

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
Disciplina de Estágio Supervisionado em Climatologia - FLG 0591
Prof. Dr. Emerson Galvani

**Análise e espacialização 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**

Alunos

Bianca Giordano Salgueiro N°USP: 11253153

Lucas Fonseca Guimarães N°USP: 11301733

Milena Bomfim da Luz N°USP: 11368209

Rafaela Carolina Pereira Campos N°USP: 11286581

São Paulo, SP

Julho/2023

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	1
2. INTRODUÇÃO	2
3. ÁREA DE ESTUDO	3
3.1 LOCALIZAÇÃO	3
3.2 CARACTERIZAÇÃO	4
3.2.1 Meio físico	4
3.2.1.1 Geologia e Geomorfologia	4
3.2.1.2 Pedologia	4
3.2.1.3 Hidrografia	5
3.2.1.4 Vegetação	6
3.2.1.5 Clima	7
3.2.2 Meio socioeconômico	8
3.2.2.1 Meio Urbano e demografia	8
3.2.2.2 Ocupação do território e atividades econômicas	8
3.3 POSTOS MICROCLIMÁTICOS	10
4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS	10
4.1 AQUISIÇÃO DE DADOS	11
4.2 SISTEMATIZAÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO	11
4.3 INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5.1 INVERSÃO TÉRMICA E ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS	14
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
ANEXOS	18
FIGURAS	18
TABELAS	30
GRÁFICOS	38

1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório refere-se aos dados coletados e analisados a partir do trabalho de campo realizado na disciplina "Estágio Supervisionado Em Climatologia", ministrada pelo Prof. Dr. Emerson Galvani e ofertada pelo Departamento de Geografia. A instalação dos equipamentos ocorreu no dia 7 de maio de 2023, em pontos no exterior e no interior do Parque Nacional do Caparaó (MG/ES), tendo sido retirados em 28 de maio de 2023.

A partir dos dados, as duas turmas da disciplina tiveram grupos responsáveis pela análise de medidas meteorológicas registradas pelo *datalogger*, sendo elas: (1) temperaturas médias e mínimas do ar; (2) temperaturas médias e máximas do ar; (3) umidade relativa média e mínima do ar, e; (4) umidade relativa média e máxima do ar. Este trabalho aborda o primeiro tema, utilizando de representações cartográficas, tabulares e gráficas, assim como fotografias e anotações para auxiliar na interpretação dos dados.

Aqui caracteriza-se a área de estudo, partindo dos elementos da paisagem física e antrópica. As discussões empreendidas focam na análise estatística da variação dos dados, a espacialização destes, assim como a identificação do processo de inversão térmica na área de estudo como explicação para o comportamento de alguns dados observados.

2. INTRODUÇÃO

Encarregada do estudo das interações e dinâmicas climáticas, a Climatologia faz parte do leque de áreas do conhecimento abarcadas pela ciência geográfica no estudo da paisagem. No âmbito de suas atribuições científicas, diversas variáveis meteorológicas auxiliam na compreensão da influência de aspectos físicos, químicos e biológicos na dinâmica atmosférica, assim como tais variáveis impactam formas e processos biogeoquímicos. Sob esta perspectiva, medições de temperaturas médias, máximas e mínimas do ar são fundamentais para a análise de variações sazonais e topográficas de padrões climáticos (AYOADE, 2006).

Na compartimentação do clima, a unidade mesoclimática encontra-se em uma categoria intermediária de grandeza, incluindo o clima local, regional e o topoclima como subunidades (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). No contexto das interações entre clima e relevo, Ribeiro (1993) expressa o estudo topoclimático como partindo da “derivação do clima local devida à rugosidade do terreno, que tem como consequência a energização diferenciada do terreno, durante o período diurno, para as diversas faces de exposição à radiação solar”. Assim, uma área pode apresentar gradientes térmicos distintos de acordo com as particularidades das formas do relevo.

