passada a calibração, o início do armazenamento dos dados efetivos foi em 07/05/2023 às 16:00h, com a instalação dos equipamentos no último ponto e sua finalização ocorreu em 27/05/2023, com a desinstalação dos materiais no primeiro ponto às 13:00h. É importante destacar que o mês escolhido para a realização do trabalho de campo foi estrategicamente pensado para minimizar a influência do regime de chuvas da estação do outono, o que foi crucial para a instalação dos postos microclimáticos e para evitar uma influência excessiva na coleta de dados.

¹ Devido a quantidade limitada, a diferença quanto à distribuição de Dataloggers foi baseada tendo em vista a hipótese de algum apresentar qualquer problema e comprometer a coleta de dados nos pontos considerados determinantes para o trabalho (P1, 4 e 8), uma vez que já com estes seria possível observar uma oscilação altimétrica expressiva.

Com a retirada dos equipamentos, os Dataloggers foram descarregados e iniciamos novas produções cartográficas, desta vez considerando os atributos de temperatura e umidade já com os dados obtidos, os quais serão desdobrados em seguida.

5.3. ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS

Percorrendo a trilha em dois momentos, que perfazem instalação e desinstalação dos equipamentos, chegamos aos seguintes dados:

Tabela 1 - Dados coletados nos momentos de instalação e desinstalação dos equipamentos nos postos ao longo da trilha do Parque Nacional Alto Caparaó-MG

Ponto	Horário (instalação; desinstalação)	Altitude (m)	UTM X (m)	UTM Y (m)	Patm (mmHg)	Declividade	Orientação da vertente
1	14:58; 14:40	1090	0201756	7738814	688	Média/ Elevada	Sudeste
2	15:44; 15:30	1200	0202242	7739282	680	Média/ Elevada	Sudoeste
3	08:45; 08:01	1970	0203977	7740611	624	Média/ Elevada	Norte
4	11:27; 10:22	2350	0206664	7739420	595	Média/ Elevada	Oeste
5	12:12; 11:58	2500	0207412	7739487	586	Média	Norte
6	12:43; 12:42	2600	0207666	7738499	575	Média	Oeste
7	13:35; 14:00	2750	0207841	7738302	566	Elevada	Norte
8	15:08; 15:40	2890	0208292	7737921	554	Elevada	Oeste

Autoria: Giovanna Costa de Sousa, 2023

Tabela 2 - Descrição do arcabouço vegetativo nos momentos de instalação e desinstalação dos equipamentos nos postos ao longo da trilha do Parque Nacional Alto Caparaó-MG

Ponto	Descrição da paisagem/vegetação
1	Floresta Estacional Semidecidual Montana
2	Floresta Ombrófila Densa Montana
3	Floresta Estacional Semidecidual
4	Campos de Altitude
5	Campos de Altitude
6	Campos de Altitude
7	Campos de Altitude
8	Campos de Altitude entre Afloramentos Rochosos

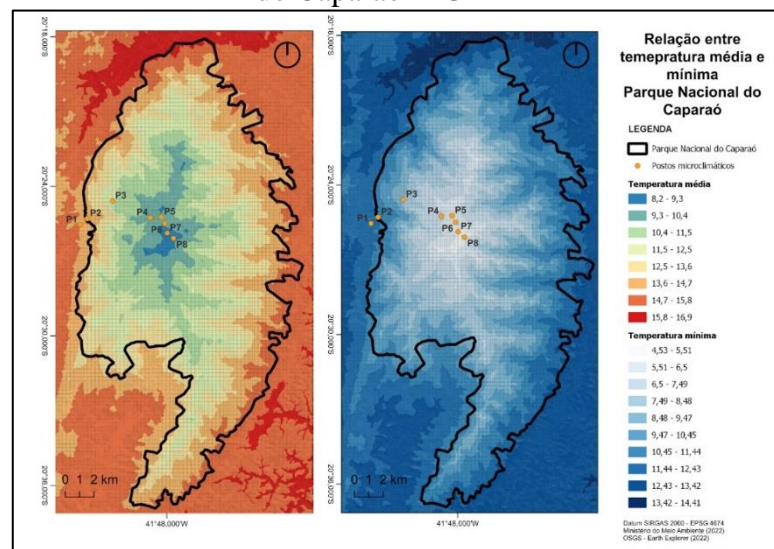
Autoria: Giovanna Costa de Sousa, 2023

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a conclusão do trabalho de campo realizado pela turma de Estágio Supervisionado em Climatologia, foi possível coletar dados sobre os aspectos climáticos do Pico da Bandeira, localizado no interior do Parque Nacional do Caparaó.

Como podemos observar a seguir, a relação entre as temperaturas médias e mínimas observadas no Parque Nacional do Caparaó em comparação com a altitude dos postos microclimáticos. A seguir, cada uma destas representações será abordada com maior detalhamento e explanação de suas variáveis.

Mapa 7 - Relação entre temperatura média e mínima do Parque Nacional do Caparaó-MG



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Nos estudos que utilizam a escala topoclimática como base para análise, os atributos climáticos, como vegetação, pressão atmosférica, temperatura do ar, circulação dos ventos, massas de ar, umidade e precipitação, são principalmente influenciados pela variação de altitude, tendo temperatura do ar é o atributo mais afetado por essa variação altitudinal (BARATTO et. al, 2022; FRITZSONS et. al, 2008; GALVANI et. al, 2010; FRITZSONS et. al, 2016). Fritzsos et. al (2015), aponta que a variação da temperatura do ar em escala microclimática ocorre fundamentalmente em função da altitude, posição das encostas em direção ao sol, atuação dos ventos continentais e marítimas, presença de áreas alagadas e posicionamento em relação ao oceano. Nesta perspectiva, o Pico da Bandeira, por apresentar uma altitude de 2892m desempenha uma forte influência no gradiente térmico ao longo de suas cotas altimétricas.

6.1. ANÁLISE DAS MÉDIAS E MÍNIMAS DE TEMPERATURA DO AR

Após aplicar uma técnica de análise espacial aos dados coletados utilizando uma tabela dinâmica, foi possível representar visualmente as médias e mínimas temperaturas do ar registradas entre os dias 07 e 27 de junho, em relação às altitudes dos 08 postos microclimáticos instalados. As tabelas a seguir exibem uma das três formas de representação espacial dos dados.

