



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 umidade relativa do ar, média, máxima e mínima
no perfil topoclimático do pico da Bandeira (MG) entre as cotas altimétricas de 1.100 a 2.892m

Alunos:

Adalto Damião Moreira N°USP: 8176915
Ana Beatriz da Silva Ribeiro N°USP: 12732455
Kamily Rodrigues Santiago N°USP: 12515862
Miryan França Costa da Silva N°USP: 12727264
Vinício Apolinário da Silva: N°USP: 12605171
Vinícius Alcântara Farias: N°USP 12515556

São Paulo, SP

Junho 2023

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	3
2. INTRODUÇÃO	3
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	4
3.1 Contextos históricos do Parque Nacional do Caparaó e Pico da Bandeira	4
3.2 Dinâmica populacional e socioeconômica	6
3.3 Caracterização Geológica	7
3.4 Formação geomorfológica e hidrográfica	9
3.5 Pedologia	12
3.5.1. Cambissolos	13
3.5.2 Neossolos	13
3.5.3 Nitossolo Eutrófico	14
3.5.4 Argissolo Vermelho-amarelo Eutrófico	14
3.5.5 Plintossolo Pétrico Concrecionário	14
3.5.6 Gleissolo Háptico Distrófico	14
3.6 Caracterização fitogeográfica da área em estudo	14
3.7 Caracterização climática	17
3.7.1 Classificação Climática	19
4. PROCEDIMENTOS, MATERIAIS E ÁREA DE ESTUDO	20
4.1 Instalação dos abrigos microclimáticos	20
4.2 Descrição dos materiais utilizados	21
4.3 Montagem do Banco de Dados	23
4.4 Percorso e análise prévia do campo: características gerais	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS	30
5.1 Dinâmica climática	30
5.2 Análise dos gráficos	34
5.3 Mudanças Climáticas	42
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi realizado com base nas aulas ministradas pelo Prof.Dr. Emerson Galvani e alguns convidados durante o primeiro semestre de 2023. O trabalho é dedicado à pesquisa de avaliação da umidade relativa do ar, média, máxima e mínima no perfil topoclimático do Pico da Bandeira (MG), com a instalação de miniabrigos em campo no dia 06 de maio de 2023 e retirados no dia 28 de maio de 2023.

A monografia está organizada pelos temas: 1. Apresentação, 2.Introdução, 3. Área de Estudo, 4. Procedimentos e Materiais, 5. Discussão, 6. Considerações finais e 7. Referências bibliográficas. A formatação foi feita de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), garantindo a padronização e a qualidade na apresentação dos conteúdos.

Além disso, vale salientar que as discussões serão formuladas através das anotações obtidas pelos dados de equipamentos meteorológicos, das observações visuais, como também das discussões realizadas pelos alunos e professor durante o trajeto.

2. INTRODUÇÃO

O trabalho de campo é uma importante ferramenta que possibilita colocar em prática todo o conhecimento teórico adquirido. Ele também serve de laboratório para o geógrafo ter autonomia para pesquisar novos conhecimentos que ainda não foram contemplados nas universidades. Às vezes, durante as leituras, aulas e pesquisas em gabinete, a Geografia pode parecer um pouco fragmentada, dada a amplitude da tarefa da disciplina. Nesse sentido, a elaboração de campo é o momento em que o geógrafo tem para observar como os conhecimentos que compõem a Geografia e se inter-relacionam; como se dão os fluxos sociais com a natureza e suas produções no espaço.

É importante destacar também que, a realidade muda rapidamente e que o estudo pode ser defasado se não for pesquisado em um outro momento. O trabalho de campo permite encontrar os diferentes elementos que contribuem para modelar o espaço, assim como as características dos comportamentos, das atitudes, e das concepções de vidas de um dado lugar. Para isso é necessário mergulhar dentro dessas realidades que deve-se unir o conhecimento teórico com a prática, em que os equipamentos tornam-se uma ferramenta do geógrafo que utiliza estes equipamentos para atingir seus objetivos de estudo. Só o olhar intuitivo, autônomo e subjetivo do pesquisador pode retirar novas respostas das paisagens que já foram antes vistas e examinadas.

Sendo assim, o trabalho de campo torna o aluno consciente do que é lugar e interação entre ele, estimulando o seu pensamento crítico através da experiência. Portanto, cabe ressaltar que a pesquisa de campo é uma experiência enriquecedora no processo de amadurecimento do

pesquisador, como também um importante laboratório para Geografia Física em reunir novas análises do espaço que se modificam durante o tempo.

Como toda disciplina, a Climatologia possui suas escalas de análise e quando se propõe ao estudo detalhado das características climatológicas de uma área, à interação com o estrato geográfico, adotam-se as escalas local, topoclimática e/ou microclimática (GALVANI et al, 2009). A umidade é um dos atributos do clima que tende a diminuir com a altitude, todavia, para a área de estudo a literatura aponta que há um controle da umidade relativa do ar pelo microclima, em função da cobertura vegetal, mais que pela altitude (GALVANI et al, 2010).

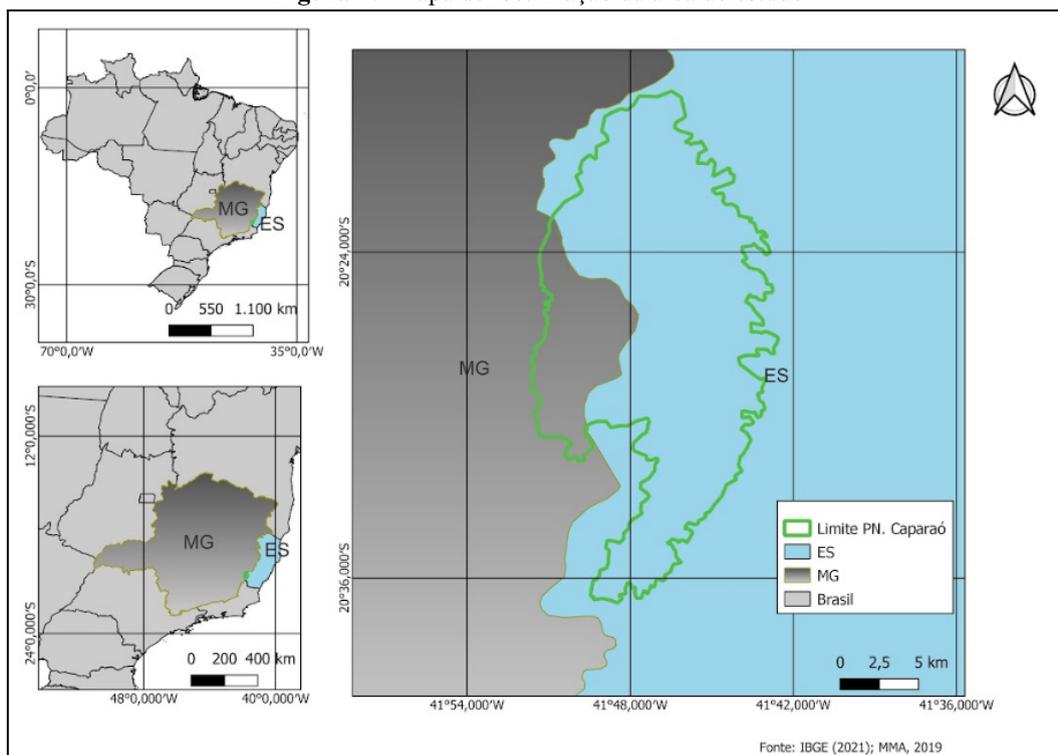
O objetivo deste trabalho é fornecer uma análise detalhada da umidade relativa do ar, permitindo compreender como as condições climáticas se modificam verticalmente em diferentes altitudes no perfil topoclimático do Pico da Bandeira, localizado na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O estudo abrangerá as encostas mineiras, que apresentam baixa umidade natural e antrópica, através dessa avaliação, pretende-se determinar a umidade média, máxima e mínima do ar em diferentes pontos ao longo das cotas altimétricas que variam de 1.100 a 2.892 metros.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Contextos históricos do Parque Nacional do Caparaó e Pico da Bandeira

O Parque Nacional do Caparaó (PNC), fixado na Serra do Caparaó, localiza-se na divisa entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Figura 1) em que parte expressiva do parque encontra-se do lado capixaba. A sua importância como unidade de conservação remonta aos acontecimentos econômicos do século XX, em que o ciclo do café, como também a pecuária leiteira ameaçava a fauna e flora da região. Em vista da necessidade de proteção de elementos ímpares encontrados na região, como por exemplo a ameaçada Mata Atlântica, tornou-se necessário a criação do parque como espaço de bloqueio dos avanços econômicos.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores

Como bioma predominante na região sudeste do país, a Mata Atlântica foi e ainda é uma floresta extremamente ameaçada pelos diferentes ciclos econômicos brasileiros. A região em seus primórdios antropogênicos foi ocupada por diferentes grupos indígenas como os: Botocudos, Poris, Tapuias e, posteriormente, os Tupis. Mas, com o legado de expansão e ocupação do território brasileiro este grupo foi alvo da investida de portugueses e caçadores, que visavam expandir os interesses portugueses para o interior do país. O objetivo foi concretizado com a expulsão dos grupos, como também a ocupação da região por ciclos econômicos distintos, sendo o primeiro o ouro e o seguinte café, o mais predominante na região, uma vez que o ciclo minerador se esgotou com o tempo.

O café, possui suas necessidades, como clima adequado e solos propícios ao plantio. As carências deste produto poderiam ser solucionadas com a retirada da vegetação local. A sua expansão trouxe consigo a atração de pessoas, urbanização e uma malha ferroviária em 1913, denominada “The Leopoldine Railway” (Figura 2), que transportava produtos agrícolas e madeiras nobres, além de utilizar a madeira local como combustível.

população de 5.795 pessoas com uma densidade demográfica de 55, 89 habitantes por quilômetro quadrado. Isso demonstra, que o local é pouco povoado e pouco populoso. Sendo uma área não muito urbanizada em que sua principal atividade econômica é o café devido ao seu processo histórico e geográfico.

Diante da relação de um município que possui como economia a produção de café, o Parque do Caparaó torna-se uma segunda fonte de renda, uma vez que suas paisagens, como também a presença da preservação de fauna e flora garantem não somente a ação de pesquisas de campo, mas também o uso como ponto turístico. Essa atividade complementa a economia local, pois muitas das atividades complementares ao parque são oferecidas pelos trabalhadores locais, seja no uso de transportes, seja na habitação como pousadas e hotéis. Mostrando que o Parque, também funciona para além de sua função originária de proteção ambiental diante de seus aspectos físico naturais ímpares.

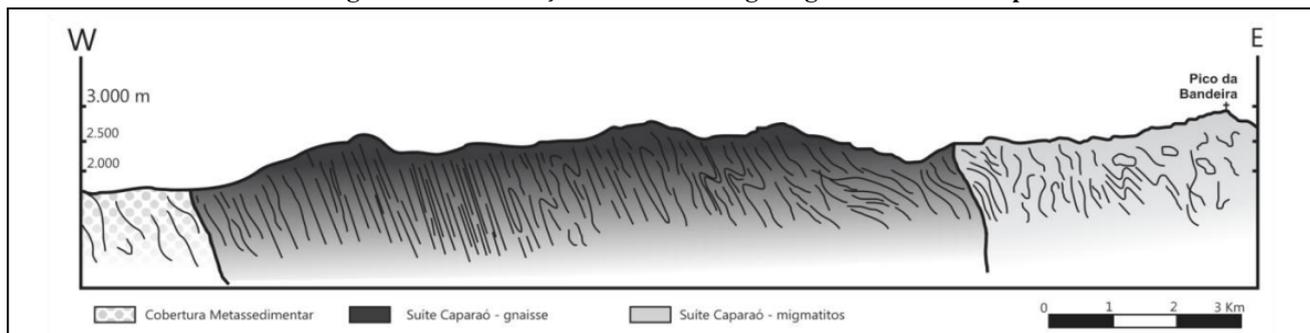
3.3 Caracterização Geológica

A Serra do Caparaó é parte do domínio geomorfológico das Serras da Zona da Mata Mineira, conforme descrito por Gatto et al. em 1983. Essa região é caracterizada por apresentar relevos alongados com escarpas íngremes e topos aguçados, formando um conjunto de serras orientadas no sentido NNE. Situada na região meridional do Orógeno Araçuaí, que constitui o setor norte da Província Mantiqueira e pode-se dividir em três unidades maiores com relativa homogeneidade litológica: o embasamento, a cobertura metassedimentar neoproterozóica e os granitóides neoproterozóicos-cambrianos (NOCE et al, 2007 apud NOVO et al, 2011).

O embasamento que sustenta a Serra do Caparaó é representado por gnaisses granulíticos e migmatitos da Suíte Caparaó, unidade geológica que representa um conjunto de rochas graníticas e granodioríticas encontradas na região do Caparaó. Essas rochas têm uma idade de aproximadamente 600 a 700 milhões de anos. A cobertura metassedimentar neoproterozóica, por sua vez, é constituída por paragneisses migmatizados. Na unidade dos granitóides, por sua vez, estes se encontram foliados a gnaissificados quando relacionados a “estágios pré-colisional a sincolisional do Orógeno Araçuaí”, processos relacionados a orogenia (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 também biotitas-gnaisses constituídos de feldspato alcalino, granada, anfibólios e biotita. Certos locais encontram-se encobertos por sedimentos terciários e quaternários.

Figura 3: Distribuição das unidades geológicas do Parna Caparaó.



Fonte: NOVO et al, 2011.

Figura 4: Mapa geológico.