Conforme Ayoade (2006), o relevo exerce um efeito de atenuação térmica, com quedas de temperatura do ar em uma taxa média de $0,6^{\circ}\text{C}$ a cada 100 metros de elevação da altitude. Nos trópicos, o mesmo autor aponta que diferenças mais expressivas de temperatura em curtas distâncias costumam ser reflexos desse aspecto topoclimático. No sudeste brasileiro, a localização geográfica, associada a condicionantes meteorológicas e geomorfológicas, imprime características e dinâmicas climáticas que despertam profundo interesse científico.

Desta forma, o presente relatório tem como objetivo descrever e analisar a espacialização 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. Neste estudo, serão abordadas as características do meio físico e socioeconômico, assim como os dados obtidos a partir do trabalho de campo realizado no mês de maio de 2023. Examinando a distribuição e variação espacial das temperaturas médias e mínimas na área de estudo, discute-se a influência da altitude nos processos atmosféricos que refletem o clima no interior do Parque Nacional do Caparaó, onde está situado o Pico da Bandeira.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO

O Pico da Bandeira, caracterizado como o terceiro ponto mais alto do Brasil, e o mais alto em território exclusivamente nacional, está inserido no Parque Nacional (PARNA) do Caparaó (ou PNC), entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Figura 1). O PARNA, assim como todas as Unidades de Conservação federais de Proteção Integral, é de administração do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e foi criado através do Decreto Federal nº 50.646 (BRASIL, 1961).

O PARNA atua na preservação da Mata Atlântica e de nascentes de bacias hidrográficas mineiras e capixabas, assim como patrimônios geológicos e geomorfológicos associados à Serra do Caparaó. Dentre os cumes da região serrana, que incluem o Cruz do Negro, Cristal, Calçado e Face de Cristo, o do Pico da Bandeira se destaca com sua altitude de 2.891 metros (ICMBIO, 2023).

Analisando a hipsometria da área de interesse para compreensão das dinâmicas dos aspectos geográficos que serão analisados posteriormente (Figura 2), é possível observar uma maior variação topográfica dentro dos limites do PARNA, o que conseqüentemente configura-se como o principal atrativo turístico e de estudo do parque. Assim, margeiam toda região do PNC altitudes mais amenas – tons em verde – sinalizando a presença de relevos mais suaves e onde localizou-se mais ou menos o primeiro e o segundo pontos instalados no campo - em torno de 1090 e 1200 metros de altitude respectivamente.

Ao caminhar em direção ao centro do mapa da Figura 2 nota-se a maior incidência de cores quentes – amarelo, laranja e vermelho – indicando o aumento da altitude conforme vão se tornando mais escuras. As porções em laranja, representam relevos acentuados com mais de 2.000 m de altitude, o que, de acordo com o campo realizado, corresponde do ponto quatro - 2.350 m - em diante. Por fim, ao centro do mapa, bem na divisa entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo encontra-se a altitude mais elevada – em vermelho – que corresponde ao pico da bandeira, topo que ultrapassa os 2.800 m de altitude.

3.2 CARACTERIZAÇÃO

3.2.1 Meio físico

3.2.1.1 Geologia e Geomorfologia

Conhecido por localizar-se em uma cadeia de montanhas que se eleva até aproximadamente 2.800 de altitude, a área estudada está situada na Serra do Caparaó - datada do Ciclo Brasileiro - inserida em uma área de 7.308 km², na unidade geomorfológica denominada Maciço Caparaó. Caracteriza-se por integrar uma extensa cadeia de dobramentos - Faixa de Dobramentos Ribeira (630-550 ma) - e por seu conjunto rochoso distribuído na direção norte-sul por meio de rochas metamórficas de médio a alto grau de metamorfismo e ígneas de origem plutônica pertencentes à Suíte Caparaó (Complexo Juiz de Fora).

No que se refere ao conjunto rochoso propriamente dito, as rochas que afloram nas faixas limítrofes (bordas leste e oeste) do PNC são gnaisses e charnockitos foliados (ICMBio, 2015). Por outro lado, no interior do parque predominam rochas básicas e ultrabásicas, incluindo gabros, leucogabros, noritos, anortositos e piroxenitos (Ibid, p. 95).