Tabela 3 - Relação entre temperatura média e altitude

Relação entre temperatura média e altitude		
Postos Microclimáticos	Altitude (m)	Temperatura média
1	1090	14,8
2	1200	14,3
3	1970	12,3
4	2350	9,8
5	2500	8,9
6	2600	9,1
7	2750	9,1
8	2890	8,4

Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Tabela 4 - Relação entre temperatura mínima e altitude

Relação entre temperatura mínima e altitude		
Postos Microclimáticos	Altitude (m)	Temperatura média
1	1090	12
2	1200	12
3	1970	8,6
4	2350	5
5	2500	5,1
6	2600	5,7
7	2750	5,4
8	2890	5,5

Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Ao simplificar as tabelas de dados, foi possível criar um Gráfico de Dispersão como uma segunda forma de representar os dados coletados, com o objetivo de correlacionar a temperatura média com a altitude. Esse tipo de gráfico é comumente utilizado para analisar a relação entre duas variáveis quantitativas, como a temperatura e a altitude, a fim de identificar possíveis anomalias ou pontos atípicos na distribuição espacial dos dados, bem como propor estimativas ou previsões com base nas variáveis apresentadas.

Ao se propor uma correlação a partir de um gráfico de dispersão, esta pode se manifestar em ao menos três formas:

Correlação positiva: demonstra uma concentração crescente dos pontos de dispersão em relação à variável de análise, ou seja, quando a variável tende a crescer, os pontos crescem proporcionalmente.

Correlação negativa: oposto à correlação positiva, demonstra uma concentração decrescente em relação à variável de análise, onde os pontos detêm característica inversamente proporcional.

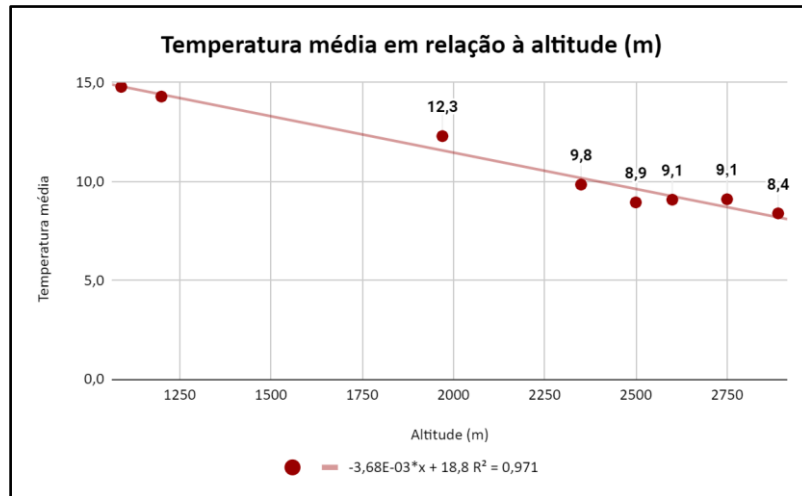
Correlação nula: esta última forma de correlação caracteriza pontos dispersos e que não seguem a linha de tendência estabelecida pela variável de análise.

A partir destes parâmetros, percebe-se que o gráfico 1 esboçado a seguir segue uma correlação negativa, pois com o aumento da altitude entre os postos microclimáticos, a temperatura diminui.

Assim, ao se tabular os dados, obteve-se a fórmula $T_{med} = -0,0368 * x + 18,8$ para o cálculo de correlação, onde x corresponde a altitude atuando como variável. Obteve-se, portanto, uma

correlação de 0,971 ou 0,97 e um Gradiente Adiabático de $0,0368^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}^{-1}$ ($-3,7^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$), como é expressado no gráfico 1, segunda forma de representação de análise.

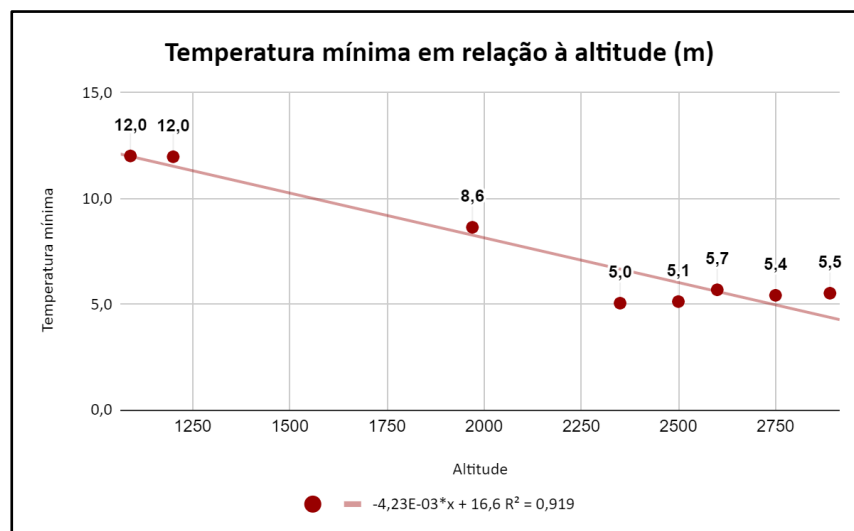
Gráfico 1 - Temperatura média em relação à altitude (m)



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Por conseguinte, ao se tabular os dados de temperatura mínima, obteve-se a partir da fórmula $T_{\min} = -0,0423*x + 16,6$ uma correlação de 0,919 ou um Gradiente Adiabático de $0,0424^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}^{-1}$ ($-4,24^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$), como é possível visualizar no gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2 - Temperatura mínima em relação à altitude (m)



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

O Gradiente Adiabático, por sua vez, refere-se à mudança de temperatura das massas de ar na escala vertical atmosférica até os limites da troposfera. Na troposfera, essa variação pode

ocorrer de forma seca, com uma taxa de redução de $-0,98^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}^{-1}$ ($9,8^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$), quando não há condensação de vapor, ou de forma saturada, com uma taxa de redução de $0,4^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}^{-1}$ ($4^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$), quando há condensação, ambas ocorrendo acima do nível da superfície (GALVANI et al., 2010).

Em termos práticos, o Gradiente Adiabático (seco e moderado) condiz ao Gradiente Adiabático Médio, que, por sua vez, está diretamente relacionado ao aquecimento basal da atmosfera, ou seja, gerado a partir da absorção de ondas longas² pela camada da Troposfera em detrimento da radiação de ondas curtas³. Esta correlação ocorre devido à propriedade translúcida que esta camada detém, podendo sofrer influências dos aspectos vegetativos, uso do solo, orientação da vertente do local analisado, coloração e declividade (GALVANI et. al, ___). Desta forma, a variação vertical de temperatura apresenta uma redução de $-0,65^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}^{-1}$, ou em termos gerais, de $6,5^{\circ}\text{C}\cdot 1000\text{m}$. Outro elemento que fundamenta esta regressão de temperatura na escala vertical atmosférica diz respeito à rarefação do ar em maiores altitudes, elemento gerado a partir da menor densidade do ar e presença de componentes gasosos, ocasionando a redução da pressão atmosférica se comparado às condições normais.