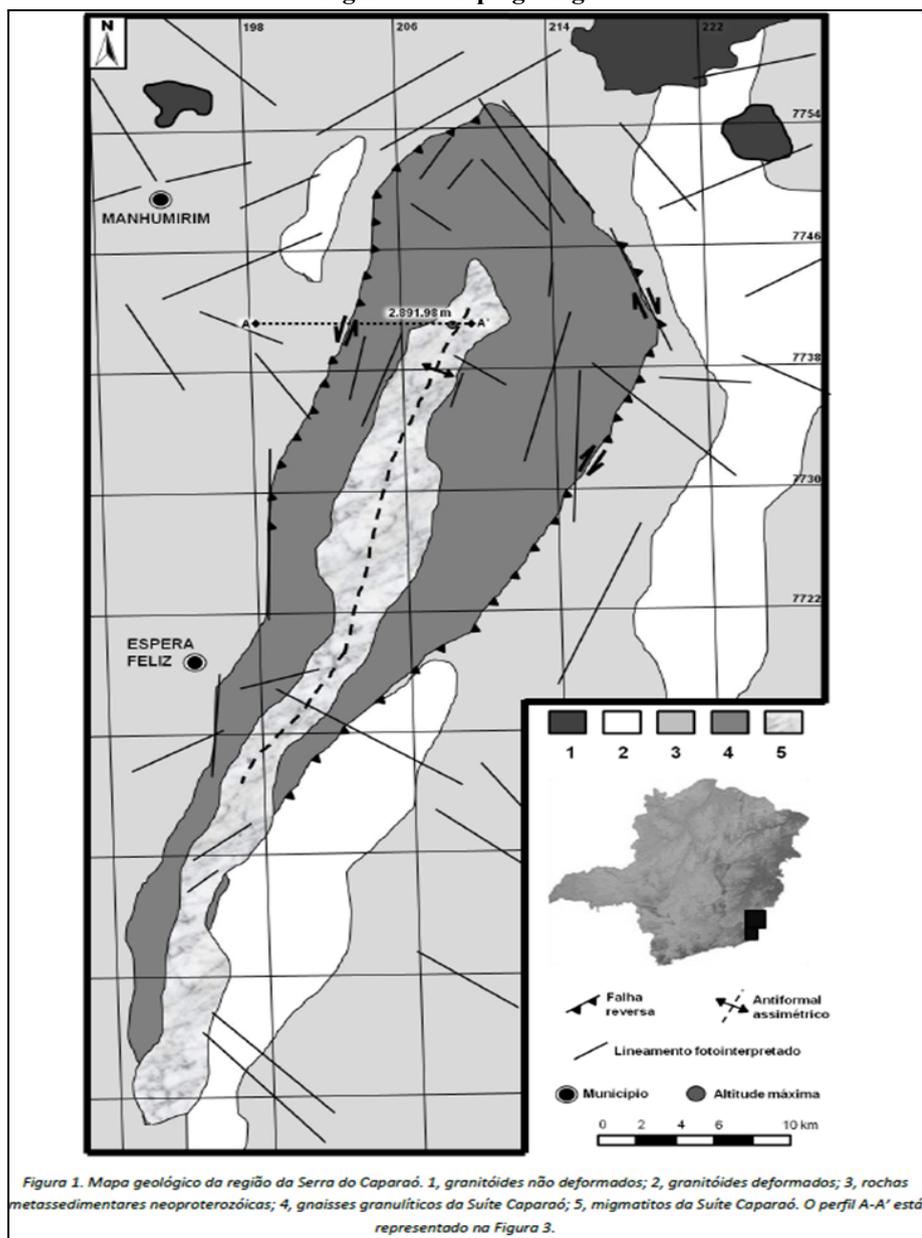
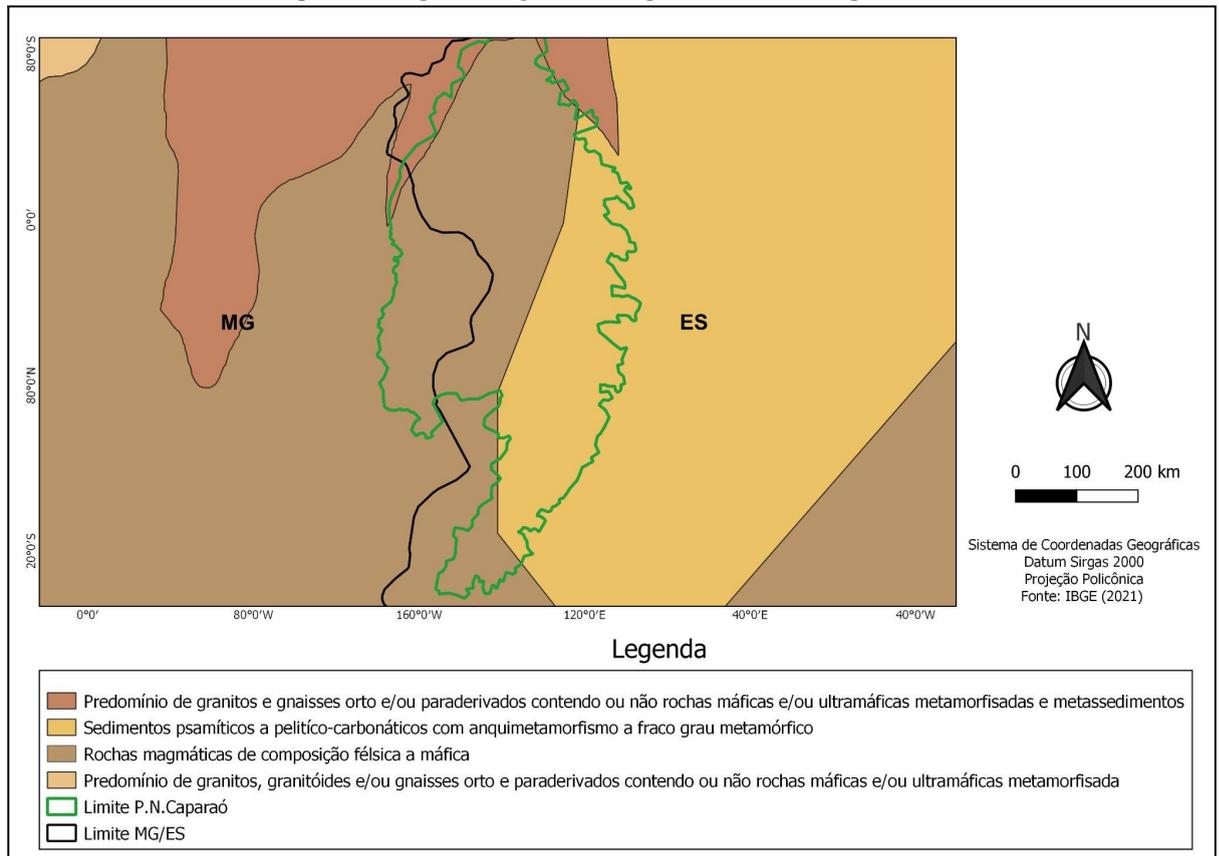


Figura 1. Mapa geológico da região da Serra do Caparaó. 1, granitoides não deformados; 2, granitoides deformados; 3, rochas metassedimentares neoproterozóicas; 4, gnaisses granulíticos da Suite Caparaó; 5, migmatitos da Suite Caparaó. O perfil A-A' está representado na Figura 3.

Fonte: NOVO et al, 2011.

Figura 5: Mapa Geológico do Parque Nacional do Caparaó



Fonte: Elaborado pelos autores

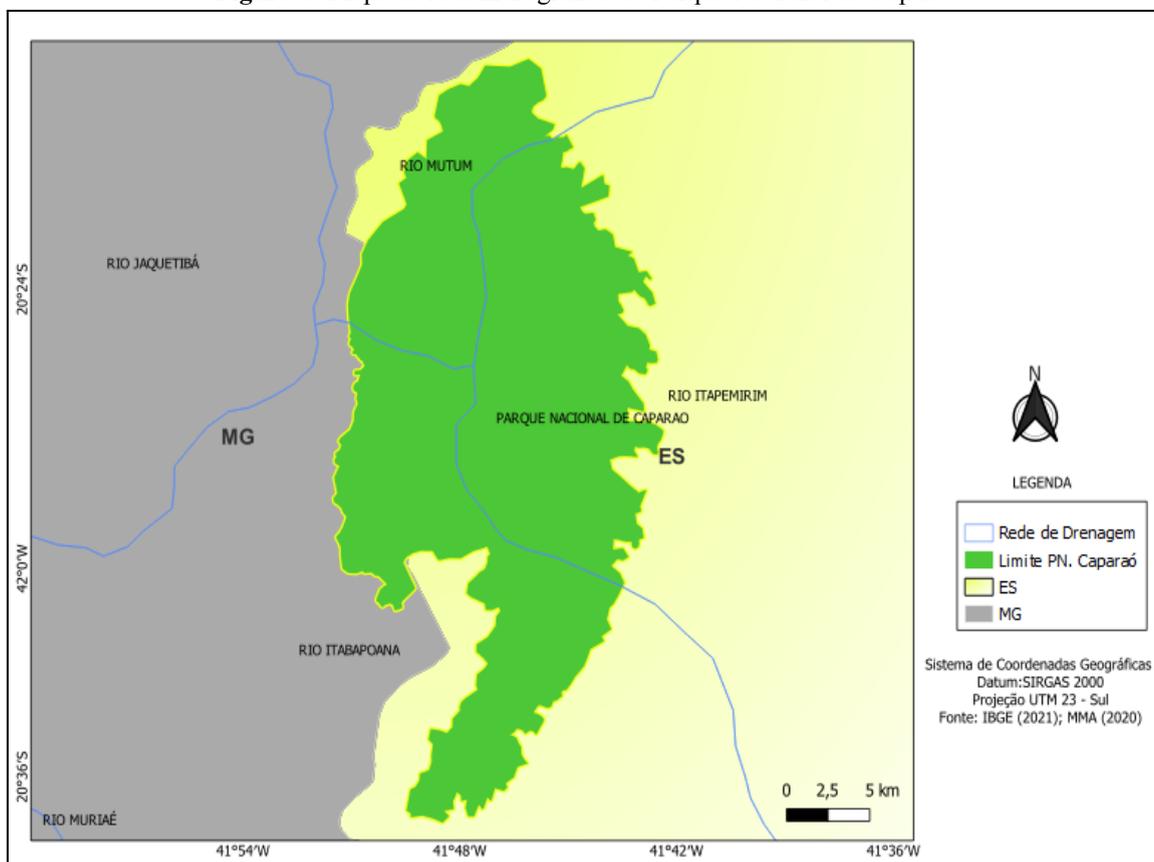
3.4 Formação geomorfológica e hidrográfica

Na região do Parque Nacional do Caparaó os índices pluviométricos são altos, verificando uma precipitação de 1.400 mm média anual. Portanto, a região é rica em recursos hídricos, existem muitos rios perenes e caudalosos, que nunca secam e possuem um grande volume de água em seus leitos. Além disso, uma forma para determinar as redes de drenagem da região é avaliando a paisagem ao redor, caracterizada por mares de morros com diferentes níveis de erosão (ICMBio).

Na região do parque a hidrografia nas partes mais altas apresenta vales encaixados representadas por falhas geológicas da era pré-cambriana, formando rios encachoeirados com muitas corredeiras pela forma de topografia composta por altas elevações como o pico da bandeira, o terceiro mais alto do país com 2892 m, e algumas belas quedas d'água com mais de 80m, como a cachoeira bonita, aumentado mais as suas belezas (ICMBio). Constitui-se como divisor d'água de afluentes de rios como o Paraíba do Sul, o Pomba, o Doce, o Itapemirim e o Itabapoana. Os rios desta região pertencem às Bacias do Leste, um agrupamento de bacias isoladas (AB'SABER, 1977, apud Plano de Manejo, 1981, dentre as quais se destacam por sua extensão as do Rio Doce, a maior, do Itapemirim e do Itabapoana, as quais recebem águas drenadas do interior do parque. São rios perenes, cujo fluxo é influenciado pelas chuvas orográficas ocasionadas pelos ventos úmidos

oriundos do litoral, e de regime tropical, a cheia ocorre no período de novembro a janeiro sendo que a vazante inicia-se em abril e atinge seu máximo nos meses de junho e julho. 7 A erosão fluvial, condicionada pelo forte controle estrutural e pelo regime de chuvas tropicais, é o principal agente do modelado dos vales e vertentes.

Figura 6: Mapa da rede hidrográfica do Parque Nacional do Caparaó



Fonte: Elaborado pelos autores.

O Parque Nacional do Caparaó está localizado na Serra da Mantiqueira, que abrange altas altitudes do sudeste brasileiro. E seguindo a classificação de relevo de Jurandyr Ross (1985), a área do parque localiza-se no contexto dos Planaltos em Cinturões Orogênicos e nos Planaltos e Serras do Atlântico-Leste-Sudeste. A região possui uma grande variação de altitude em curtas distâncias, isso indica que o relevo teve interações de movimentação geológica ao longo do tempo. As vertentes, em sua maioria, são íngremes com muito afloramento rochoso e cachoeiras (Ruellan, 1951).

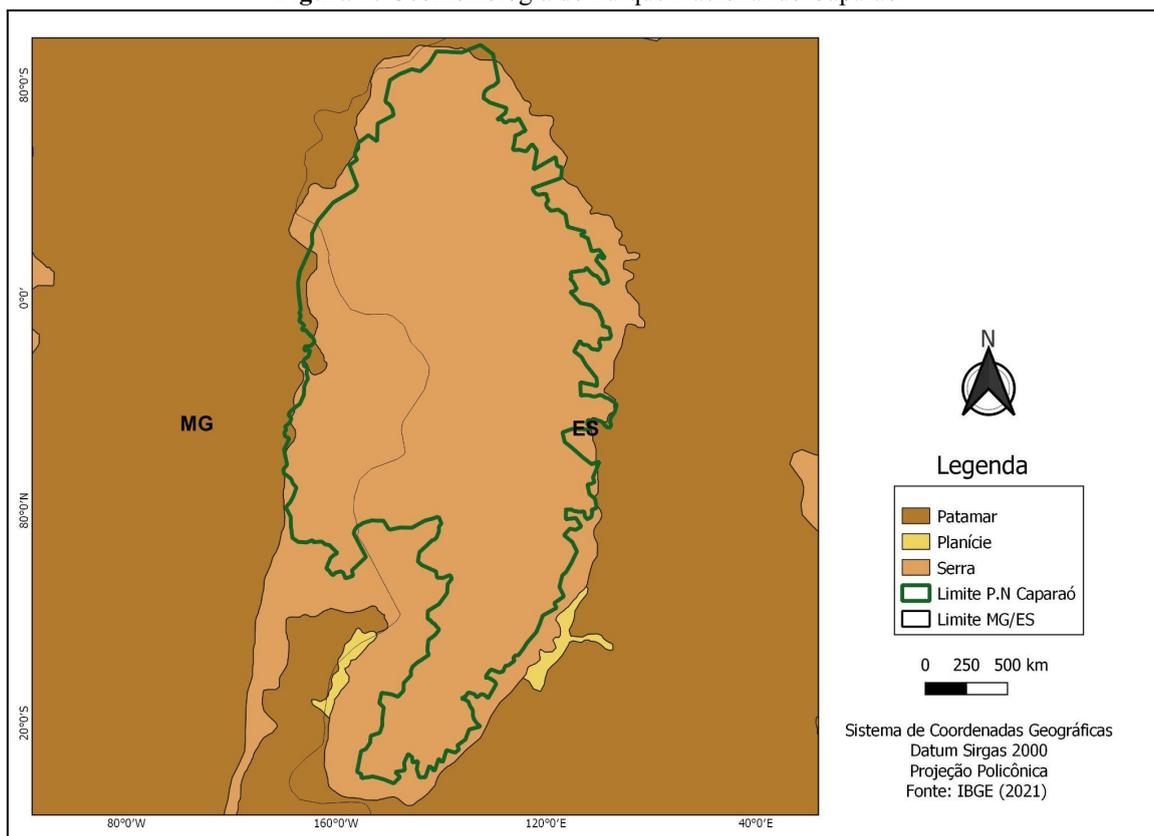
Sua formação está relacionada a ciclos de dobramentos, metamorfismos regionais, falhas e intrusões extensas. Os processos orogênicos pré-Cambrianos foram seguidos por ciclos de erosão, e o movimento epirogenético posterior ao Cretáceo resultou no levantamento da Plataforma Sul Americana, reativando falhas antigas e formando escarpas acentuadas, como a Serra da Mantiqueira, onde o Pico da Bandeira está localizado. A região possui uma variedade de níveis

morfológicos, variando de 800m a mais de 2000m, e seu relevo predominante consiste em topos convexos, canais de drenagem densos e vales profundos. Segundo a classificação dos domínios morfoclimáticos proposta por Ab'Saber em 1970, essa área corresponde ao domínio dos "Mares de Morros".

A Serra do Caparaó é o resultado do levantamento de um bloco granítico, que é um complexo cristalino com mais de 2 bilhões de anos, além de um dobramento antiformal associado a uma aba convexa. A serra é assimétrica devido aos flancos da dobra e apresenta vertentes com extensão e gradientes diferentes. A zona de charneira do antiformal da Serra possui uma intensa migmatização e suporta o Pico. O embasamento pré-Cambriano que sustenta esse relevo é composto por gnaisses e migmatitos de alto grau, e é totalmente drenado por águas correntes que formam nascentes, principalmente para o rio Doce. O granito passou por um metamorfismo de alto grau e possui uma cobertura metassedimentar.

Em termos de altitude, existem compartimentos aplainados e platôs até o topo da serra. À medida que se alcançam essas áreas, o relevo apresenta formas mais recortadas. As áreas são dissecadas e compartimentadas em diferentes níveis e características, e há um trabalho significativo da drenagem no fundo do vale, onde ocorre a exposição do embasamento composto por quartzo e feldspato alinhados. O rio flui sobre esse embasamento, que é exposto pelo processo de drenagem. As áreas de platô permitem uma drenagem comum aos filetes que se formam, resultando em canais sinuosos únicos. As áreas mais elevadas consistem em cumes acidentados com cristas definidas, o que indica a formação dos platôs. Os topos são convexos e não pontiagudos devido à exposição da rocha, que se fragmenta devido ao intemperismo físico. Além disso, há uma expansão e formação de uma superfície fraturada e aplainada.

Figura 7: Geomorfologia do Parque Nacional do Caparaó



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.5 Pedologia

As formações superficiais caracterizadas por solos e subsolos no Parque Nacional do Caparaó são constituídos por latossolos, nitossolos vermelhos, argissolos vermelho-amarelo, neossolos litólicos e cambissolos. Foram identificadas nove classes de solos a partir da nova classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (1999): Cambissolo Háplico Tb Distrófico (CXd), Cambissolo Háplico Tb Eutrófico (Cxe), Nitossolo Vermelho Eutrófico (Nve), Neossolo Litólico (RL), Neossolo Flúvico (RU), Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd), Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico (FFcd) (Plano de Manejo, 1981).

Tabela 1: Classificação pedológica atual x antiga

CLASSIFICAÇÃO ATUAL	CLASSIFICAÇÃO ANTIGA
Argissolo Vermelho Eutrófico textura argilosa	Terra Roxa Estruturada
Nitossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico textura argilosa com pedregosidade e rochiosidade	Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico
Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico A fraco cascalhento	Cambissolo Álico
Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico A moderado, com rochiosidade	Cambissolo Eutrófico
Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico textura média	Glei pouco Húmico Distrófico
Neossolo Litólico Distrófico textura arenosa	Solos Litólicos Distróficos
Neossolo Flúvico	Solos Aluviais Indiscriminados
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura argilosa	Latossolo Vermelho-Amarelo
Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico	Plintossolo

Fonte: Adaptado do Plano de Manejo do Parque Nacional do Caparaó
Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/parnacaparao>>

3.5.1. Cambissolos

Os cambissolos são solos pouco desenvolvidos devido ao processo de pedogênese ocorre a alteração do material de origem. Apresenta horizonte B incipiente (Bi), não possui acumulação de argila proveniente dos horizontes superficiais. Segundo o Plano de Manejo, os processos erosivos representados, principalmente, por sulcos e ravinas, são por conta de abrangerem relevos ondulados a fortes ondulados, além de possuírem taxas de declividade moderadas a elevadas na extensão do Parque. A subclasse Cambissolo Háptico Tb Distrófico Típico A Fraco é encontrada em encostas de morros ou em porções íngremes do maciço do Caparaó. A sua baixa fertilidade ou saturação por bases é por causa da ausência de minerais ricos em bases trocáveis no material de partida e a abundância de quartzo no horizonte B e saprolito.