Nesta perspectiva, após o cálculo de correlação, foi obtido um valor de 0,98 para a temperatura média e 0,92 para a temperatura mínima, representação matemática do Gradiente Adiabático Médio, em relação à altitude. Esse valor pode ser expresso como $9,8^{\circ}\text{C}\cdot 1000\text{m}$ ou $-0,98^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}^{-1}$ (temperatura média) e $9,2^{\circ}\text{C}\cdot 1000\text{m}$ ou $-0,92^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}$ (temperatura mínima). De forma comparativa, há uma variação de $3,5^{\circ}\text{C}\cdot 1000\text{m}$ ($-0,35^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}^{-1}$) e $3,3^{\circ}\text{C}\cdot 1000\text{m}$ ($-0,33^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}^{-1}$), respectivamente, em relação aos valores pré-estabelecidos de $-0,65^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}^{-1}$ ou $6,5^{\circ}\text{C}\cdot 1000\text{m}$. Essa variação de pouco mais de 3°C no Gradiente Adiabático Médio de ambas as avaliações de temperatura encontrado ao longo dos postos microclimáticos está associado ao fator geográfico da vegetação, ventos ascendentes e descendentes, massas de ar e o fenômeno inversão térmica responsáveis por interferir nas temperaturas e resfriamento térmico das colunas de ar, em associação à variação altitude na escala topoclimática.

Quanto ao atributo vegetativo, como supracitado na caracterização da área de estudo, o Parque Nacional do Caparaó apresenta três formas vegetativas: Floresta Estacional Semidecidual Montana, Floresta Ombrófila Densa Montana e Campos de Altitude. As formas

² A radiação de onda longa é o fluxo de energia radiante que ocorre devido à emissão dos gases presentes na atmosfera, bem como das superfícies líquidas e sólidas do planeta.

³ A radiação de onda curta é energia radiante que possui comprimentos de onda semelhantes à luz visível (VIS), abrangendo também o ultravioleta (UV) e o infravermelho próximo (NIR).

de vegetação atuam como um controlador do gradiente térmico, por conservarem ou dispersarem calor devido à sua densidade arbórea ou arbustiva.

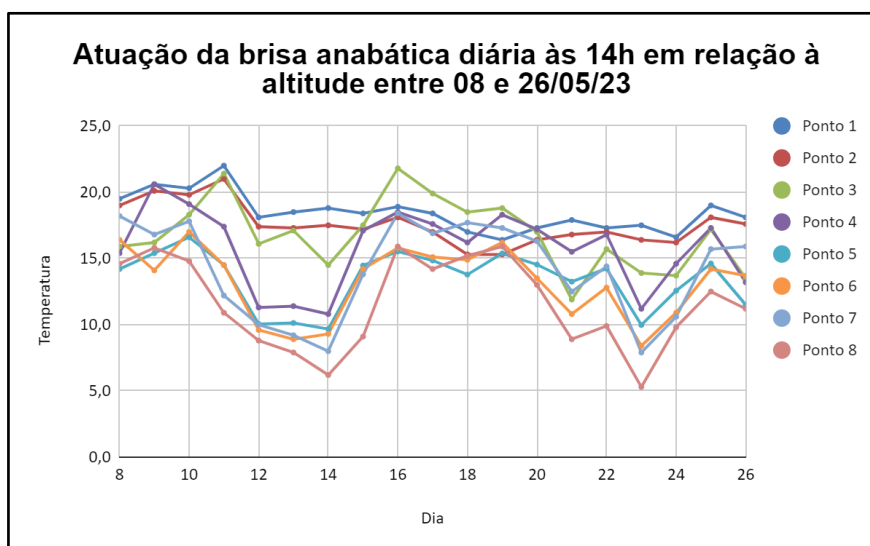
Ao retornarmos a tabela 1 e 2 e a representação gráfica 1 e 2, devido à sua correlação negativa, ou seja, a temperatura atua como inversamente proporcional à altitude, a partir deste padrão é pertinente apontar que a vegetação também se altera diante do Gradiente Adiabático, como pode ser visto ao longo dos postos microclimáticos (GALVANI et. al,___).

Os pontos 1 e 2, localizados na cota 1090m e 1200m, possuem uma Floresta Ombrófila Densa Montana com forma de vegetação. O dossel florestal tem em média 50m de altura e, devido à densidade vegetativa e à proximidade das copas das árvores, observa-se uma conservação da temperatura nessa área, já que a radiação de ondas longas tem dificuldade em dissipar. Em ambos os pontos, a média de temperatura foi de 14,8°C e 14,3°C e a média de temperatura mínima diária foi de 12°C, consideradas relativamente altas em comparação com os outros pontos devido à posição do relevo em relação ao vento barlavento, o que resulta em uma maior incidência de radiação solar.

Quando há a fase transicional para a vegetação classificada como Campos de Altitude, há uma queda nas médias e mínimas de temperatura chegando a uma média de 12,3°C, portanto, um decréscimo de 2°C e 4°C, respectivamente. Mais adiante, a partir do ponto 4, posicionado no posto de apoio Terreirão, as temperaturas médias decrescem em uma variação de 2,5°C e 2,4°C, e a partir do ponto 5 a temperatura decresce em uma estabilidade entre 1,1 e 1,3°C.

Outro fator que pode condicionar a variação média de temperatura é a ocorrência da **brisa anabática**. Esta forma de brisa é classificada como Vento ou Brisa de Vale, onde ocorre devido ao aquecimento mais acelerado do vertente barlavento do relevo montanhoso e da parcela de ar que se encontra próxima à superfície. Este aquecimento cria um gradiente de pressão fraco, levando o ar a se movimentar de forma suave e ascendente pelo vale. À medida que esse ar se eleva, ultrapassa a linha da crista da montanha, alimentando uma corrente de retorno superior para compensar o fluxo de ar ascendente do vale (AYOADE, 2010). Desta forma, devido às cotas de altitude receberem maior radiação solar em maior quantidade até a faixa horária de 12h, inicia-se o processo de resfriamento do ar em ascendência a partir deste momento e intensificando até as 14h.

Gráfico 3 - Atuação da brisa anabática às 14h em relação à altitude entre 08 e 26/05/23



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Os valores de referência obtidos tiveram como base o período entre 08 e 26 de maio devido à programação para coleta de dados que passou a ocorrer às 16h do dia 07/05/23 e encerrou às 13h do dia 27/07/23.

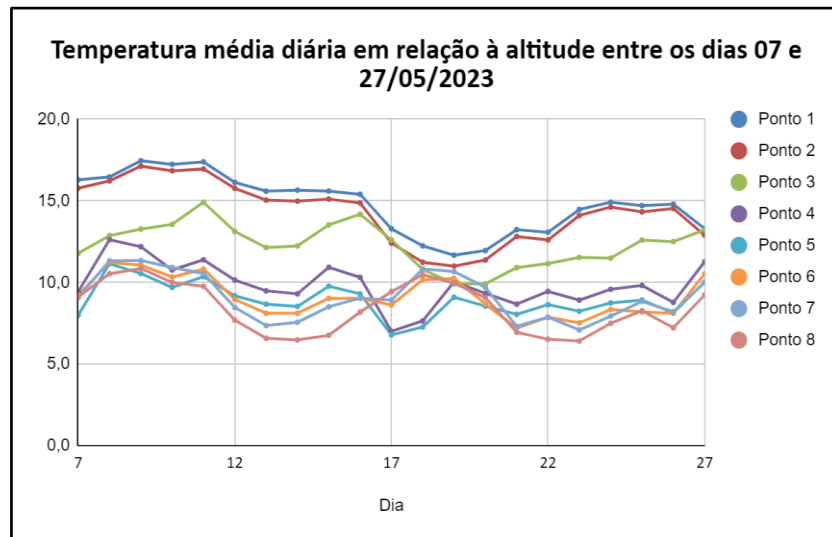
Ao analisar o gráfico 3, podemos observar que os pontos 1 e 2 não apresentaram uma influência significativa da brisa anabática devido à sua localização em cotas altimétricas mais baixas em comparação aos outros pontos microclimáticos. Durante o período de 10 a 14 de maio, é possível notar, especialmente na trajetória entre o ponto 4 e os demais, um resfriamento acentuado causado pela ascensão da brisa anabática. Esse resfriamento foi intensificado pela ocorrência de precipitação em 12 de julho, totalizando 17,2 mm de chuva, e em 14 de junho, totalizando 1mm de chuva, com base nos registros da Estação Meteorológica Automática de Manhuaçu-MG. Ainda assim, este fenômeno se repete em entre os dias 23 a 25 de junho, onde o dia 23 contou com 0,2mm de chuva, dia 24 com 1,8mm e dia 25 com 0,4mm (INMET, 2023). Por assim dizer, os períodos de precipitação influenciam na brisa anabática e seu processo de resfriamento da camada de ar formada pelo aquecimento altitudinal.

Desta maneira, a seguir se estabelece uma análise das temperaturas médias e mínimas a partir da observação de suas respectivas médias diárias a partir dos postos microclimáticos.

6.1.1. Análise de temperatura média e mínima diária a partir dos postos microclimáticos

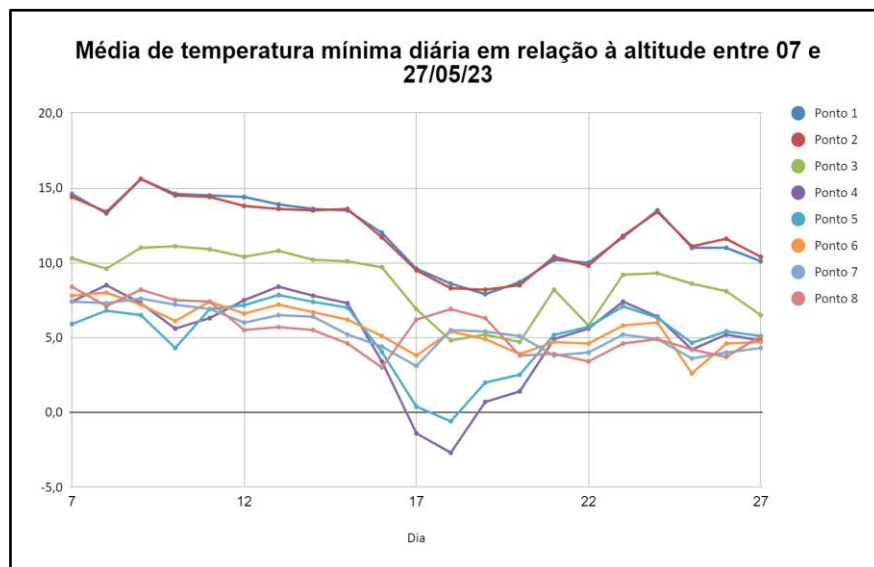
Com o objetivo de visualizar de forma mais detalhada e segmentada os dados coletados em cada posto microclimático, foi proposta a criação de um gráfico que relaciona as médias de temperatura e as médias das temperaturas do ar em escala diária com a altitude, como é possível observar a seguir.

Gráfico 4 - Temperatura média em relação à altitude entre os dias 07 e 27/05/23



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Gráfico 5 - Média de temperatura mínima em relação à altitude entre 07 e 27/05/23



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Ao observarmos de forma comparativa os pontos 1 e 2 em ambas as relações de temperatura, é possível perceber que há uma relação tendencial em manterem uma condição de temperatura mais elevada que os demais pontos, justificável pelo posicionamento altimétrico em que foram instalados, sofrendo menores interferências e variabilidade climática⁴.

Ao analisarmos o ponto 3, localizado no Mirante da Tronqueira, percebemos que está situado em uma área vegetativa caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Montana. Ao examinarmos a tendência da temperatura média registrada, notamos que os dados coletados apresentam uma anomalia em relação aos outros pontos. Uma das possíveis explicações para esse fato é a localização do ponto 3 em relação aos demais.