3.5.2 Neossolos

Os Neossolos são solos com perfil raso e pouco desenvolvido. Não possui horizonte B e nem outro horizonte diagnóstico. Possuem elevada suscetibilidade aos processos erosivos e intempéricos, por estar em relevos declivosos e pequena profundidade. No Parque Nacional do Caparaó, são encontradas duas subclasses: Neossolo Litólico; solos não espessos, possuem elevado vínculo com as rochas do do material de origem e elevada suscetibilidade à erosão e Neossolo Flúvico; presentes em planícies de inundação, existência de material arenoso e cascalhento insolidados e possuem alta permeabilidade.

3.5.3 Nitossolo Eutrófico

Podem estar associadas a transição entre os cambissolos eutróficos e distróficos. São solos eutróficos devido a acumulação de argila no horizonte B (iluviação), oriunda dos horizontes subjacentes. Além disso, são encontradas nas porções marginais do PNC com declividade moderada a elevada, ou seja, apresentam maior risco a erosão e ao intemperismo, aliada a retirada da vegetação nativa.

3.5.4 Argissolo Vermelho-amarelo Eutrófico

Possuem horizonte B textural, caracterizado por facilitar a diferenciação entre os demais horizontes. Podem possuir cerosidade e horizonte A moderado. O substrato rochoso dessa classe de solos são correspondentes a rochas máficas, charnockitos e gnaisses, sendo a rochosidade bem desenvolvida. A ação erosiva pode ser intensificada pela composição ondulada a forte ondulada do relevo.

3.5.5 Plintossolo Pétrico Concrecionário

Esses solos estão associados à oscilação do lençol freático e à dificuldade de movimentação gravitacional da água, proporcionando a ocorrência de mosqueados e aparecimento da plintita (material que contém argila, quartzo, baixo teor de matéria orgânica e baixo teor de ferro e alumínio). Dentre suas características destacam-se o processo intempérico avançado, pouca profundidade e permeabilidade variável.

3.5.6 Gleissolo Háptico Distrófico

São solos vinculados a rede de drenagem, podendo ser imperfeita, permanente ou sazonalmente saturados. É caracterizado por ser um ambiente redutor oque facilita a preservação da matéria orgânica, por isso apresenta horizonte B glei representados por cinza-claro. Podem ser encontrados nos platôs do PNC e nas nascentes dos córregos intermitentes e perenes.

3.6 Caracterização fitogeográfica da área em estudo

O Parque Nacional do Caparaó é um local de rica biodiversidade, abrigando diversas espécies de plantas que se adaptam aos diferentes ambientes presentes na região. Entre as espécies notáveis encontradas neste parque, destacam-se o Cedro (*Cedrela fissilis*) na floresta ombrófila densa

montana, o Jatobá (*Hymenaea courbaril*) na floresta ombrófila semidecidual e a Açucena (*Hippeastrum breviflorum* Herb) nos campos de altitude.

Figura 8: Espécies vegetais presentes no Parque Nacional do Caparaó



Fonte: Elaborado pelos autores.

A floresta ombrófila densa montana é caracterizada pela sua vegetação exuberante e grande diversidade de espécies. Nesse ambiente, o Cedro é uma das árvores de destaque. A *Cedrela fissilis*, também conhecida como Cedro-Rosa, é uma espécie nativa do Brasil. Ela possui um porte imponente, atingindo alturas consideráveis, e sua madeira é bastante valorizada. Suas folhas são compostas e suas flores são pequenas e brancas, formando inflorescências.

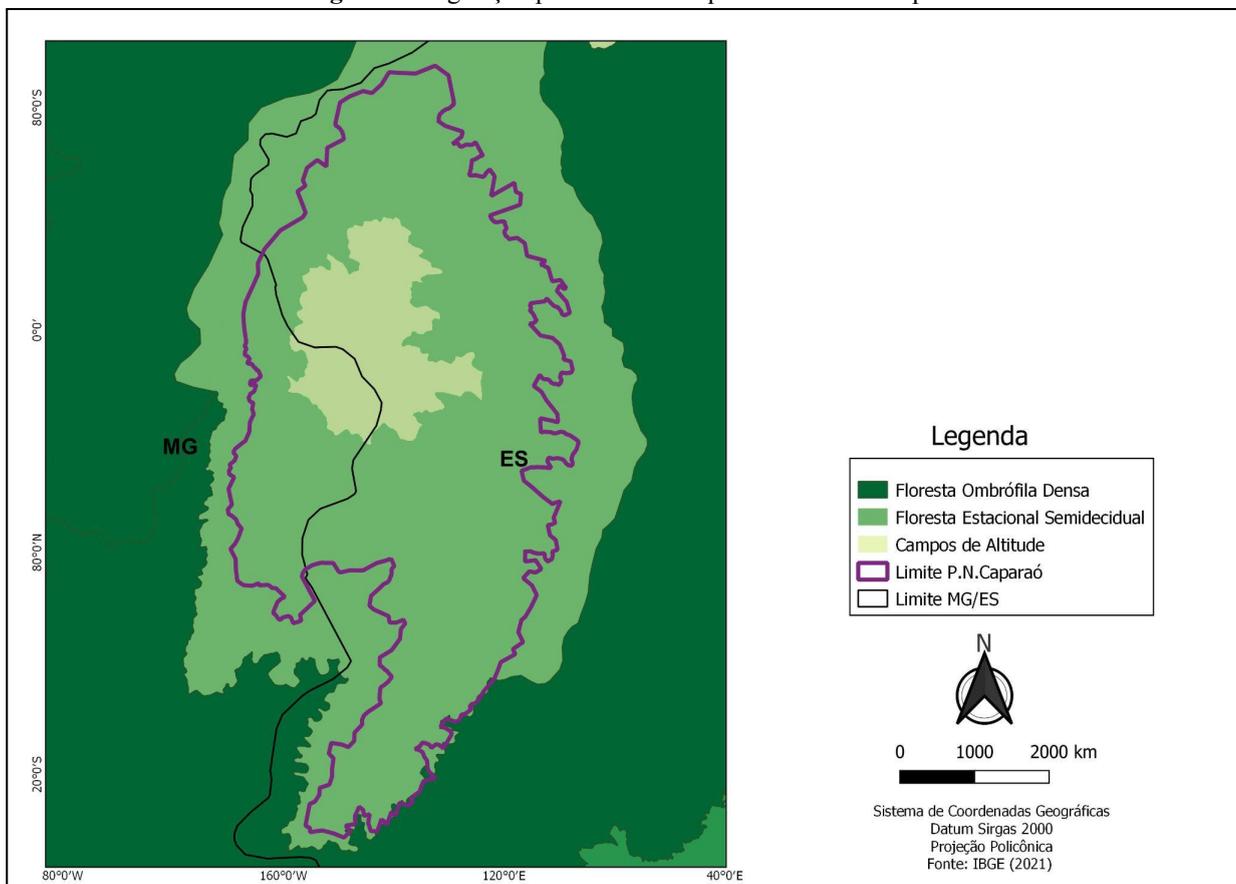
Na floresta estacional semidecidual, encontramos o Jatobá, uma árvore imponente e de grande importância para a fauna e flora local. O *Hymenaea courbaril*, conhecido como Jatobá, é uma espécie arbórea nativa do Brasil, que pode atingir alturas impressionantes. Suas folhas são compostas e suas flores apresentam tons amarelados e avermelhados, atraindo polinizadores como abelhas e borboletas. Além disso, o Jatobá produz frutos que são consumidos por diversos animais, contribuindo para a dispersão de suas sementes.

Nos campos de altitude do Parque Nacional do Caparaó, podemos encontrar a *Hippeastrum breviflorum* Herb, conhecida popularmente como Açucena. Essa planta é característica de ambientes mais frios e possui uma aparência singular. Suas flores são grandes e vistosas, apresentando cores vibrantes, como vermelho e rosa. A Açucena é uma espécie endêmica da região, ou seja, é encontrada exclusivamente nessa área específica. Sua presença nos campos de altitude contribui para a beleza cênica e a diversidade florística dessas áreas.

A caracterização fitogeográfica do Parque Nacional do Caparaó é fundamental para um rigor científico adequado. Ela envolve o estudo detalhado da distribuição das espécies vegetais na área, considerando fatores como clima, altitude, umidade e outros elementos ambientais. Através de pesquisas e análises científicas, os especialistas podem identificar os diferentes tipos de vegetação presentes no parque, mapear as espécies e entender suas interações com o ecossistema local.

Essa caracterização fitogeográfica contribui não apenas para o conhecimento científico, mas também para a conservação e manejo adequado do Parque Nacional do Caparaó. Com base nesse estudo, é possível identificar áreas de maior importância para a preservação da biodiversidade, bem como estabelecer estratégias de proteção e recuperação dos ecossistemas.

Figura 9: Vegetação presente no Parque Nacional do Caparaó



Fonte: Elaborado pelos autores.

No mapa da Figura 9, é possível observar a diferenciação da vegetação de acordo com a elevação da altitude. Nas áreas mais baixas da vertente e no sopé, predomina a vegetação típica da Floresta Ombrófila Densa. Conforme a altitude aumenta, podemos observar a transição para a predominância da vegetação da Floresta Estacional Semidecidual. Já próximo ao topo, é possível apreender a predominância da vegetação rasteira característica dos Campos de Altitude. Essa

distribuição da vegetação ao longo da elevação do terreno demonstra a influência dos fatores climáticos e edáficos na formação de diferentes tipos de ecossistemas ao longo dessa área.

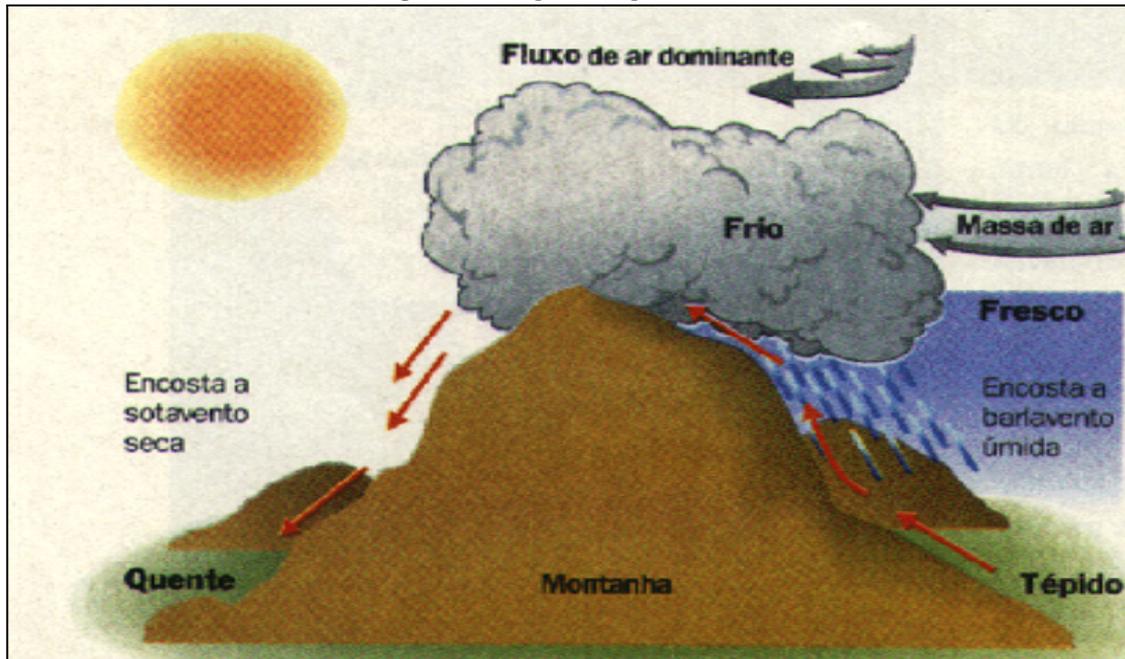
3.7 Caracterização climática

Segundo o Instituto Brasileiro do Desenvolvimento Florestal (IBDF, 1981), os índices pluviométricos anuais são de 1000 e 1500 mm, alcançando máximos de até 1750 mm na porção a barlavento. Nos meses de primavera-verão ocorrem chuvas abundantes de novembro a março, enquanto que as estações de outono-inverno correspondem a épocas de seca de abril-outubro. Os meses entre novembro, dezembro e janeiro são os meses mais chuvosos, podendo concentrar cerca de 50% da precipitação anual (Plano de Manejo, 1981).

No que diz respeito à temperatura média anual, de acordo com o Plano de Manejo, oscila entre 26 a 27 °C, no qual os meses de janeiro e fevereiro são os mais quentes. A temperatura média mínima é inferior a 14 °C ocorrendo, principalmente, nos meses de inverno. São frequentes mínimas diárias próximas ou abaixo de 0°C durante os meses de junho e julho, podendo ainda ocorrer geadas e nevoeiros. Já em relação a umidade relativa do ar a média anual é de aproximadamente 75%, sendo que março é o mês mais úmido e setembro o mês mais seco.

O relevo aliado à altitude influenciam profundamente na caracterização da vegetação, pois a vertente a barlavento são marcadas por chuvas orográficas (resfriamento de ar úmido ascendente com a elevação da altitude). Enquanto, a vertente a sotavento é marcada pela seca, devido a presença de barreira de relevo (ar úmido descendente), isto é, possibilita apenas o desenvolvimento de vegetação de baixo porte. Além disso, a proximidade do mar exerce uma diferença considerável entre as vertentes capixabas e mineiras do PNC, a primeira por estar mais próxima do mar recebe ventos úmidos o que provoca índices pluviométricos mais altos e a ocorrência de florestas em altitudes mais elevadas do que na vertente mineira.

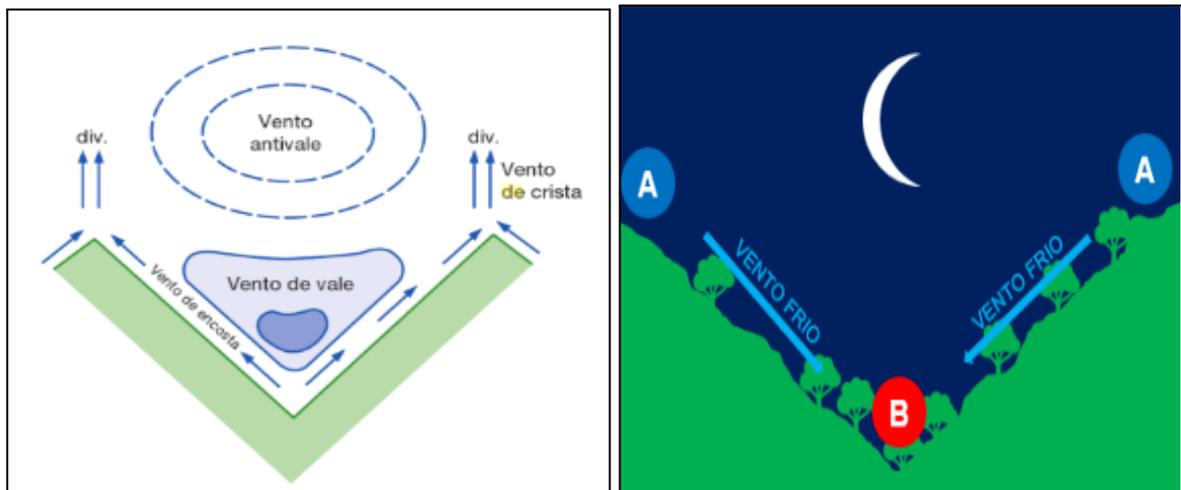
Figura 10: Esquema explicativo



Fonte: Profº Fábio Marin
Disponível em: www.leb.esalq.usp.br

Pode-se destacar também que as diferenças topográficas do PNC geram condições climáticas singulares, como é o caso dos ventos de vale (anabática) e montanha (catabática). O vale por estar em uma área mais profunda dificulta a recepção durante o dia de insolação gerando um mecanismo de circulação da alta pressão atmosférica no fundo do vale (dispersora de ventos) em direção a baixa pressão atmosférica (receptora de ventos) na montanha. Já durante a noite, o topo da montanha apesar de ter maior suscetibilidade ao recebimento de radiação solar durante o dia, libera energia facilmente, ou seja, a temperatura do topo da montanha é menor que a do vale à noite. Nesse caso, cria-se um centro de alta pressão no topo da montanha e de baixa pressão no vale.