Este foi instalado em uma área de inclinação média e voltada para o norte em relação à vertente. Além disso, o posto está posicionado na parte de trás da edificação dos banheiros do Mirante. Esses fatores podem influenciar significativamente nas medições de temperatura e umidade na altitude de 1200m. Por estar mais protegido do que os outros pontos, a passagem da brisa anabática, bem como a influência da umidade e da precipitação, podem não ter sido adequadamente refletidas, resultando em um padrão climático distinto dos demais pontos. Outro fator de influência a ser considerado é a formação vegetativa em que está localizado, sendo esta a Floresta Estacional Semidecidual Montana, e por ser o único posto microclimático localizado nesta formação vegetativa, considerada uma faixa transicional entre a formação de Floresta Ombrófila Densa Montana (Ponto 1 e 2) e Campos de Altitude (Ponto 4, 5, 6, 7 e 8). Mesmo apresentando um padrão destoante, detém uma média de temperatura do ar geral intermediária de 12,3°C e uma temperatura mínima média de 8,6°C entre os postos microclimáticos. Por fim, a Amplitude Térmica Média⁵ para este posto microclimático foi de 2,1°C (tomando como referência as médias de temperatura).

Por conseguinte, os pontos 4 (Terreirão) e 5, já inseridos nos domínios vegetativos de Campos de Altitude, foram instalados nas cotas 2350m e 2500m. Ao observarmos novamente as representações gráficas e tabelas, se torna perceptível que assim passam a seguir o padrão de correlação negativa que, como supracitado, tendencialmente a temperatura é inversamente proporcional à altitude. Obtiveram média de temperatura 9,8°C e 8,9°C, temperaturas mínimas 5°C e 5,1°C, bem como Amplitude Térmica Média de 1,9°C e 2°C, devido ao registro de menores temperaturas com o ganho de altitude. Tomando como base o gráfico de temperatura média e mínima diária, observa-se que ambos os pontos seguem um padrão de quase

⁴ Estes postos foram supraexplicados na seção anterior.

⁵ Calculada a partir da diferença entre a maior e menor média diária obtida ao longo do período de análise.

normalidade segmentado pelos demais postos. Ainda assim, é possível prever uma anomalia entre os dias 17 e 18, ao tomar como base o gráfico de temperatura mínima diária onde marcaram mínimas diárias de $-1,4^{\circ}\text{C}$ e $-2,7$ (ponto 4) e $0,4^{\circ}\text{C}$ e $0,6^{\circ}\text{C}$ (ponto 5), respectivamente.

Nesta perspectiva, devido ao posicionamento destes postos microclimáticos serem feitos em uma área de aplainamento aluvial em comparação aos demais postos, acabam por sofrer influência da **brisa catabática** em seu ciclo diuturno de variação de temperatura. Esta formação corresponde à Brisa de Montanha, onde há a descendência ar frio das áreas mais elevadas para as mais baixas e aplainadas. Este processo ocorre pois no período noturno, as superfícies das vertentes das áreas de vale irradiam ondas longas, resfriando a si e o ar em que estão em contato - sendo estes ascendidos anteriormente em função da brisa anabática. Desta maneira, este ar se torna denso, frio e estável e tende a escoar em direção ao fundo de vale, devido à sua maior fluidez (GALVANI; LIMA, 2006). Esse fluxo de descendência tende a afetar uma camada restrita do ar, que desce com uma velocidade relativamente baixa. Assim, um novo fluxo se origina no fundo do vale e alcança as partes mais altas, compensando o ar frio. Com o passar do tempo, este ciclo catabático gradualmente resulta em uma inversão no perfil de temperatura do vale, evidenciada no gráfico 5 entre os dias 17 e 18 (MAIA, 2016).

Por consequência, a brisa catabática entre estes dois dias originou o fenômeno de Inversão Térmica. De acordo com Galvani et. al (2010), este fenômeno se forma quando há a sobreposição de uma camada de ar quente (menos densa) sobre uma camada de ar frio (mais densa), situadas no ciclo diuturno de ascensão (fluxo anabático) e descensão (fluxo catabático).

Por fim, os pontos 6 e 7, instalados em cotas altimétricas de 2600m e 2750m, voltam a seguir o padrão de normalidade tendencial, reduzindo suas temperaturas médias em relação ao ganho de altitude e mantendo uma variação homogênea em relação às médias diárias e temperaturas mínimas.

Porém, pode-se observar que entre os dias 17 e 18 há um expressivo aumento nas médias térmicas em uma variação de cerca de 2°C , atuando como um fenômeno oposto ao ocorrido nos pontos 4 e 5, tendo a Inversão Térmica como possível explicação para este fenômeno, onde muito provavelmente condiz ao ciclo diuturno entre ventos ascendentes e descendentes. Estes últimos pontos apresentaram uma Amplitude Térmica de $15,5^{\circ}\text{C}$ (ponto 6), $16,8^{\circ}\text{C}$ (ponto 7).

Por fim, o último posto microclimático instalado condiz ao Ponto 8, localizado em uma cota altimétrica de 2890m, ou seja, já no Pico da Bandeira, obteve variações cíclicas entre as temperaturas médias diárias. Isso ocorre em contraste aos demais devido às fases de ocorrência de precipitação e do fenômeno de Inversão Térmica. Mesmo que seja o posto mais alto, e em

decorrência da relação inversamente proporcional entre temperatura e altitude, este posto microclimático não é o mais frio, como é possível observar a progressão de suas médias diárias de temperatura. Isso ocorre devido ao aquecimento por radiação de ondas curtas que decorrem ao longo do dia. Assim, obteve uma média diária variável entre 6,4 e 10,5°C e temperaturas mínimas variáveis entre 3 e 8,4°C.

Um outro elemento que pode ser considerado um fator crucial para o fenômeno de Inversão Térmica ocorrido nos pontos 4 e 5 é a influência de uma **Célula de Alta Pressão** que se desenvolveu nas Região Sul do continente e migrou para a porção Sudeste do Brasil ao longo da segunda quinzena do mês de maio, como é possível observar a partir das cartas sinóticas de 00h a seguir. A primeira corresponde ao início da formação desta Célula de Alta Pressão e as seguintes aos dias 16, 17 e 18.

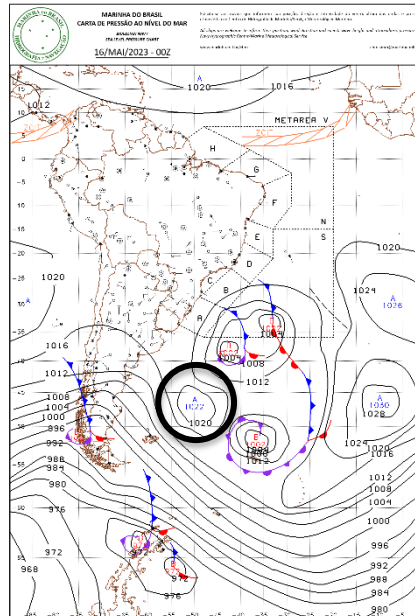
Os Anticiclones são sistemas atmosféricos de larga escala, onde se caracterizam como uma área de alta pressão relativa em comparação à área em que está atuando, sendo responsáveis por influenciar significativamente as dinâmicas climáticas destas áreas. As principais características dos anticiclones são: céu limpo e sem nuvens, baixa umidade relativa do ar e aumento significativo da temperatura em contraste às médias normais.

Ao observarmos a carta sinótica supraexposta, é possível notar que seu desenvolvimento da Célula de Alta Pressão ocorre nos limites na Latitude 30°, no qual também pode ser conhecida como um Anticiclone Subtropical. Estes Anticiclones se formam principalmente entre as latitudes 20° e 40° nos Hemisférios Norte e Sul. Apresentam um padrão de circulação anti-horário no Hemisfério Norte e horário no Hemisfério Sul, sendo provocado pela dinâmica de circulação da Célula de Hadley e pela convergência e das massas de ar advinda das baixas latitudes e médias latitudes. A partir destes fatores, os Anticiclones Subtropicais se caracterizam por promover a estabilidade dos fatores climáticos e do tempo nas regiões de atuação, promovendo períodos quentes e secos.

Desta maneira, a formação do anticiclone na carta sinótica de 10/05/2023 pode ser classificado como um Anticiclone Subtropical Quente, sendo uma forma mais específica dos anticiclones subtropicais, estando associado a áreas de clima mais seco e em áreas de combinação geográfica, como baixa precipitação. Assim, nestas áreas o ar descendente que é aquecido prevalece por ser quente e seco, se desenvolvendo em áreas de relevos mais dissecados e elevados, como é o caso da região do Pico da Bandeira, pois ao atual como uma barreira natural, tende a impedir o avanço de massas de ar frias e úmidas para que haja a formação de nuvens e, conseqüentemente, a ocorrência de precipitação. A seguir, é possível visualizar o

avanço deste Anticiclone Subtropical Quente entre os dias 16, 17 e 18 de maio a partir as cartas sinóticas de 00h.

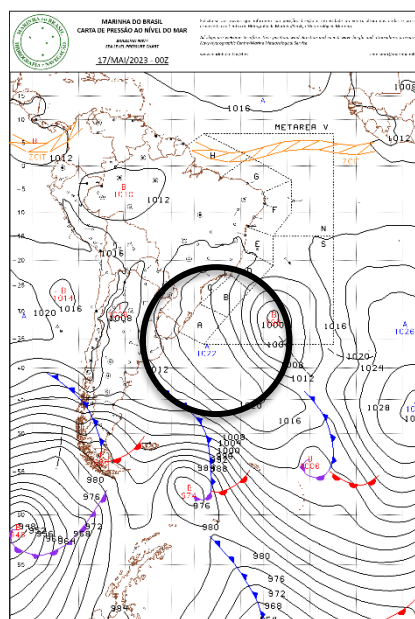
Figura 3 - Carta Sinótica do dia 16/05/23 às 00h



Autoria: Marinha do Brasil, 2023

Fonte: https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas?field_data_value%5Bvalue%5D%5Bday%5D=16&field_data_value%5Bvalue%5D%5Bmonth%5D=5&field_data_value%5Bvalue%5D%5Byear%5D=2023&field_horario_value=00HMG

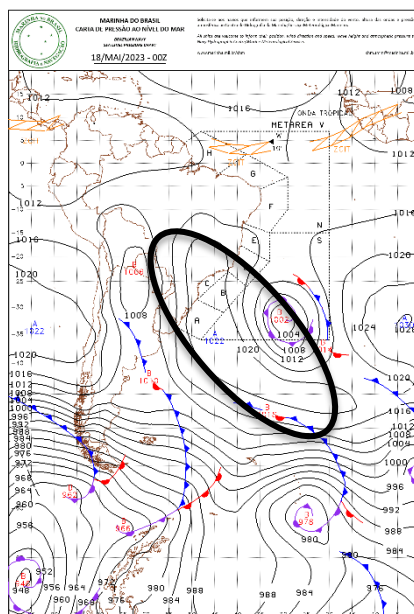
Figura 4 - Carta Sinótica do dia 17/05/23 às 00h



Autoria: Marinha do Brasil, 2023

Fonte: https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas?field_data_value%5Bvalue%5D%5Bday%5D=17&field_data_value%5Bvalue%5D%5Bmonth%5D=5&field_data_value%5Bvalue%5D%5Byear%5D=2023&field_horario_value=00HMG

Figura 5 - Carta Sinótica do dia 18/05/23 às 00h



Autoria: Marinha do Brasil, 2023

Fonte: https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas?field_data_value%5Bvalue%5D%5Bday%5D=18&field_data_value%5Bvalue%5D%5Bmonth%5D=5&field_data_value%5Bvalue%5D%5Byear%5D=2023&field_horario_value=00HMG

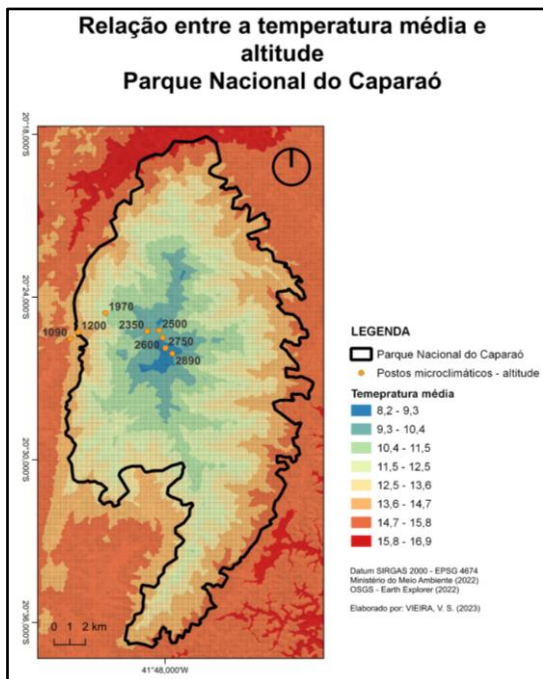
Como observado, a formação do Anticiclone Subtropical Quente tomou um padrão delgado na região litorânea do Sudeste e Sul devido à aproximação de duas formações de Células de Baixa Pressão, sendo que a presente no Oceano Atlântico estava construindo uma Frente Oclusa. Desta forma, ao impedir o avanço destas baixas pressões, o Anticiclone Subtropical Quente ao se delongar, estabeleceu um padrão de elevadas temperaturas ao longo do dia e queda brusca no período noturno, característica visualizada no dia 18 de maio, e que pode ter influenciado no fenômeno de Inversão Térmica, bem como nas baixas de precipitação e umidade relativa do ar.