Figura 11: Esquema explicativo de brisa de vale e de montanha



Fonte: Adaptado de Barry e Chorley Atmosfera, tempo e clima (1968)

3.7.1 Classificação Climática

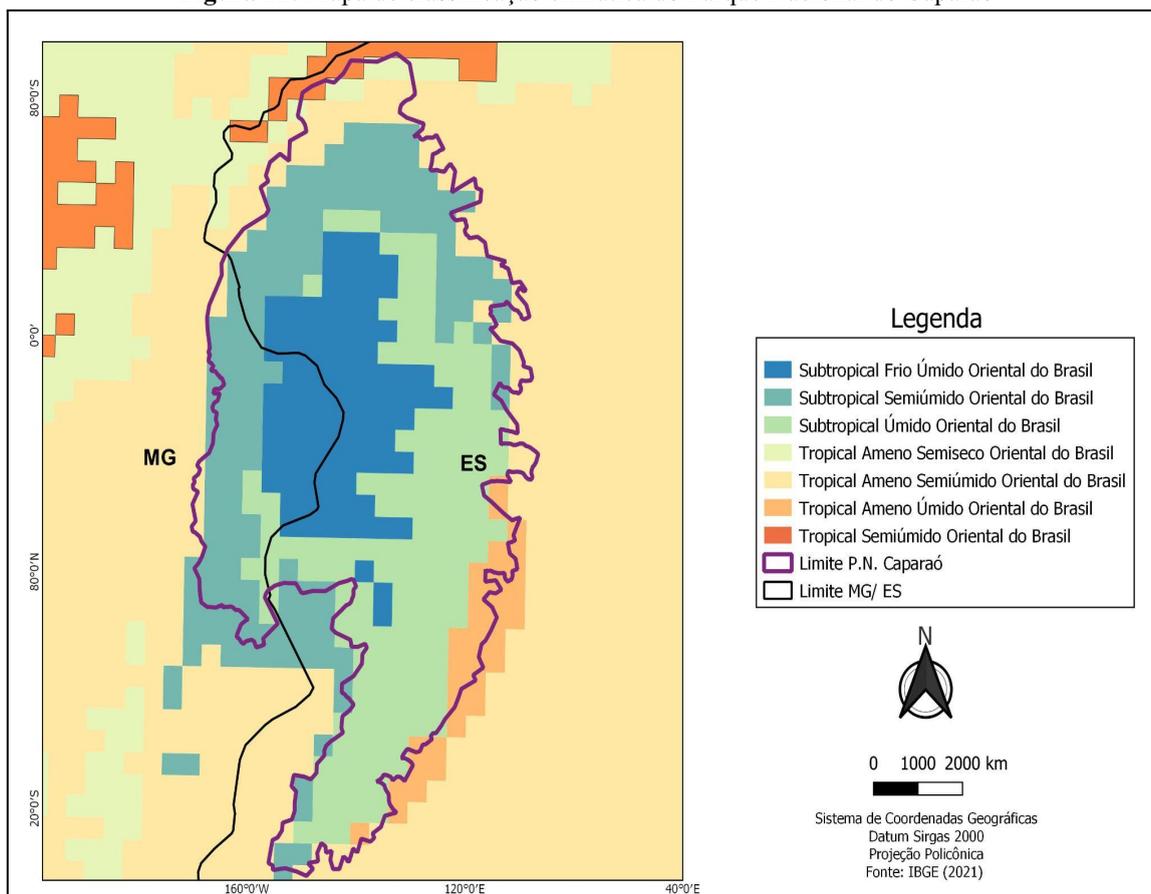
A classificação climática proposta em 1900 por Köppen–Geiger busca relacionar aspectos climáticos como pluviosidade, temperatura e sazonalidade com a vegetação. Para a definição dos tipos climáticos a partir de categorias numéricas utilizou o mapa de zonas de vegetação proposto por Alphonse de Candolle (Ayoade,1996). Os cinco tipos climáticos de Köppen–Geiger são identificados da seguinte maneira: A (clima tropical), B (clima árido), C (clima temperado), D (clima continental) e E (clima polar). Podem ser acompanhados de uma segunda letra, na qual indica a precipitação de acordo com as estações do ano e uma terceira letra apontando a temperatura. Nesse sentido, o PNC é considerado dentro dessa classificação como Clima Tropical de Altitude (Cwb), sendo representado por C temperado, w inverno seco, b verão fresco. Dentre suas características, podem ser destacados a vegetação predominante de Mata Atlântica e Campos de Altitude, elevados índices de pluviométricos, assim como a umidade relativa do ar e a presença de massas de ar úmidas, como Massa Polar Atlântica (mPa).

Ademais, com base no sistema de classificação desenvolvido por Novais (2019), é viável compreender cada tipo climático associado ao Parque Nacional do Caparaó, uma vez que classifica os domínios climáticos com os tipos climáticos divididas em subcategorias de acordo com o número de períodos secos e úmidos. Os Tipos climáticos recebem uma indicação a respeito da localização das categorias e subcategorias dentro do continente, que, no caso do Brasil, é a América do Sul, e como o PNC está situado na parte leste do Brasil, recebe a designação Oriental do Brasil, sendo a mais diversa em termos de domínios climáticos.

O Domínio Tropical pertence, principalmente, às porções onde ocorrem convergências de umidade durante os meses de primavera e verão. Por outro lado, o Domínio Tropical Ameno é caracterizado por temperaturas médias mais baixas em comparação ao Domínio Tropical, por conta do resfriamento adiabático do ar nas áreas mais elevadas acentuadas pela altitude e relevo (NOVAIS, 2019). O domínio climático tropical pode ser dividido em: úmido (zero a 3 meses secos); semi úmido (4 a 5 meses secos); semisseco (6 a 7 meses secos) e seco (8 a 11 meses secos)

No que diz respeito ao Domínio Subtropical ele pode alcançar além do Trópico de Capricórnio na porção norte-nordeste, como apontado por Novais e Pereira (2008), pois foi-se averiguado que as áreas atingidas por esse domínio possuem um clima similar ao interior da Região Sul do Brasil. É dividido em 3 subdomínios condizentes às estações do ano: úmido (0 a 3 meses secos); Semi úmido (4 a 5 meses secos) e Semisseco.

Figura 12: Mapa de classificação climática do Parque Nacional do Caparaó



Fonte: Elaborado pelos autores.

4. PROCEDIMENTOS, MATERIAIS E ÁREA DE ESTUDO

4.1 Instalação dos abrigos microclimáticos

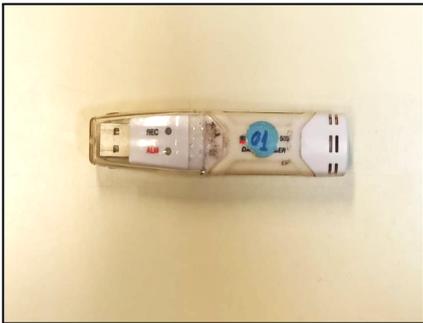
Os campos foram feitos no dia 03 de maio de 2023 às 11h00min (1º campo) e no dia 6 de maio de 2023 às 15h00min. Assim, foram determinados oito pontos para a instalação de postos microclimáticos ao longo da vertente mineira do Pico da Bandeira, com exceção do último ponto que se encontrava no lado capixaba (ES). Essas instalações foram instaladas com o objetivo de elaborar um perfil topoclimático do pico.

Em cada ponto de instalação foi registrado a altitude (com o altímetro), as coordenadas (por meio do GPS), a orientação norte fornecida pela bússola, que já servia como referência para a instalação do abrigo meteorológico já que a haste utilizada era fixada orientada para o N.

Com a haste fixada, encaixava-se o logger no interior do mini abrigo (com o auxílio de arame). Por fim, colocamos um aviso informando que esses equipamentos eram para fins científicos. Com a instalação feita, registou-se informações como: declividade, solo, vegetação, altitude, pressão atmosférica, coordenadas, horário e o local.

4.2 Descrição dos materiais utilizados

Tabela 2: Descrição dos equipamentos utilizados

Nome do instrumento	Equipamento	Descrição
<p>GPSMAP 76CSx</p>	 <p>Fonte: Ana Beatriz S. Ribeiro, 2023.</p>	<p>É um dispositivo de GPS portátil fabricado pela Garmin, projetado para atividades ao ar livre. Possui tela colorida, receptor de GPS de alta sensibilidade, bússola eletrônica, altímetro barométrico e recursos de rastreamento. É resistente à água, possui longa duração da bateria e oferece conectividade USB e Bluetooth.</p>
<p>Abrigo meteorológico</p>	 <p>Fonte: Tainã, 2023.</p>	<p>O abrigo meteorológico tem como principal função proteger o logger que faz a coleta de dados que iremos analisar. Ele protege da chuva e insolação. O material deve ser feito com materiais que sejam muito resistentes e confiáveis. A pintura é branca, assim a maior parte da radiação é refletida.</p>
<p>Data-logger</p>	 <p>Fonte: Ana Beatriz S. Ribeiro, 2023.</p>	<p>O logger é um sensor que coleta e armazena os dados de temperatura e umidade relativa do ar. Ele fica dentro do abrigo mencionado acima e é previamente calibrado pelos monitores do laboratório de climatologia da USP. O logger foi calibrado para esse campo para coletar dados de hora em hora dos desde o último ponto instalado no primeiro campo até o primeiro logger retirado no último campo.</p>
<p>Relógio Digital</p>	 <p>Fonte: Ana Beatriz S. Ribeiro, 2023.</p>	<p>Com uma utilização otimizada e prática, o relógio utilizado para a anotação dos horários foi o relógio que temos em nossos smartphones.</p>

<p>Alicate</p>	 <p>Fonte: DMS, 2023.</p>	<p>O alicate é uma peça de ferramenta formada por duas barras articuladas em forma de tesoura, de pegas curvas e pontas chatas ou redondas, que serve para segurar pequenas peças metálicas, torcer ou cortar arame. O alicate, nesse campo, foi utilizado com a função de facilitar a retirada do logger de dentro do abrigo meteorológico, que estava encaixado com um pequeno arame para garantir sua permanência lá.</p>
<p>Caderneta de Campo</p>	 <p>Fonte: Vinício Apolinário, 2023.</p>	<p>Foram utilizados cadernetas de campo, individualmente por cada integrante do grupo. A caderneta é um meio eficaz e prático de coleta de dados. Trata-se de um caderno ou folhas avulsas e de preferência de um tamanho que dê para guardar no bolso.</p>
<p>Termohigrômetro</p>	 <p>Fonte: Ana Beatriz S. Ribeiro, 2023.</p>	<p>O termohigrômetro é um instrumento de medição utilizado para medir tanto a temperatura quanto a umidade relativa do ar em um determinado ambiente. Ele combina as funcionalidades do termômetro, que mede a temperatura, e do higrômetro, que mede a umidade.</p>
<p>Altímetro</p>	 <p>Fonte: Grupo, 2013.</p>	<p>Instrumento para medir a altitude.</p>

Fonte: Elaborado pelo grupo

4.3 Montagem do Banco de Dados

A montagem do banco de dados começou com o entendimento do funcionamento dos instrumentos utilizados, sua calibração e enfim sua utilização e processamento dos dados. Tivemos aulas anteriores ao campo com explicações sobre a programação dos sensores do logger e uma aula prática de utilização do mini abrigo, haste e logger. Os dados contabilizam informações do dia 7 de maio de 2023 até o dia 27 de maio de 2023. Assim, o número de dados processados e analisados depois do campo é extremamente denso.

Após a coleta dos loggers e a volta do campo, os dados são baixados e processados para o software Excel. Avaliando corretamente o desempenho dos sensores, deve-se desconsiderar o período de calibração. Nos dados de temperatura temos um desvio padrão aceito de -0,25 a +0,25 oC e para umidade relativa do ar o limite para o desvio padrão é de -3 a +3%. Os dados compreendem informações desde o dia 7 de maio, considerando apenas depois da instalação do ponto 8 (último), até a retirada do ponto 1 no dia 26 de maio.

A espacialização desses dados foi realizada durante as aulas, principalmente, e com a ajuda do Prof^o Dr. Emerson Galvani e seus monitores. Utilizamos trabalhos de diversas instituições, principalmente do IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, e EMBRAPA. Foram feitos mapas altimétricos, de geologia, geomorfologia, vegetação e outros. Além disso, especializamos a trilha que foi feita e os pontos de coletas.

4.4 Percurso e análise prévia do campo: características gerais

Para que seja possível a compreensão dos dados elaborados pelo grupo no tópico a seguir, é necessário uma visualização prévia dos pontos estudados e analisados durante o percurso. Foram instalados oito pontos marcados como P1 (ponto 1) até o P8 (ponto 8) como visualizado na tabela de campo e na imagem de satélite junto com o perfil topográfico a seguir.

Tabela 3: Tabela de campo, 2023

Pontos	Altitude	X	Y	Patm	Declividade	Orientação da Vertente	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

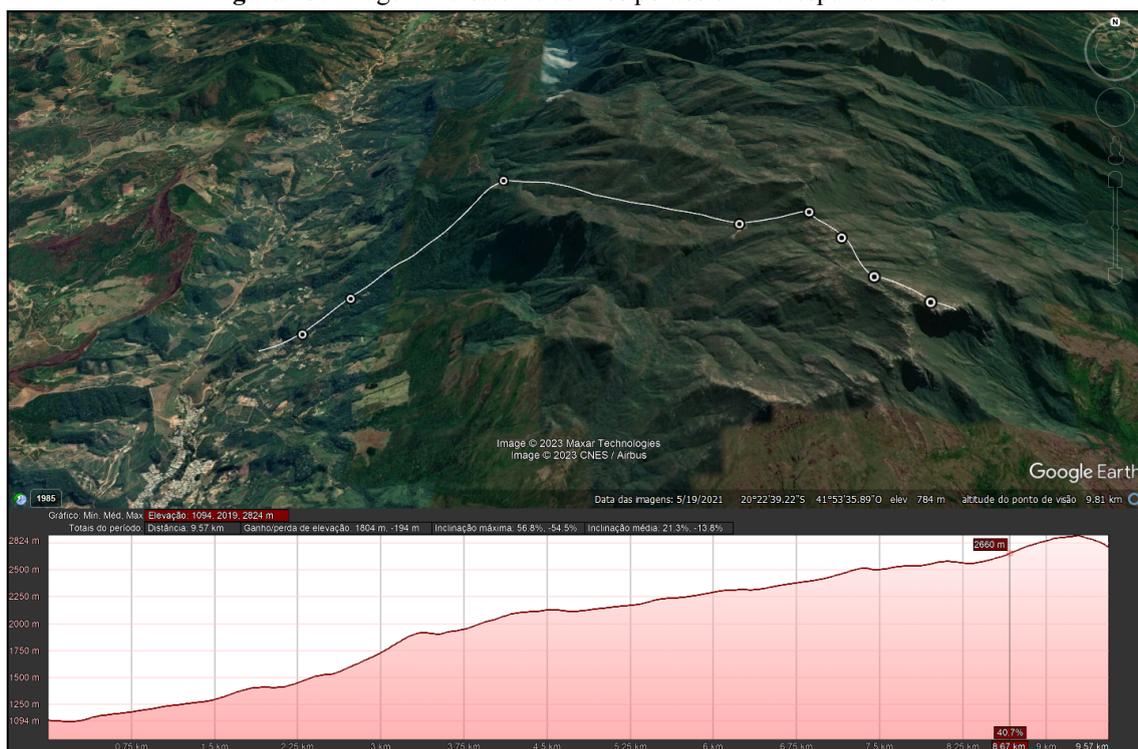
P4	2340	-20.420988	-41.810911	594	moderada	noroeste	Campos de Altitude
P5	2470	-20.420490	-41.803738	585	média	norte	Campos de Altitude
P6	2560	-20.424925	-41.801386	577	moderada	nordeste	Campos de Altitude
P7	2720	-20.431224	-41.799843	566	elevada	sudoeste	Campos de Altitude
P8	2883	-20.434751	-41.795550	559	elevada	leste	Campos de Altitude

Fonte: Trabalho de Campo, 2023

O trajeto possui uma diferença altimétrica de 1783 metros do menor ponto até o maior e é realizado em torno de um dia. Isso garante para o estudo de climatologia uma importante variação da altitude que carrega consigo um conjunto de diferenças na temperatura e umidade, como também na mudança da vegetação e paisagem.

Analisando o mapa, como também sua topografia, é possível observar o trajeto percorrido pelos geógrafos para instalação dos equipamentos no dia 7 de maio de 2023 e retirada no período de 28 de maio de 2023.

Figura 13: Imagem via satélite com os pontos e trilha espacializados



Fonte: Elaborado pelo grupo.

O ponto inicial (P1) localiza-se na “Pousada do Bezerra”, a 1100 metros de altitude, o ponto mais baixo em questão de altura se comparado aos outros pontos. Este local de coordenadas X: 20.425675 e Y: 41.857989, é caracterizado por possuir uma vegetação densa formada por Floresta Ombrófila Densa Montana, o que garante taxas de umidade mais elevadas se comparada a outros

pontos, uma vez que a vegetação contribui diretamente nas características climáticas deste espaço, principalmente em relação à umidade do ar.