6.1.2. Representações cartográficas

Como último recurso para a visualização das temperaturas médias e mínimas em relação à altitude, foram construídas representações cartográficas tendo como base a fórmula de correlação obtida a partir dos gráficos 1 e 2, portanto $T_{med} = -0,0368 * x + 18,8$ e $T_{min} = -0,0423 * x + 16,6$, a fim de se calcular o gradiente térmico por meio do perfil de altitude no Quantum GIS.

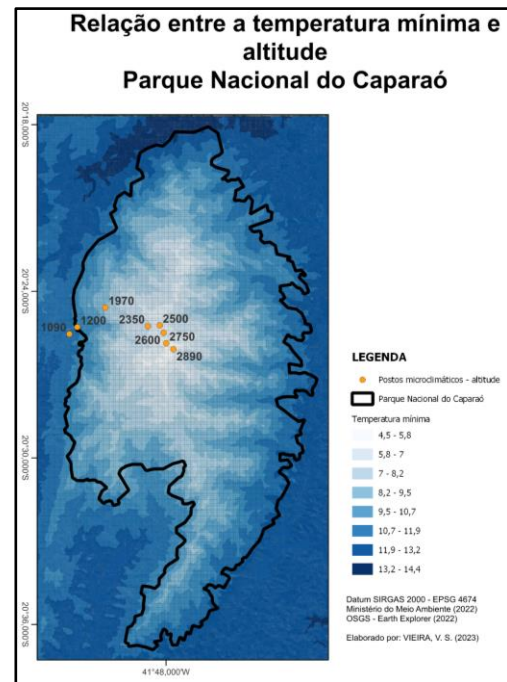
Para isso, tomou-se como base cartográfica uma imagem de satélite obtida através do portal USGS - Earth Explorer.

Mapa 9 - Relação entre temperatura média e altitude



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

Mapa 8 - Relação entre temperatura mínima e altitude



Autoria: Vitória Simão Vieira, 2023

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas ou procedimentos farão a mediação entre a teoria, o pesquisador e o objeto da pesquisa, e essa mediação será pautada pela compreensão e linguagem que o indivíduo mobiliza, a partir do conteúdo teórico que lhe serve de referência para identificar e analisar o que ele julga ser o objeto da Geografia (VENTURI, 2010). Ainda sob o viés da utilização de técnicas, encontra-se o professor Luiz Antônio, que alega que a práxis se torna imprescindível para a carreira de um geógrafo, vivenciada a partir do trabalho de campo promovido pelo professor Emerson Galvani, que para além das noções climatológicas, nos proporcionou, do início ao fim, as dinâmicas inerentes ao trabalho coletivo em função de ajudar o outro a cumprir o trajeto proposto com cooperação, respeito e êxito.

Desta forma, foram realizadas durante as aulas, anteriores ao campo, atividades em sala de aula que propiciaram aos alunos um entendimento prévio relacionado a área a ser estudada, as quais colaboraram para uma melhor preparação no que diz respeito a subida até o Pico da Bandeira, bem como após a concretização da mesma. Todo o conjunto, desse modo, entre teoria e práxis, foi pensado minuciosamente para o melhor proveito possível do local estudado, de modo que, os discentes também obtivessem amplo conhecimento das técnicas em função da elaboração de mapas a partir dos dados obtidos, logística no que diz respeito ao detalhamento das atividades a serem realizadas em futuras idas a campo, contando ainda, com concepções

diversas de professores responsáveis por diferentes áreas da geografia física, como a biogeografia, geomorfologia e a própria climatologia.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza do Brasil**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003
BRASÍLIA. Plano de manejo: Parque Nacional de Caparaó. Brasília: Secretaria do Meio Ambiente, 2015.

ARMANI, G.; GALVANI, E. **Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 14, p. 34-40, 2006.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1988.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Catálogo de Metadados da ANA**. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f>. Acesso em: 30 jun. 2023.

ADMINISTRADOR. **Prefeitura Municipal de Alto Caparaó**. Dados do Município. Disponível em: <https://altocaparao.mg.gov.br/alto-caparao/dados-do-municipio.html>. Acesso em: 30 jun. 2023.

BDIA – BANCO DE DADOS DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS. **Geomorfologia**. 2022. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>

CICCO, V. D. et al. **Interceptação da chuva em ambiente de mata atlântica em clima tropical de altitude**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 24, 3 abr. 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14118/7351>. Acesso em 25 jun. 2023.

CLIMATE-DATA ORG. **Clima Alto Caparaó: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Alto Caparaó - Climate-Data.org**. Disponível em: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/alto-caparao-175924/#google_vignette. Acesso em: 26 jun. 2023.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. de. **Vista da relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná**. Revista de estudos ambientais, v. 10, n. 1, p. 49-64, jan./jun. 2008. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/902/681>. Acesso em: 04 jul. 2023.

FRITZSONS, E.; WREGGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. **Altitude e temperatura: estudo do gradiente térmico no Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 16, 30 jun. 2015. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/13807/7126>. Acesso em: 06 jul. 2023.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGGE, M. S. **Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 18, 15 jul. 2016. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/13870/7163>>. Acesso em: 04 jul. 2023.

GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. de. **A ocorrência de inversão térmica no perfil topoclimático do Pico das Agulhas Negras - RJ.** Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2951974/mod_folder/content/0/OCORRENCIA_D_E_INVERSAO_TERMICA_NO_PERFIL_TOPOCLIMATICO_DO_PICO_DAS_AGULHAS_%20NEGRAS%20%E2%80%93%20RJ..pdf>. Acesso em: 06 jul. 2023.

GALVANI, E.; GILMA BESERRA DE LIMA, N.; FALCÃO, R. **Ocorrência de inversão térmica no perfil topoclimático do Pico da Bandeira, Parque Nacional do Alto Caparaó, Brasil.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://lcb.fflch.usp.br/sites/lcb.fflch.usp.br/files/upload/paginas/INVERSAO_TERMICA_N_O_PERFIL_PICO_DA_BANDEIRA.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTA – IBDF / FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **Plano de manejo: Parque Nacional de Caparaó.** Doc.Tec. n°8, Brasília, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira : sistema fitogeográfico : inventário das formações florestais e campestres : técnicas e manejo de coleções botânicas : procedimentos para mapeamentos.** Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>>. Acesso em 24 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Alto Caparaó.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alto-caparao>>. Acesso em: 18 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Ibitirama.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/ibitirama.html>>. Acesso em: 24 jun. 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE – ICMBIO. **Parque Nacional do Caparaó ICMBio-MMA.** Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/parnacaparao/natureza-local.html>>. Acesso em: 19 jun. 2023

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Parque Nacional do Caparaó - Natureza Local.** Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/parnacaparao/natureza-local.html#:~:text=Na%20regi%C3%A3o%20do%20Parque%20Nacional%20do%20Capara%C3%B3%20a%20hidrografia%20nas>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de Manejo Parque Nacional do Caparaó.** Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/parna-de-caparao/arquivos/dcom_plano_de_manejo_parna_caparao.pdf>. Acesso em 20 jun. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Tempo**. Disponível em: <<https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A556>>. Acesso em: 05 jul. 2023.

MAIA, R. G. X. **Padrões de escoamento do vento na região metropolitana de Maceió**; Maceió: Repositório Universidade Federal de Alagoas, p. 99. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1966/1/Padr%C3%B5es%20de%20escoamento%20do%20vento%20na%20regi%C3%A3o%20metropolitana%20de%20Macei%C3%B3.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2023.

NOVO, T. A. et al. **Rochas granulíticas da suíte Caparaó na região do Pico da Bandeira: embasamento oriental do Orógeno Araçuaí**. Geonomos, 8 fev. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11762>>. Acesso em 25 jun. 2023.

PICTURETHIS - IDENTIFICAÇÃO DE PLANTAS. **Amarílis (Amaryllis belladonna)**. Disponível em <https://share-content.picturethisai.com/share_v1/1.0.52/PTB/GLOBAL/8cac2d68510957530ec78a73efd7c0a0_light.html?id=2942725633095&img_url=https://share.picturethisai.com/294281250675195904/item/363609697957675009.webp&platform=WHATS_APP&hide_bottom=false>. Acesso em: 25 jun. 2023.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Recursos-Minerais/Apresentacao/Livro---Geologia%2C-Tectonica-e-Recursos-Minerais-do-Brasil-3489.html>>.

VIEIRA, V. S.; MENEZES, R. G. de. **Geologia e recursos minerais do estado do Espírito Santo**. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15564.1>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia**. INMET: Brasília, 2000. 515p

9. TABELAS DINÂMICAS

TEMPERATURA MÍNIMA DIÁRIA EM RELAÇÃO À ALTITUDE								
<i>Dia</i>	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8
7	14,6	14,4	10,3	7,4	5,9	7,8	7,4	8,4
8	13,3	13,4	9,6	8,5	6,8	8,0	7,3	7,1
9	15,6	15,6	11,0	7,3	6,5	7,2	7,6	8,2
10	14,6	14,5	11,1	5,6	4,3	6,1	7,2	7,5
11	14,5	14,4	10,9	6,3	6,9	7,4	6,9	7,4
12	14,4	13,8	10,4	7,5	7,2	6,6	6,0	5,5
13	13,9	13,6	10,8	8,4	7,8	7,2	6,5	5,7
14	13,6	13,5	10,2	7,8	7,4	6,7	6,4	5,5
15	13,5	13,6	10,1	7,3	7,0	6,2	5,2	4,6
16	12,0	11,7	9,7	3,4	4,0	5,1	4,4	3,0
17	9,6	9,5	6,9	-1,4	0,4	3,8	3,1	6,2

18	8,6	8,3	4,8	-2,7	-0,6	5,4	5,5	6,9
19	7,9	8,2	5,2	0,7	2,0	4,9	5,4	6,3
20	8,7	8,5	4,7	1,4	2,5	3,9	5,1	3,8
21	10,2	10,4	8,2	4,9	5,2	4,7	3,8	3,9
22	10,0	9,8	5,8	5,6	5,7	4,6	4,0	3,4
23	11,7	11,8	9,2	7,4	7,1	5,8	5,2	4,6
24	13,5	13,4	9,3	6,4	6,3	6,0	4,9	4,9
25	11,0	11,1	8,6	4,2	4,6	2,6	3,6	4,2
26	11,0	11,6	8,1	5,2	5,4	4,6	4,0	3,7
27	10,1	10,4	6,5	4,8	5,1	4,7	4,3	5,1
Total geral	7,9	8,2	4,7	-2,7	-0,6	2,6	3,1	3,0

MÉDIA DE TEMPERATURAS MÍNIMAS DIÁRIAS EM RELAÇÃO À ALTITUDE								
<i>Dia</i>	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8
7	14,6	14,4	10,3	7,4	5,9	7,8	7,4	8,4
8	13,3	13,4	9,6	8,5	6,8	8,0	7,3	7,1
9	15,6	15,6	11,0	7,3	6,5	7,2	7,6	8,2
10	14,6	14,5	11,1	5,6	4,3	6,1	7,2	7,5
11	14,5	14,4	10,9	6,3	6,9	7,4	6,9	7,4
12	14,4	13,8	10,4	7,5	7,2	6,6	6,0	5,5
13	13,9	13,6	10,8	8,4	7,8	7,2	6,5	5,7
14	13,6	13,5	10,2	7,8	7,4	6,7	6,4	5,5
15	13,5	13,6	10,1	7,3	7,0	6,2	5,2	4,6
16	12,0	11,7	9,7	3,4	4,0	5,1	4,4	3,0
17	9,6	9,5	6,9	-1,4	0,4	3,8	3,1	6,2
18	8,6	8,3	4,8	-2,7	-0,6	5,4	5,5	6,9
19	7,9	8,2	5,2	0,7	2,0	4,9	5,4	6,3
20	8,7	8,5	4,7	1,4	2,5	3,9	5,1	3,8
21	10,2	10,4	8,2	4,9	5,2	4,7	3,8	3,9
22	10,0	9,8	5,8	5,6	5,7	4,6	4,0	3,4
23	11,7	11,8	9,2	7,4	7,1	5,8	5,2	4,6
24	13,5	13,4	9,3	6,4	6,3	6,0	4,9	4,9
25	11,0	11,1	8,6	4,2	4,6	2,6	3,6	4,2
26	11,0	11,6	8,1	5,2	5,4	4,6	4,0	3,7
27	10,1	10,4	6,5	4,8	5,1	4,7	4,3	5,1
Média	12,0	11,8	9,3	5,6	5,7	5,8	5,2	5,5