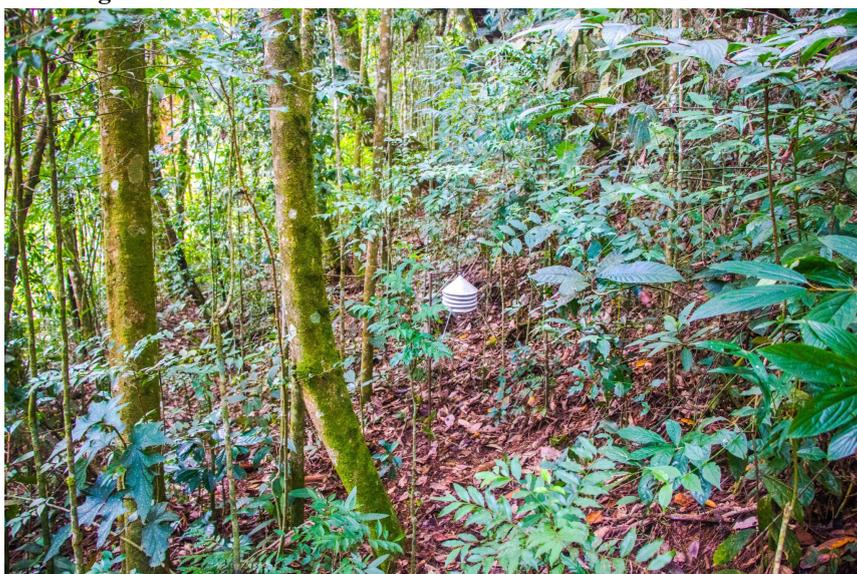
Figura 14: Ponto 1 instalado na Pousada do Bezerra a 1100 metros



Fonte: Tainã, 2023.

O segundo ponto (P2), já a 1200 metros de altitude, com coordenadas de X: 20.421481 e Y: 41.853267, foi instalado próximo a entrada/portaria do Parque do Caparaó. A semelhança com o primeiro ponto é demasiadamente similar na questão da paisagem, visto que a mudança de altimétrica foi de apenas 100 metros, perpetuando uma vegetação de Floresta Ombrófila Densa Montana, também retendo bastante umidade. Uma pequena diferença entre os dois pontos consiste na sua declividade, em que o ponto 1 possui uma declividade média, enquanto o ponto 2, já apresenta uma declividade média para alta.

Figura 15: Ponto 2 instalado na Pousada do Bezerra a 1200 metros



Fonte: Tainã, 2023.

Utilizando automóveis para chegar ao terceiro ponto já que apresenta uma diferença altimétrica maior se comparada aos dois primeiros, uma vez que a altitude salta para 1780 metros, uma elevação de 580 metros, já é possível notar uma pequena mudança em relação a declividade, vegetação e paisagem. Localizado nas coordenadas X: 20.409758 e Y: 41.836408, o ponto 3 (P3) é a porta de entrada para a trilha do Pico da Bandeira. A vegetação se altera para Floresta Semidecidual Montana, como também a uma mudança na declividade, que passa para a alta.

Figura 16: Ponto 3 início da trilha a 1780 metros.



Fonte: Grupo 1, campo 2, 2023.

A partir do ponto 4 (P4) há uma alteração na vegetação do local. Isso porque, a altura já passa dos 2000 metros. O P4 está situado a 2340 metros, também conhecido como o “Terrerão”, local em que é possível realizar a primeira parada do grupo está localizado nas coordenadas X: 20.420988 e Y: 41.810911. Ao invés de florestas cobrindo a paisagem, assim como os pesquisadores, os campos de altitude predominam o ambiente e a paisagem chegando até o último ponto da área de estudo, o oitavo ponto (P8). Nesse tipo de vegetação, ocorre pouca contenção da umidade e a sensação térmica começa a mudar diante das ventanias que correm sobre essa vegetação.

Figura 17: Ponto 4 instalado próximo ao “Terreirão” a 2340 metros



Fonte: .Grupo 1, campo 2, 2023

Os pontos de 5 a 7 (P5, P6 e P7) em questão da visualização da paisagem são semelhantes entre si, visto que todos os pontos são de campos de altitude. O que muda principalmente nesses locais é a variação de altitude, como também a declividade. Além disso, em alguns pontos apresentam uma riqueza de flora podendo observar durante o trajeto flores raras como a açucena (*Lilium candidum*). Em relação a altitudes os pontos P5, P6 e P7 apresentam altitudes de 2470 metros, 2560 metros e 2720 metros respectivamente. Já sinalizando o fim do percurso de ida do trabalho de campo. Assim como suas respectivas coordenadas de X: 20.424925 e Y: 41.801386; X: 20.431224 e Y:41.799843; X: 20.434751 e Y: 41.795550.

Figura 18: Próxima a instalação do ponto 5 no Parque Nacional 2470 metros



Fonte: .Grupo 1, campo 2, 2023

Figura 19: Próxima a instalação do ponto 6 no Parque Nacional 2560 metros



Fonte: Grupo 1, campo 2, 2023

Figura 20: Próxima a instalação do ponto 7 no Parque Nacional 2720 metros



Fonte: Grupo 1, campo 2, 2023

O oitavo e último ponto de instalação, apresenta uma paisagem exuberante, como também a visualização dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. No primeiro momento foi possível observar toda a riqueza natural do parque, que em seguida foi ocupada pela brisa anabática carregando suas nuvens e cobrindo toda a exibição, assim como trazendo baixas temperaturas consigo e expulsando os estudantes, monitores, professor e guia do local. Como ponto mais alto, apresenta uma altitude de aproximadamente 2883 metros, sendo o ponto mais alto do trabalho aqui exposto. Sua riqueza singular permite não só a conclusão da análise dos estudos climáticos altimétricos, mas também uma riqueza diante da exuberância do local e a união do grupo em poder terminar o percurso de ida.

Figura 21: Próxima a instalação do ponto 8 no Parque Nacional 2883 metros



Fonte: Pedro de Matos Lima, 2023.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS

5.1 Dinâmica climática

Cabe comentar acerca de alguns casos anormais que ocorreram, sobretudo no Ponto 4, sendo eles alguns casos de temperaturas negativas, ocorridas durante os dias 17 e 18 de maio.

Figura 22: Ação da massa polar atlântica (MPa) nos dias 16 e 17

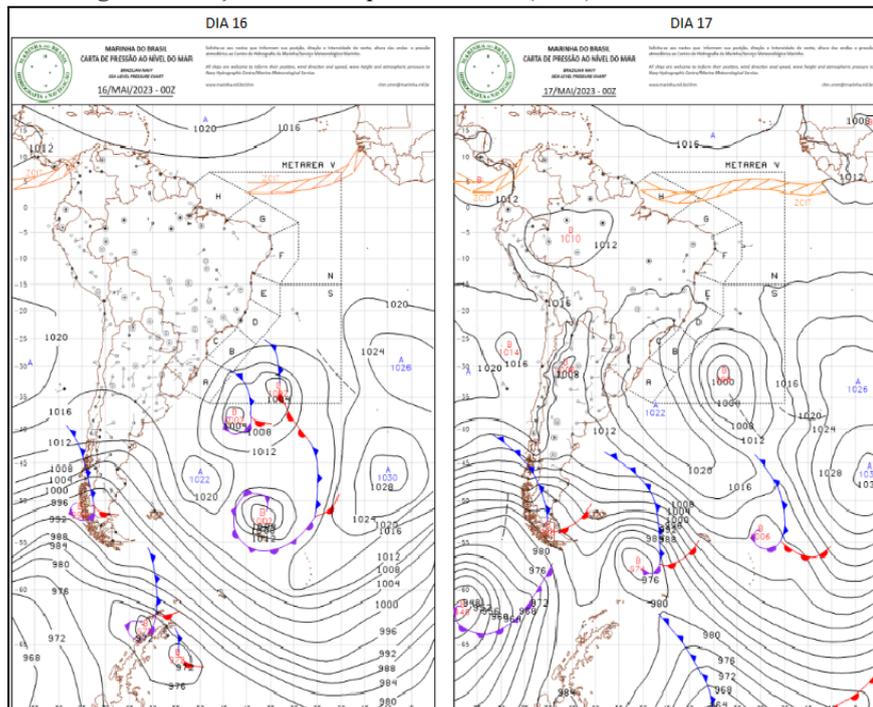
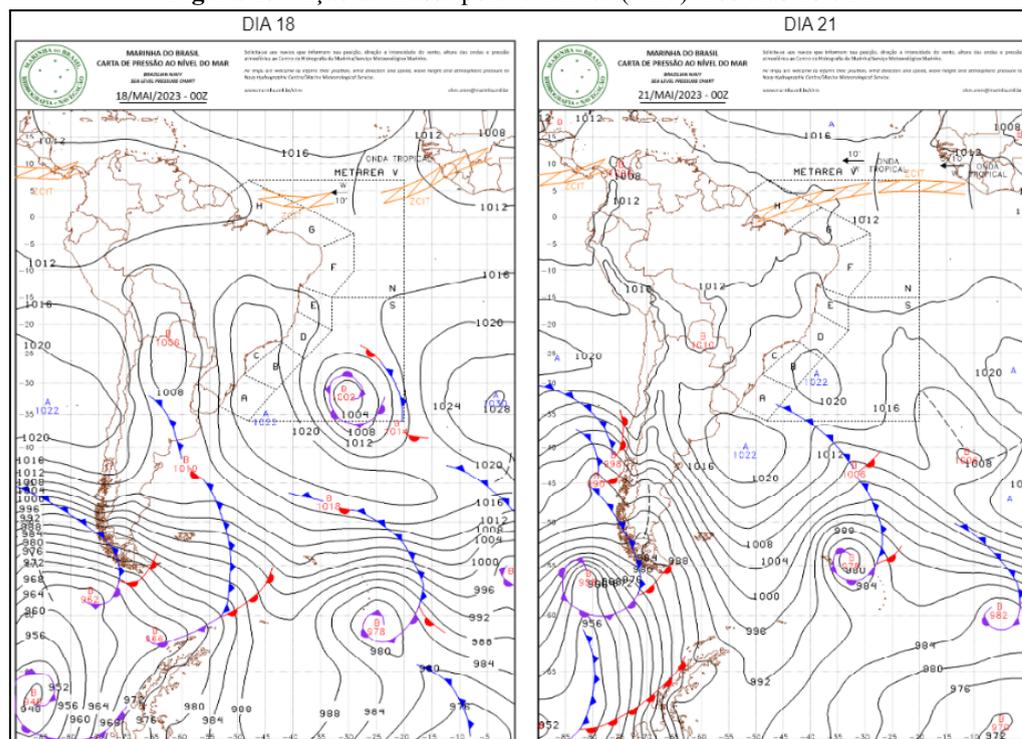


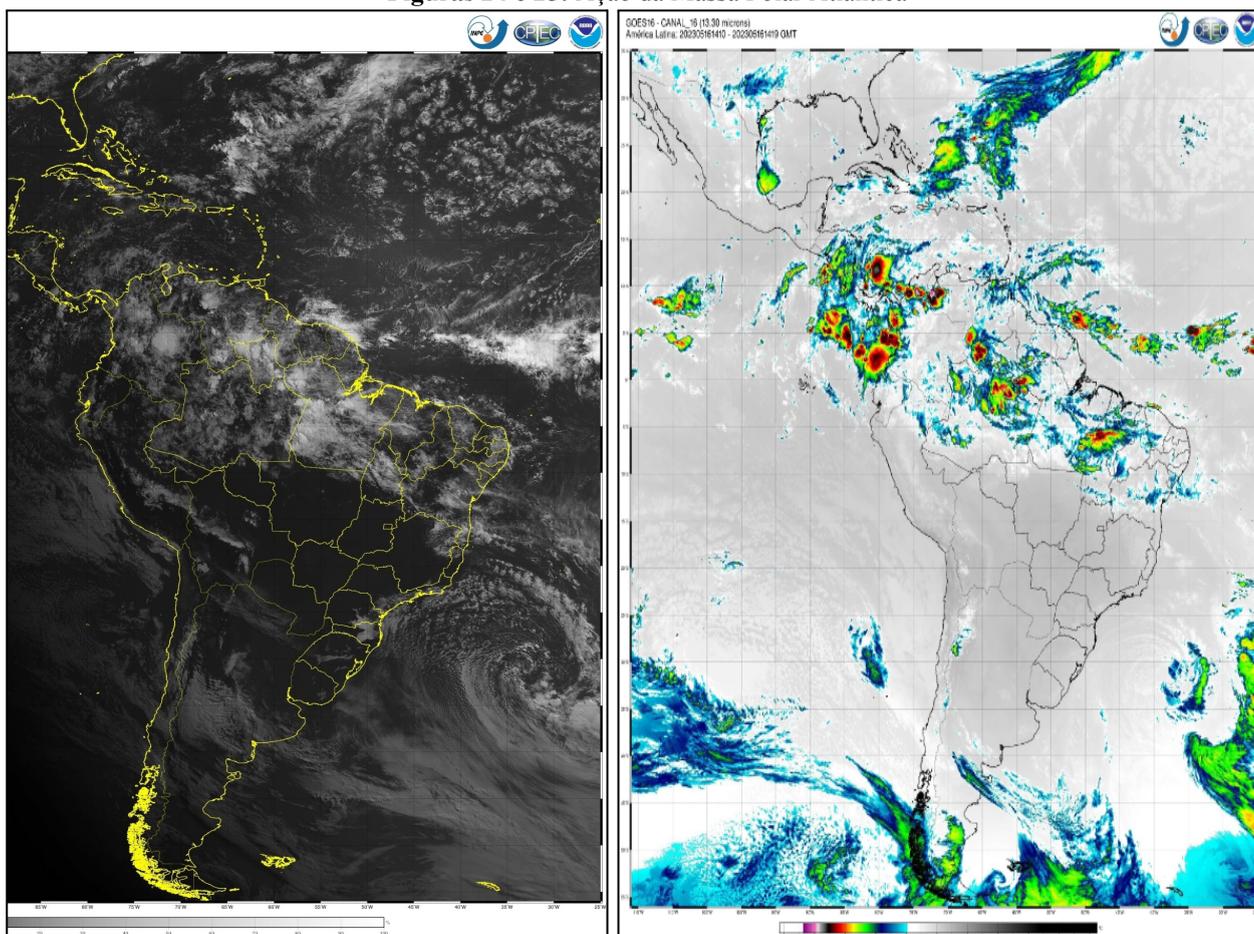
Figura 23: Ação da massa polar atlântica (MPa) nos dias 18 e 21



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

Através das imagens de cartas sinóticas do site da marinha brasileira, nota-se que a região estava sob o efeito de um Centro de Alta Pressão, tal fenômeno pode ser visto se aproximando desde o dia 16 de maio. No caso, essa alta pressão, ocorre em função de Caparaó estar próxima do Atlântico, favorecendo o avanço das mPa, principalmente aquelas que na estação do verão avançam além do trópico de Capricórnio. Essa Alta Pressão, faz com que se tenha um fluxo descendente de ar que diverge em superfície, fazendo com que a massa de ar frio (Massa Polar Atlântica) fique mais próxima da superfície. Assim, o que pode ser observado nessas cartas sinóticas da marinha é a formação do centro de Alta Pressão no dia 16, até o dia 21 de maio, que favorece a ação de uma Massa Polar atlântica (mPa), a qual é um sistema anticiclonal e que tem o seu centro de origem no Atlântico Sul, nas proximidades da Patagônia.

Figuras 24 e 25: Ação da Massa Polar Atlântica



Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE: Acervo de Imagens do Satélite GOES-16.
Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes16.formulario.logic>. Acesso em: 14 de julho de 2023.

Como pode-se observar pelas imagens de satélite acima, do INPE, correspondentes ao dia 17 e pelas cartas sinóticas, percebe-se a ação da mPa de uma maneira mais alongada, com seu eixo norte-sul maior, além de se direcionar posteriormente para o oceano, já que conforme se “desintencifica” avança para o leste. Ou seja, essa massa costuma se apresentar na região de duas maneiras, de forma alongada ou mais curta (mais circular), avançando para o interior do continente e para o Atlântico. Adensando mais sobre o assunto, é interessante comentar sobre o estudo: *“Participação da massa polar atlântica na dinâmica dos sistemas atmosféricos no centro sul do brasil”* (2015), de Francisco de Assis Mendonça e Victor da Assunção Borsato. Nesse estudo, os autores realizaram uma medição da cidade de Caparaó durante as estações num período de 2002 a 2010, tirando uma média disso, como pode ser visto na Tabela 4:

Tabela 4: Participação média para a mPa nas estações do ano em Caparaó para o período de 2002 a 2010

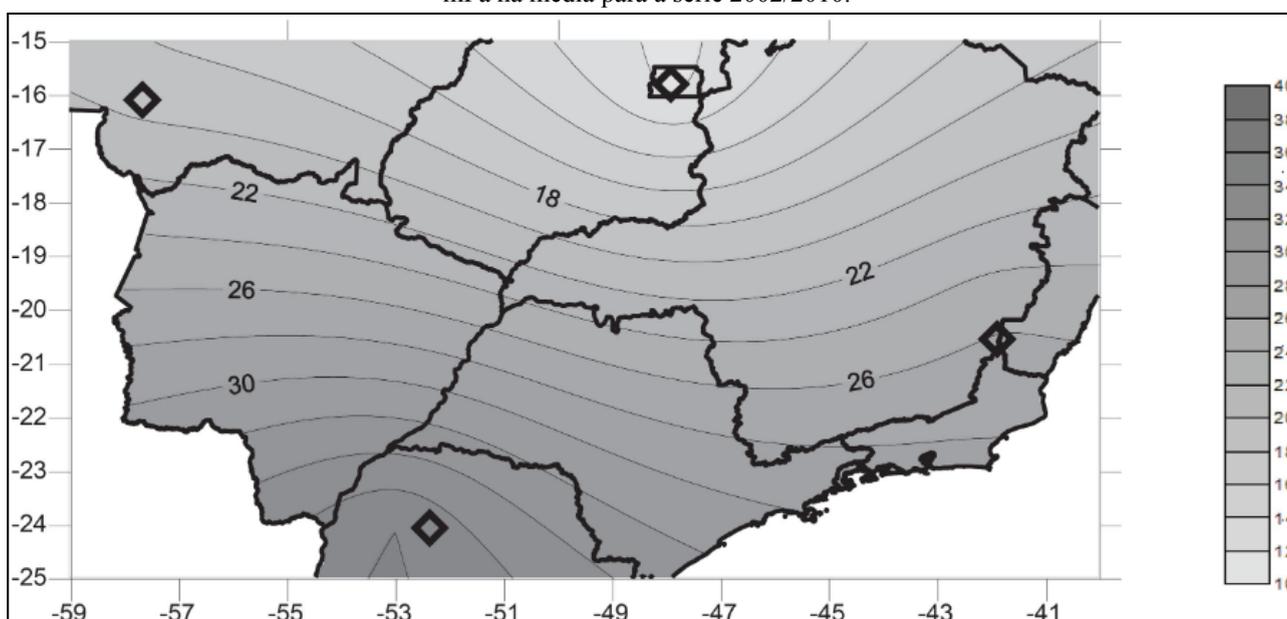
anos/estações	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	média
verão	5,0%	10,4%	14,4%	18,7%	2,2%	6,0%	13,2%	5,1%	2,2%	8,6%
outono	28,1%	38,0%	43,5%	28,8%	42,9%	40,9%	45,7%	40,6%	41,8%	38,9%
inverno	28,7%	54,8%	32,4%	34,4%	19,9%	25,5%	37,2%	31,4%	41,0%	33,9%
primavera	11,2%	24,4%	27,6%	17,2%	20,6%	22,7%	29,3%	20,0%	25,3%	22,0%
média	18,3%	31,9%	29,5%	24,8%	21,4%	23,8%	31,3%	24,3%	27,6%	25,9%

Fonte: Scielo, 2015

Disponível em: <<https://doi.org/10.4215/RM2015.1401.0008>>

Logo, nota-se que a mPa atua intensamente na região, sendo sua participação média na série de 25,9%, com maior participação durante o outono e o inverno, justamente período em que houve nossas medições. Pontua-se que a mPa atuou em 33,9% na estação do inverno para a série. O ano com mais participação foi 2003, com 54,8%, e o ano com menos foi 2006, com apenas 19,9%. Já na estação do verão, o intenso aquecimento continental desfavorece a permanência desse sistema sobre o interior do continente. É por isso que a participação dela no verão foi reduzida, 8,6% do tempo cronológico. Para as estações intermediárias, o tempo de participação se amplia. Contudo, verifica-se que a variação interanual é relativamente pequena.

Figura 27: Esboço do mapa da Região Centro-Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação da mPa na média para a série 2002/2010.



Fonte: Scielo, 2015

Disponível em: <<https://doi.org/10.4215/RM2015.1401.0008>>

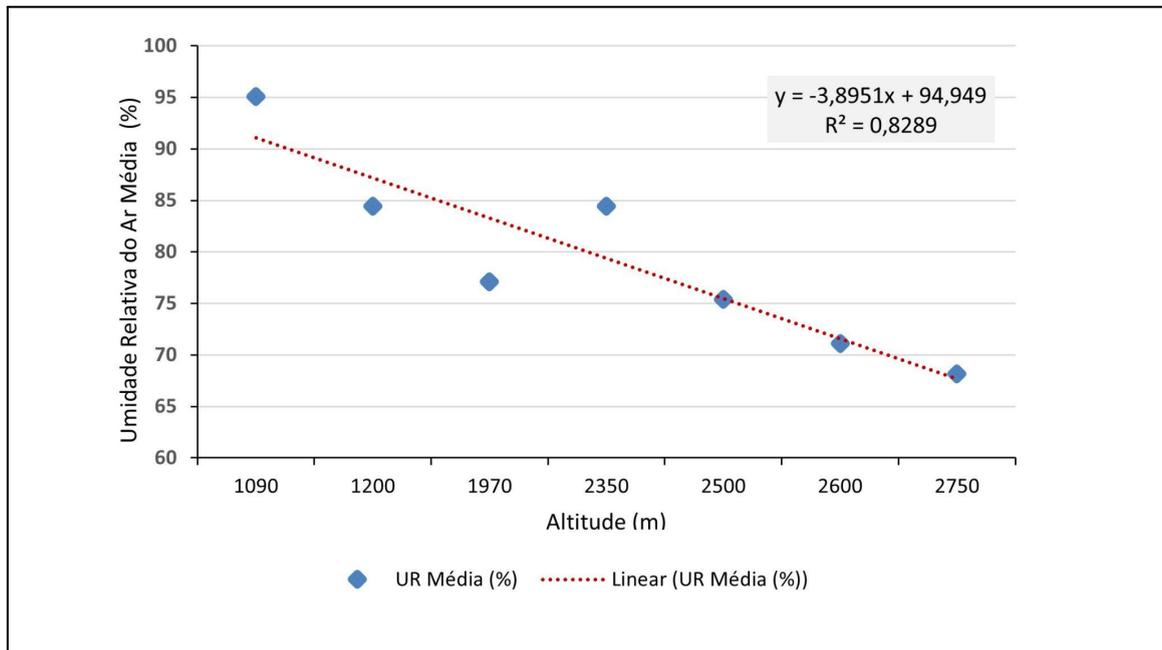
Pela análise das cartas e das imagens, assim como a contabilização da participação da mPa no estado do tempo na série estudada, evidenciou que esse anticiclone, à medida que avança pelo interior do continente, escoar para o Atlântico, todavia, mesmo quando avança para o oceano, as cristas estendem-se para o interior do continente e impõem as suas características, com menor intensidade. Essa observação justifica a gradativa diminuição da sua participação no tempo cronológico do sul para o norte no recorte analisado, assim como a influência térmica só pela proximidade desse sistema na região, conforme as imagens de satélite.

Os dados coletados e analisados demonstram a influência da Massa Polar Atlântica (MPA) na região de Caparaó durante o período estudado. A presença de um Centro de Alta Pressão contribuiu para a atuação dessa massa de ar frio, resultando em temperaturas baixas e uma queda significativa na umidade relativa do ar. As imagens de satélite e as cartas sinóticas corroboram esse fenômeno, evidenciando o avanço da MPA em direção ao continente e seu posterior deslocamento para o oceano. A participação média da MPA na região de Caparaó é relevante, especialmente durante o outono e o inverno, quando as condições favoráveis permitem sua permanência sobre o interior do continente. No entanto, durante o verão, o intenso aquecimento continental dificulta sua presença prolongada. Essa dinâmica sazonal explica a variação na participação da MPA ao longo do ano.

5.2 Análise dos gráficos

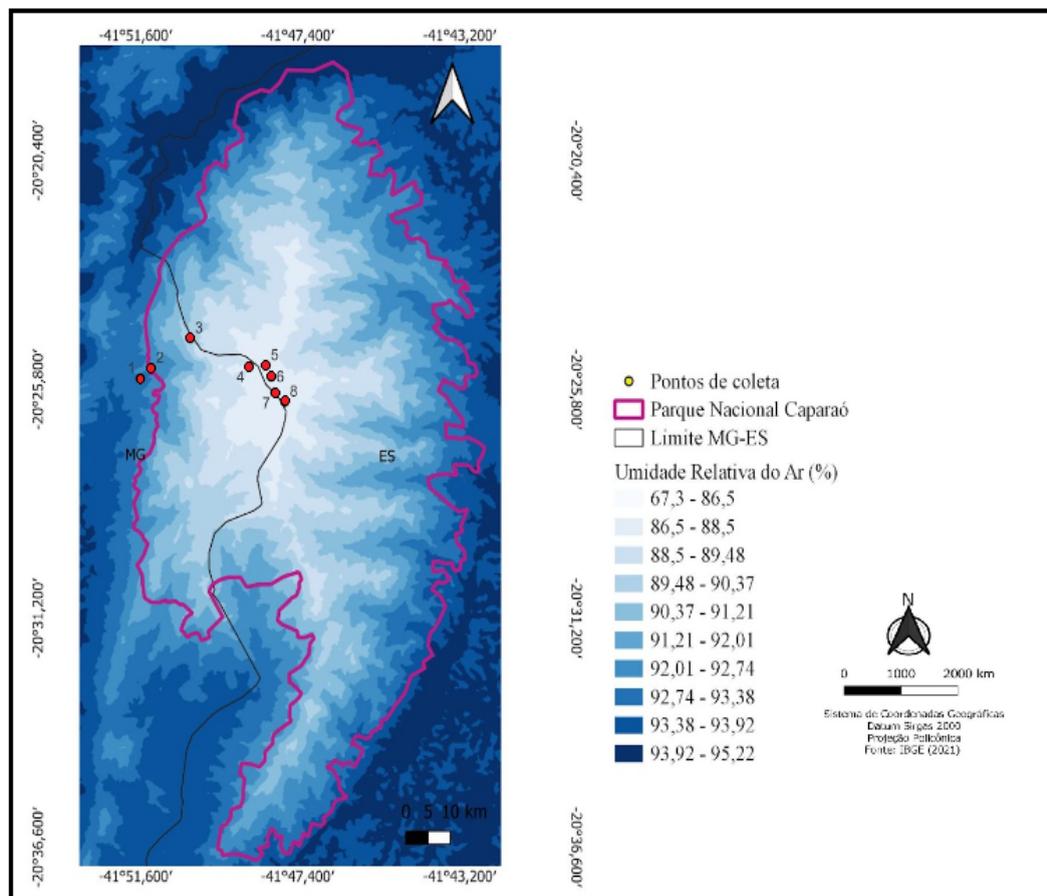
A relação entre umidade e altitude é um fenômeno em que existe uma relação inversa entre umidade e altitude: à medida que a altitude aumenta, a umidade tende a diminuir. Isso ocorre principalmente devido a dois fatores principais: a capacidade de retenção de água do ar e o processo de resfriamento adiabático. Vamos analisar cada um deles. Contudo, é importante ressaltar que existem variações locais e regionais na relação entre umidade e altitude, influenciadas por fatores geográficos, climáticos e meteorológicos específicos de cada área. No caso da região em que foi-se realizado o campo, um grande agente influenciador era a vegetação. Analisando os dados obtidos, ficou notória a ação da vegetação fator ao longo dos pontos observados, conforme o mapa de umidade relativa, que é diretamente relacionado a vegetação que varia com a altitude:

Figura 28: Correlação entre umidade relativa média do ar e altitude



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 29: Mapa de umidade relativa média do ar do Parque Nacional do Caparaó



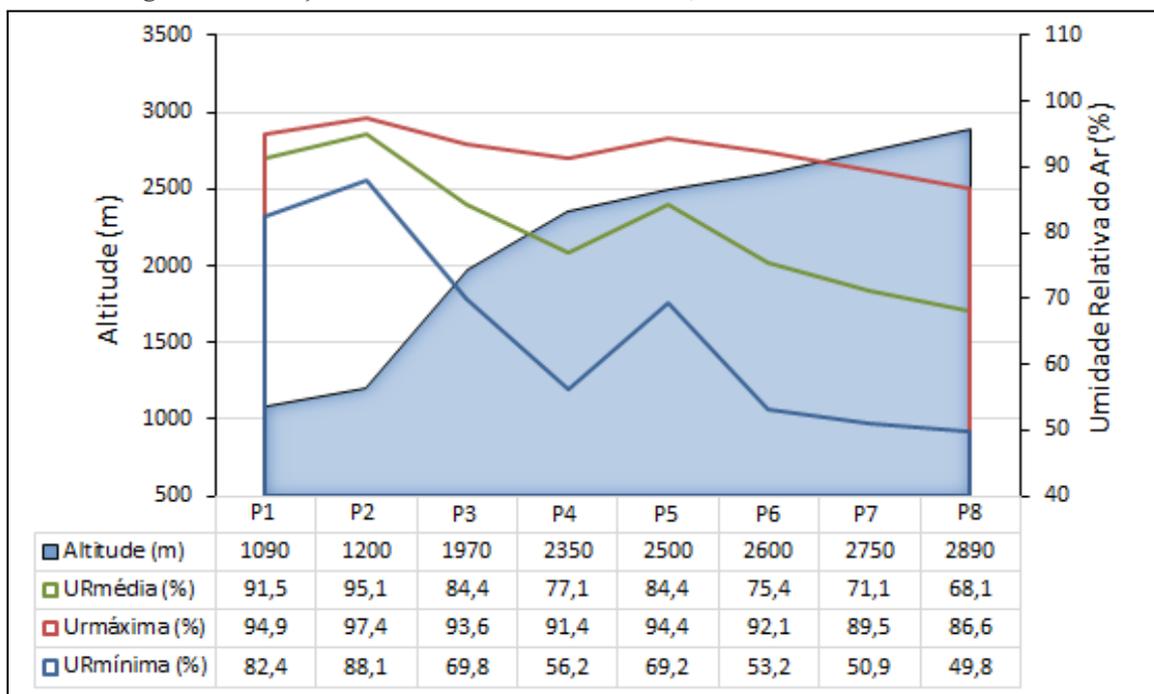
Fonte: Elaborado pelos autores.

Consequente, outro tópico relevante, é acerca da variação da umidade relativa do ar máxima, média e mínima. Inicialmente, para analisar tal gráfico, é importante situar-se acerca destas três variáveis representadas:

- **Umidade relativa máxima:** É o valor mais alto de umidade relativa registrado durante o período considerado.
- **Umidade relativa média:** A umidade relativa média é uma medida estatística que representa a média dos valores de umidade relativa registrados em intervalos de tempo específicos (por exemplo, diariamente, mensalmente ou anual). É somando os valores de umidade relativa em cada intervalo de tempo e dividindo pelo número total de leituras.
- **Umidade relativa mínima:** É o valor mais baixo de umidade relativa do ar registrado em determinado período de tempo em uma determinada localidade. A umidade relativa é uma medida que indica a quantidade de vapor de água presente no ar em relação à quantidade máxima que o ar pode conter, a uma determinada temperatura. É expressa em porcentagem. Quando a umidade relativa mínima é atingida, significa que o ar está bastante seco, ou seja, contém uma baixa quantidade de vapor de água.

Ademais, nota-se a queda dos níveis de ambas umidades conforme a elevação da altitude. Isso se dá, pelo fator da vegetação, como foi mencionado anteriormente, em que conforme a vegetação fica menos densa, a umidade tende a se dissipar mais, logo, no Ponto 8 nota-se que as três umidades abaixam juntas.

Figura 30: Variação da umidade relativa do ar média, máxima e mínima com a altitude



Fonte: Elaborado pelos autores.

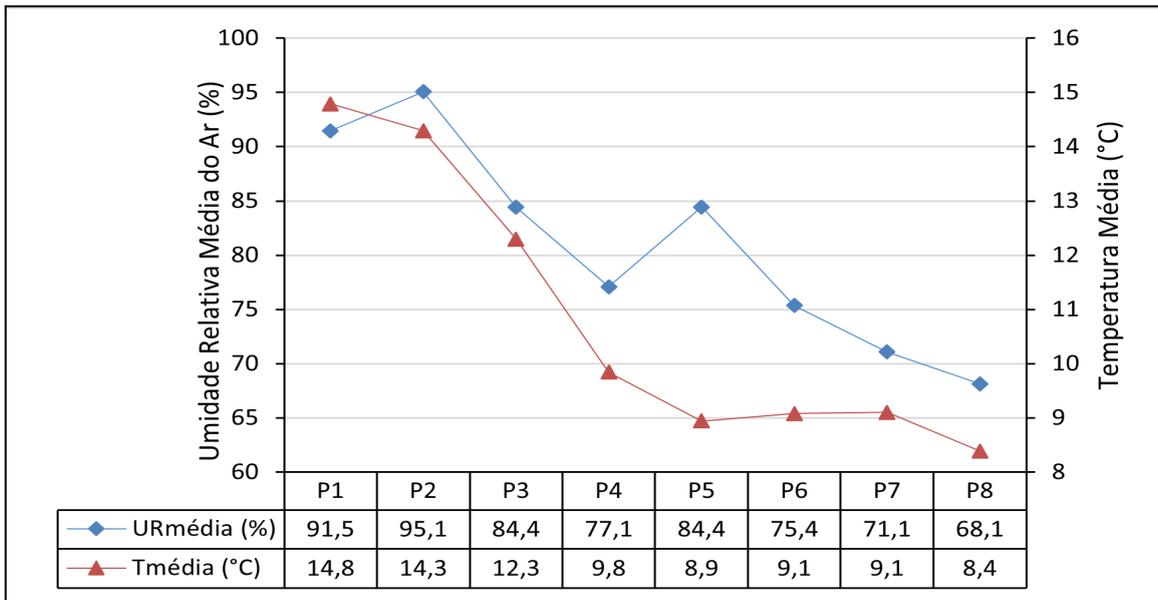
É possível fazer uma correlação com dados coletados no campo, relacionados a umidade e temperatura, uma vez que mesmo inversamente proporcionais, pelos gráficos ambas se mostram a níveis baixos, representando as características da MPA: alta pressão, baixa temperatura e baixa umidade. Além da ação da MPA, vale salientar da relação entre umidade e temperatura, visto que quando a umidade está baixa, a amplitude térmica (diferença entre a maior e a menor temperatura em um determinado período de tempo) costuma ser maior, fazendo com que os dias sejam quentes e as noites muito frias como nesses dias. Através destas definições gerais acerca das variáveis, pode-se tomar algumas conclusões sobre os dados do gráfico, como sobre as baixas temperaturas registradas durante os dias 17 e 18 de maio.

O ponto 1 é o único ponto que a temperatura média é maior que a umidade relativa, mesmo sendo localizado em uma área de Floresta Ombrófila Densa, estava em um ambiente mais antropizado com construções em volta e uma vegetação desmatada, por isso que nesse ponto em específico a umidade foi menor que a temperatura. Logo após no ponto 2 depois quando entramos no parque que é uma área de conservação a umidade relativa aumentou enquanto a temperatura diminuiu, quando a temperatura diminuiu, a capacidade de retenção de água do ar diminuiu, o que pode levar a uma maior saturação do ar com vapor de água.

Nos pontos 3 e 4 tanto a temperatura como a umidade declinam proporcionalmente, temos quase uma correlação linear negativa entre umidade e temperatura, sério o caso se não tivessem uma diferença de temperatura e umidade no ponto 5, nota-se assim que correlação linear negativa entre umidade e temperatura sofre um pequeno desvio devido aos registros apresentados no ponto 5.

Já nos pontos 6 e 7 volta a ter uma relação linear, enquanto a temperatura média aumenta a umidade diminuiu, como resultado, a proporção de vapor de água em relação à capacidade máxima de retenção diminuiu, resultando em uma umidade relativa do ar mais baixa, e no ponto 8 tanto a temperatura como a umidade está bem mais baixa que nos primeiros pontos.

Figura 31: Relação entre umidade relativa do ar média e temperatura média

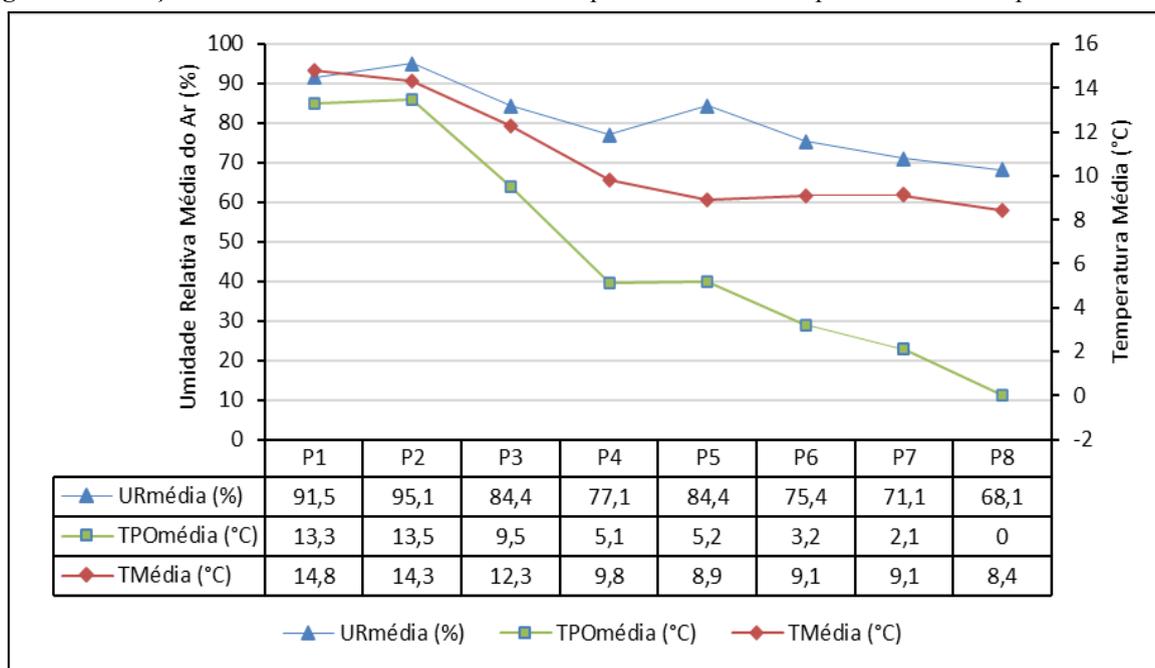


Fonte: Elaborado pelos autores.

A umidade relativa do ar média e a temperatura média do ponto de orvalho estão relacionadas, no que diz respeito a quantidade de vapor de água presente no ar. A umidade relativa do ar é medida pela quantidade de vapor de água presente no ar em relação à quantidade máxima que o ar pode conter a uma determinada temperatura. A temperatura média do ponto de orvalho é a temperatura na qual o ar se torna saturado, ou seja, a temperatura na qual o vapor de água presente no ar começa a se condensar em forma de gotículas.

Os pontos 1 e 2 se comportam de forma bem semelhante com uma umidade presente no ar maior que nos outros pontos. Já no ponto 3 começamos a observar a temperatura do ponto de orvalho caindo junto com a temperatura média e a umidade relativa do ar. Os pontos 4 e 5 são bem semelhantes e a partir do ponto 6 tem uma queda de temperatura do ponto de orvalho, o ar pode com mais vapor de água e a umidade relativa do ar mais baixa. Esse movimento foi percebido durante a trilha, quanto mais alto a gente subia, mais rarefeito o ar ficava.

Figura 32: Relação entre umidade relativa ar média, temperatura média e temperatura média do ponto de orvalho



Fonte: Elaborado pelos autores.

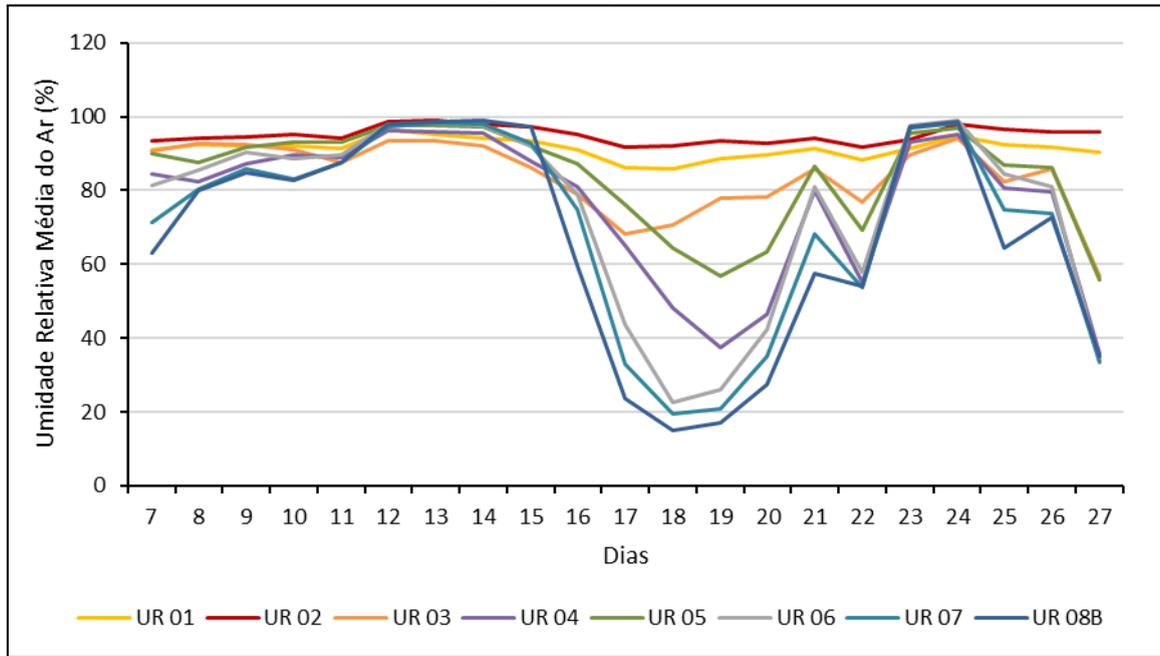
No período de 7 de maio de 2023 a 27 de maio de 2023, podemos observar uma oscilação para baixo entre os dias 16 e 23. Essa queda na umidade relativa média está relacionada à chegada de uma alta pressão, como indicado nas cartas sinóticas presentes no relatório. Essa alta pressão é influenciada pela proximidade do Parque Nacional do Caparaó com o Oceano Atlântico, o que favorece o avanço de massas de ar, especialmente durante o verão, quando algumas delas ultrapassam o trópico de Capricórnio.

Através das imagens de cartas sinóticas do site da Marinha Brasileira (ver página 29), nota-se que a região estava sob o efeito de um Centro de Alta Pressão, cuja formação pôde ser observada a partir do dia 16 de maio. Esse fenômeno ocorre devido à proximidade do Parque Nacional do Caparaó com o Oceano Atlântico, o que favorece o avanço das massas de ar, principalmente aquelas que, durante o verão, ultrapassam o trópico de Capricórnio. O Centro de Alta Pressão causa um fluxo descendente de ar, resultando em divergência em superfície e aproximando a massa de ar frio conhecida como Massa Polar Atlântica, que fica mais próxima da superfície. Assim, nas cartas sinóticas da Marinha, podemos observar a formação do Centro de Alta Pressão a partir do dia 16, que se mantém até o dia 21 de maio, favorecendo a atuação de uma Massa Polar Atlântica (mPa).

Esses dados sinóticos, combinados com a análise do gráfico da Umidade Relativa Médica do ar, contribuem para a compreensão das oscilações observadas durante o período estudado. A influência da alta pressão e da presença da Massa Polar Atlântica próximo ao Parque Nacional do Caparaó desempenham um papel significativo nas variações da umidade relativa do ar. No entanto, vale

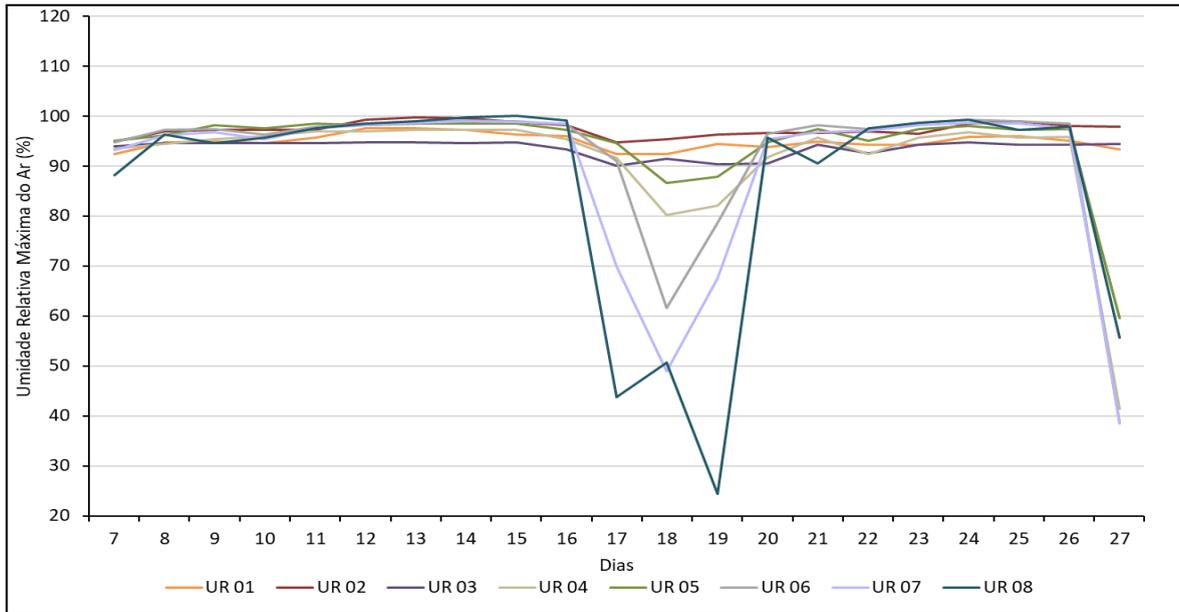
ressaltar que outros fatores, como a vegetação, também podem influenciar esses resultados, sendo necessário considerar sua contribuição para a análise completa do fenômeno estudado. Podemos abaixo verificar a oscilação descrita graficamente.

Figura 33: Variação da umidade relativa média diária do ar entre os dias 07 de maio de 2023 a 27 de maio de 2023 do ponto 1 ao ponto 8



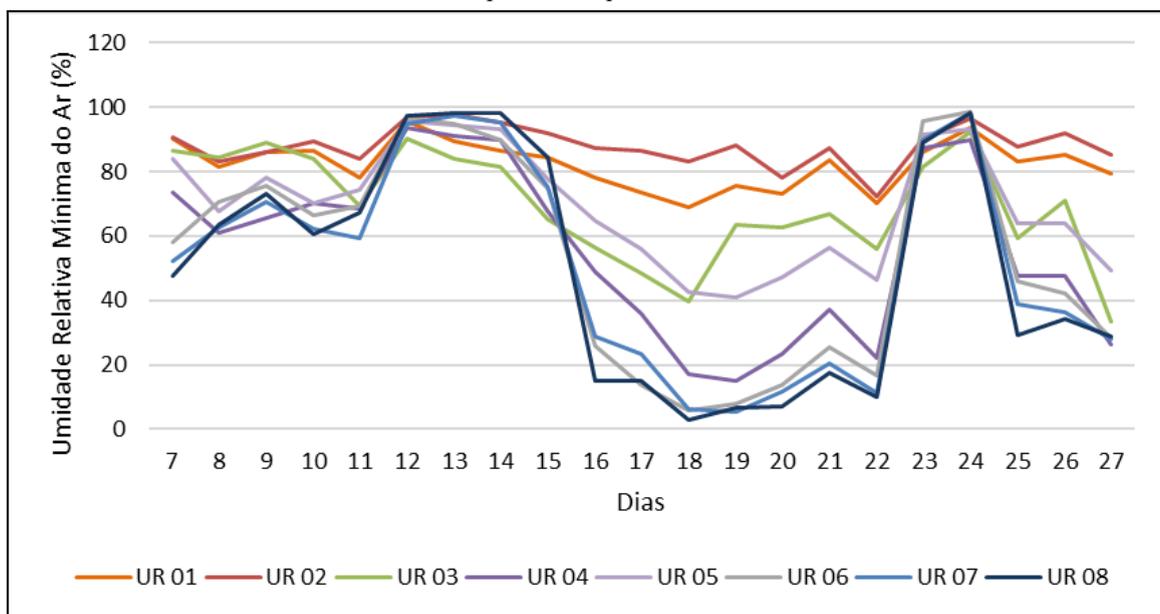
Durante o período analisado, os gráficos revelam variações significativas e oscilações abruptas tanto nas máximas diárias quanto nas mínimas da umidade relativa do ar. Essas alterações, especialmente entre os dias 16 e 23, são atribuídas aos fatores mencionados anteriormente.

Figura 34: Variação da umidade relativa máxima diária do ar entre os dias 07 de maio de 2023 a 27 de maio de 2023 do ponto 1 ao ponto 8



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 35: Variação da umidade relativa mínima diária do ar entre os dias 07 de maio de 2023 a 27 de maio de 2023 do ponto 1 ao ponto 8



Fonte: Elaborado pelos autores

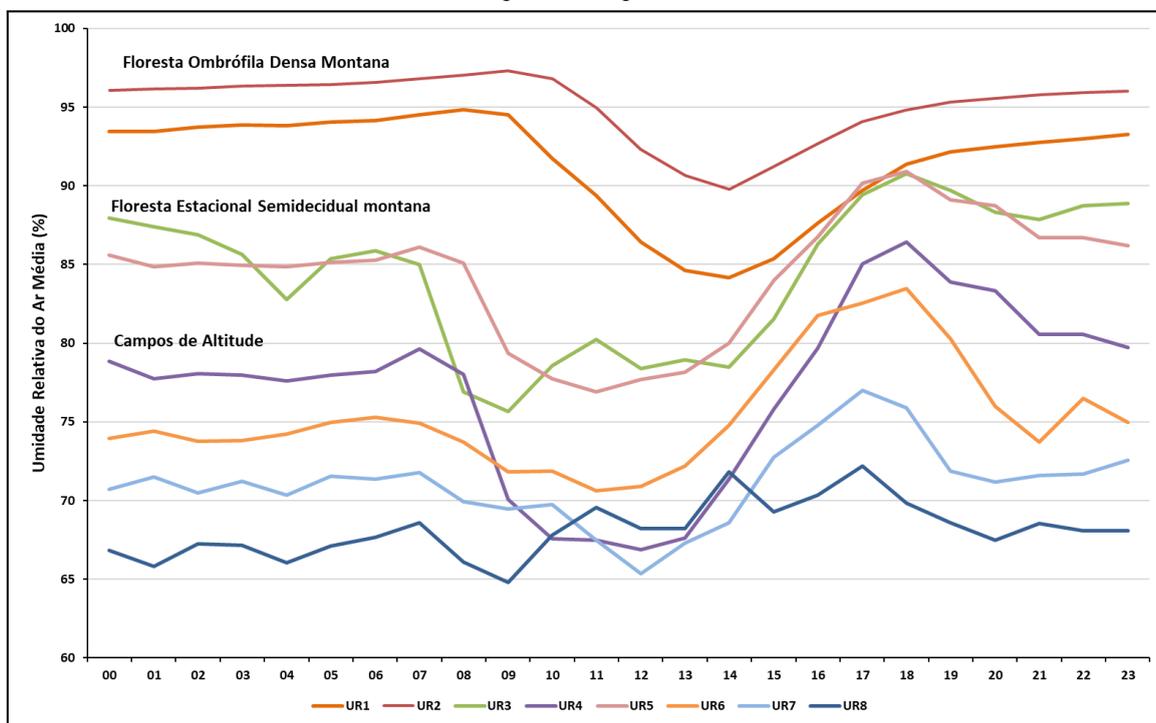
Os pontos 1 e 2 encontram-se em uma área da Floresta Ombrófila Densa, caracterizada por árvores de grande porte e dossel fechado. Essas características proporcionam uma proteção contra a radiação solar, resultando em menor aquecimento do ar e menor dissipação de umidade. Além disso, a transpiração das plantas durante a fotossíntese contribui para o aumento da umidade relativa.

Já o ponto 3 está em uma região de transição entre a Floresta Estacional Semidecidual Montana e os Campos de Altitude. Nessa área, a vegetação é menos densa, permitindo maior entrada de energia solar e resultando em maior perda de umidade em comparação aos pontos 1 e 2. Além disso, o ponto 3 possui uma vertente inclinada e voltada para o nordeste, o que faz com que seja aquecido mais rapidamente pelo sol e resfriado de maneira mais rápida também.

Os pontos 4 e 5 estão localizados nos Campos de Altitude, onde a vegetação é de pequeno porte e, conseqüentemente, permite maior entrada de radiação solar, reduzindo a umidade. No entanto, o ponto 5 apresenta um aumento de umidade devido à presença de vegetação característica de áreas secas, que armazena água. Com a radiação solar, ocorre a evapotranspiração dessa vegetação, elevando a umidade.

Os pontos 6 e 7 possuem uma vegetação semelhante aos pontos 4 e 5, porém apresentam uma umidade menor devido ao ar mais rarefeito, o que reduz a absorção de calor. Por fim, o ponto 8 registrou as menores umidades relativas do ar, pois possui uma vegetação rasteira e escassa, predominantemente formada por rochedos. Esses rochedos aquecem rapidamente devido à sua composição mineralógica e à falta de vegetação, resultando em rápida dissipação da umidade.

Figura 36: Variação da umidade relativa mínima horária do ar entre os dias 07 de maio de 2023 a 27 de maio de 2023 do ponto 1 ao ponto 8



Fonte: Elaborado pelos autores.

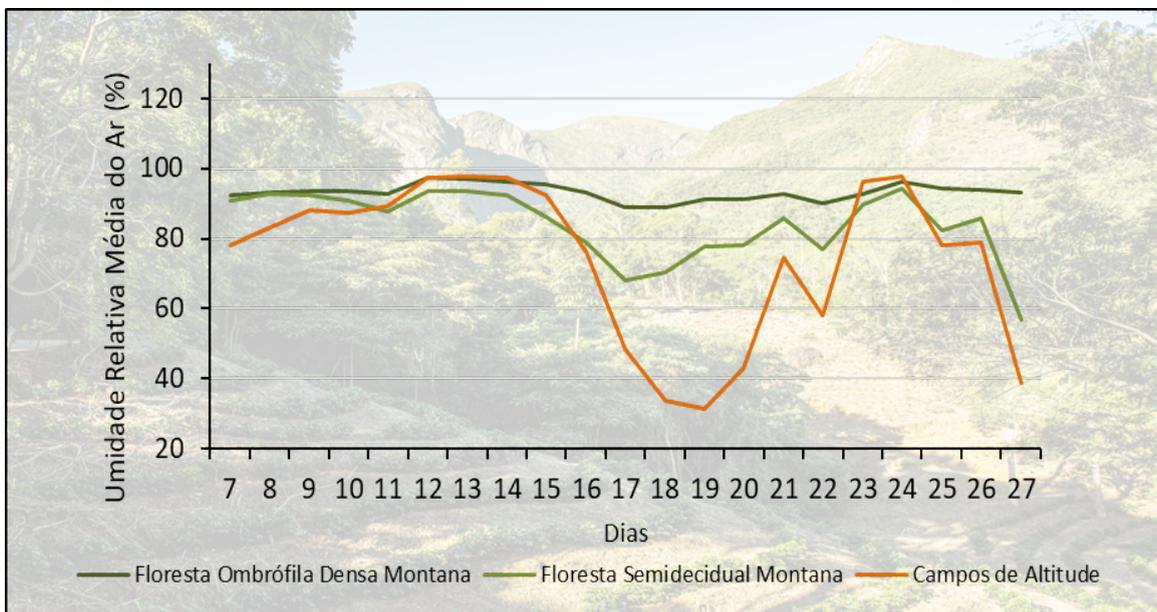
À medida que seguimos a elevação do terreno, podemos observar uma queda um pouco maior na umidade relativa do ar na área de predominância da Floresta Estacional Semidecidual. Isso

ocorre devido às características dessa vegetação, que inclui a perda de folhas como mecanismo para diminuir a retenção de umidade, além da evapotranspiração.

Por fim, próximo ao topo, podemos observar a presença de vegetação típica dos Campos de Altitude, que estão adaptadas a encostas mais íngremes. Nessa região, a umidade relativa do ar é ainda menor devido à pressão atmosférica, que diminui à medida que a altitude aumenta, reduzindo a capacidade da atmosfera de reter umidade.

Portanto, a análise do gráfico (Figura 35) mostra como a vegetação e os fatores topográficos influenciam os resultados obtidos nesse estudo. A combinação desses elementos contribui para a compreensão das variações na umidade relativa do ar ao longo do período analisado.

Figura 37: Variação da umidade relativa média do ar de acordo com a vegetação predominante



Fonte: Elaborado pelos autores.

5.3 Mudanças Climáticas

É importante ressaltar que as mudanças climáticas globais têm influência nas variações climáticas locais. O aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, como o dióxido de carbono, tem contribuído para o aquecimento global e, conseqüentemente, para alterações no clima em todo o planeta. No caso específico do Pico da Bandeira, as mudanças climáticas têm impactos significativos na flora, fauna, hidrologia e ecossistemas presentes na região. O aumento da temperatura média pode afetar a distribuição de espécies vegetais e animais, enquanto as mudanças nos padrões de precipitação podem influenciar a disponibilidade de água.

Observando a vertente mineira que é natural e antropicamente menos úmida, pois recebe os ventos secos de sotavento e sua vegetação é semidecidual e se regenera mais vagorosamente do desmatamento, gerando assim todos os problemas citados.

Para aprofundar em como as mudanças climáticas vem afetando essa área usamos como referência o trabalho realizado em 2013 há cerca de 10 anos atrás com o tema Avaliação da temperatura média e mínima do ar no perfil topoclimático do Pico da Bandeira (MG) entre as cotas altimétricas de 1.100 a 2.892 m.

Tabela 5: Altitude, umidade relativa do ar média e máxima dos Pontos 1 ao 8 em 2013

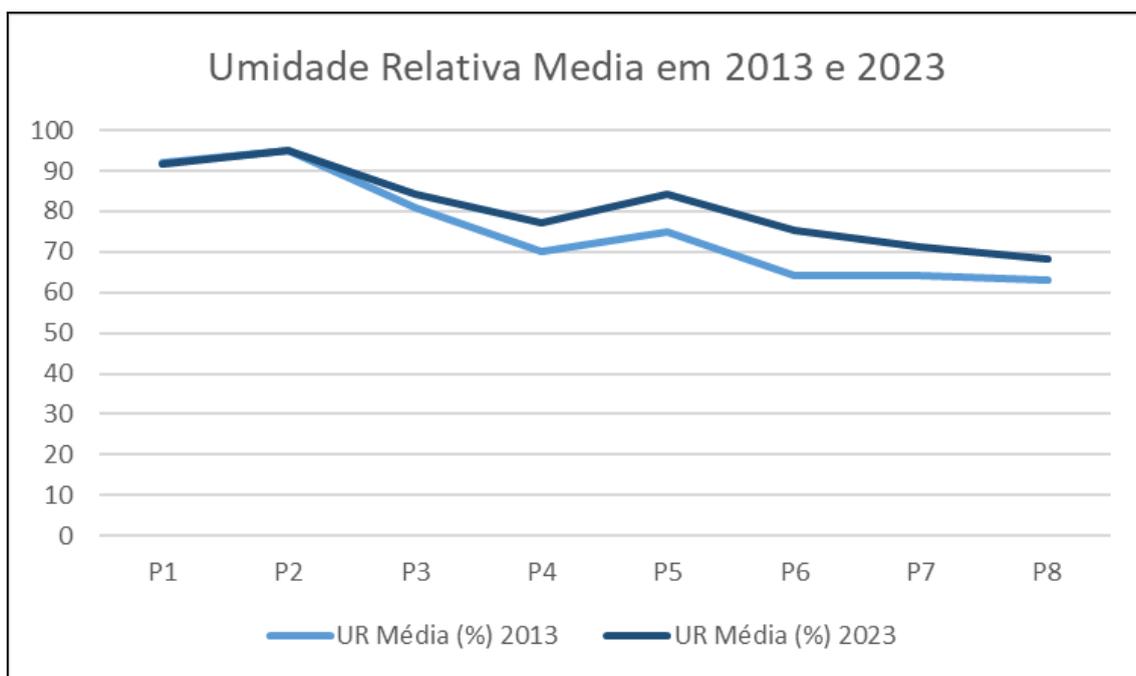
Pontos	Altitude (m)	UR Média (%)	UR Máxima (%)
P1	1100	92	100
P2	1210	95	100
P3	1970	81	99
P4	2130	70	96
P5	2440	75	100
P6	2600	64	98
P7	2780	64	100
P8	2875	63	99

Tabela 6: Altitude, umidade relativa do ar média e máxima dos Pontos 1 ao 8 em 2023

Pontos	Altitude (m)	UR Média (%)	UR Máxima (%)
P1	1110	91,5	94,9
P2	1200	95,1	97,4
P3	1780	84,4	93,6
P4	2340	77,1	91,4
P5	2470	84,4	94,4
P6	2560	75,4	92,1
P7	2720	71,1	89,5
P8	2883	68,1	86,6

Comparando os dados com dez anos de diferença conseguimos perceber que a umidade relativa do ar média aumentou cerca de 2% enquanto teve uma queda na umidade relativa máxima.

Figura 38: Variação da umidade relativa do ar média com a altitude nos anos de 2013 e 2023



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nos pontos 1 e 2 praticamente não houve alteração somente a partir do ponto 3 que existe o aumento da umidade relativa média, seguindo o mesmo padrão porém com a porcentagem um pouco maior em 2023. Esse aumento pode resultar em desconforto térmico, a alta umidade relativa do ar dificulta a evaporação do suor do corpo, tornando a sensação térmica mais desconfortável.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento de nosso trabalho, pudemos concluir que a análise do mapa e da topografia permitiu uma observação detalhada do trajeto percorrido pelos geógrafos para a instalação e retirada dos equipamentos nos diferentes pontos. Foi possível identificar uma relação inversa entre a umidade e a altitude, constatando que à medida que a altitude aumenta, a umidade tende a diminuir. Essa relação é claramente influenciada pela presença de vegetação em cada um dos pontos analisados.

Observamos que a redução da umidade relativa do ar durante os dias 16 e 21 do período de análise tem como uma de suas principais causas o efeito de um Centro de Alta Pressão. Tal fenômeno pôde ser percebido se aproximando desde o dia 16 de maio. Nesse caso, a proximidade de Caparaó com o Oceano Atlântico favorece o avanço das massas de ar polar, especialmente aquelas que, durante o verão, ultrapassam o trópico de Capricórnio. Essa Alta Pressão provoca um fluxo descendente de ar que se diverge na superfície, fazendo com que a massa de ar frio, conhecida

como Massa Polar Atlântica, fique mais próxima da superfície. As cartas sinóticas da marinha evidenciam a formação do centro de Alta Pressão no dia 16, que persiste até o dia 21 de maio, favorecendo a atuação da Massa Polar Atlântica.

Podemos observar também a influência da vegetação mais densa e robusta na preservação da umidade. Verificamos que os pontos de coleta de dados localizados em áreas com maior densidade de vegetação apresentaram uma porcentagem de umidade relativa do ar mais elevada, em comparação com os demais pontos. Isso evidencia a capacidade da vegetação em reter e regular a umidade, criando um microambiente mais úmido.

Essas descobertas ressaltam a importância de considerar tanto a altitude quanto a vegetação ao analisar os padrões de umidade em determinada região. Além disso, o entendimento dos fenômenos climáticos, como a formação de Centros de Alta Pressão e a influência das massas de ar polar, permite uma compreensão mais profunda dos fatores que afetam a umidade atmosférica. Essas informações são valiosas para estudos geográficos e contribuem para um melhor entendimento dos ecossistemas e do clima local.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios morfoclimáticos da América do Sul - Primeira Aproximação**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, Geomorfologia, n. 52, 1977.

ARMANI, G.; GALVANI, E. **Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 89-98, 2005.

CPRM. Parte II - Tectônica. [s.l: s.n.]. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/recursos_minerais/livro_geo_tec_rm/cap_V_c.pdf. Acesso em: [10/07/2023].

GALVANI, E.; LIMA, N.G.B.; CRUZ, B. R. P.; FALCÃO, R. M.. **Análise da variação da umidade relativa do ar do Pico da Bandeira, Parque Nacional Alto Caparaó, Brasil**. In: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, Universidade de Coimbra, Maio de 2010.

GALVANI, E.; LIMA, N.G.B.; SERAFINI JR, S.; ALVES, R.R. **Relação entre umidade relativa do ar, cobertura vegetal e uso do solo no Parque Estadual de Intervalos (PEI) e seu entorno**, São Paulo, Brasil. In: XII Encontro de Geógrafos da América Latina - EGAL, 2009, Montevideo. Anais do XII EGAL. Montevideo: Easy Planers, 2009.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Parque Nacional do Caparaó: Natureza local**. Disponível em: icmbio.gov.br/parnacaparao/natureza-local.html>. Acesso em: [10/07/2023].

LACERDA, C.; JUNIOR, I.B.N.; AZEVEDO, M.N.; CAMPOS, O.F. **Avaliação da umidade máxima e média do ar no perfil topoclimático do Pico da Bandeira (MG) entre as cotas altimétricas de 1.100 a 2.892 m.** Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Junho de 2013.

NOVAIS, G. T.; GALVANI, E. . **Uma tipologia de classificação climática aplicada ao estado de São Paulo.** Revista do Departamento de Geografia, [S. l.], v. 42, p. e184630, 2022. DOI: 10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2022.184630.

Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/184630>. Acesso em: 14 jul. 2023.

NOVO, T. A. et al. **Rochas granulíticas da Suíte Caparaó na região do Pico da Bandeira: Embasamento oriental do orógeno Araçuaí.** Geonomos, v. 8, n. 1, p. 38-51, 2013.

ROSS, J. L. S. Nova Classificação do relevo Brasileiro. Revista do Departamento de Geografia, n. 5, 1985.

Marinha do Brasil. Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil. **Carta Sinótica.** Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>. Acesso em: 14 jul. 2023.