Em relação ao relevo local conforme consta no atual Plano de Manejo, constitui-se de oito regiões geomorfológicas presentes no Domínio Morfoestrutural das Faixas de Dobramentos Remobilizados, que por suas características impõe um nítido controle estrutural na morfologia atual da área. A fração estudada, encontra-se na classificação das macroformas de Ross (2016) dentro da Morfoestrutura dos Cinturões Orogênicos Antigos, englobando “Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste” e os “ Planaltos e Serras de Goiás-Minas”.

Observa-se na região serras com altitudes elevadas, um grande número de escarpas derivadas de falhamentos, colinas alongadas e vales retilíneos. O pico (ou topo), ponto culminante da Serra, é o da Bandeira com 2.892 m, com cotas mais baixas situadas em 630 m (vale do Rio Itabapoana). Cabe ressaltar que a feição topográfica “pico” se destaca por conta de sua maior resistência à erosão.

3.2.1.2 Pedologia

No que se refere a pedologia da área de estudo, ressalta-se no Plano de Manejo (ICMBIO, 2015) algumas subordens de solos que pertencem às ordens dos Cambissolos, Latossolos e Neossolos. Com base nas informações do Plano de Manejo supracitado e das

informações existentes no *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*, de Santos et al. (2018), caracteriza-se aqui as principais subordens presentes. A primeira subordem contida na representação da Figura 4, predomina fortemente na área delimitada do Parque Nacional do Caparaó, é a denominada Cambissolo Húmico Distrófico (CHd). Esta é caracterizada pela presença de horizonte A superficial húmico, de cor escura, rica em matéria orgânica, associados a climas de altitudes ou subtropical e contendo o seu terceiro nível categórico - distrófico - caracterizado pela EMBRAPA como sendo de baixa fertilidade.

A seguir, ainda na classe dos Cambissolos, nota-se a elevada presença nas porções marginais dos limites do PARNA – e fora deles também – do Cambissolo Háplico TB Distrófico. Este também possui uma baixa fertilidade, porém há uma ausência de horizonte superficial A húmico, sendo característico de relevos montanhosos com declividades acentuadas e pedregosas. Isso se expressa em um solo de pequena profundidade, que facilita a erosão e apresenta-se como entrave ao seu uso para outros fins.

A seguir, adentra-se na classe dos Latossolos, na qual destaca-se as seguintes subordens: Latossolo Amarelo Distrófico (LAd), presente em áreas fora dos limites do PARNA; Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (LVad), que aparece em pequenas quantidades em ambos os estados, encontrando-se em áreas dispersas no território brasileiro, em relevos planos/ondulados e bem drenados, sendo bem profundos e uniformes, apresentando algumas limitações químicas na questão de fertilidade. Na margem esquerda do mapa - lado mineiro - nota-se uma relativa presença do chamado Latossolo Vermelho Ácrico (LVw) sendo composto por acentuada presença de óxidos de ferro característico ambientes bem drenados, favorece o cultivo agrícola por estar situado em relevos planos/levemente ondulados, porém por ser Ácrico ele vai apresentar uma barreira química o que lhe configura com uma elevada pobreza nutricional, necessitando de correção da acidez para uso agrícola.

Por fim, é importante citar a presença do subgrupo Neossolo Litólico Distrófico (RLd), caracterizado pela baixa espessura e forte vínculo com o material de origem – rochas –, estando presente em grandes exposições rochosas bastante pedregosas, fatores que favorecem sua erosão. Encontra-se nos platôs das elevações e ao longo das encostas dos vales encaixados, com ausência de horizonte B e baixa fertilidade. Notadamente, o relevo, hidrografia e a vegetação local influenciam a pedologia da área estudada.

3.2.1.3 Hidrografia

Traçando um panorama a respeito da hidrografia do local, ela caracteriza-se por apresentar uma elevada quantidade de córregos, riachos e nascentes que contribuem significativamente com as bacias dos rios Itabapoana e Itapemirim e do rio Doce, onde está inserida a microrregião Manhauçu, apresentadas na Figura 5. De modo geral, os cursos d'água do interior do PARNA são de pequeno porte e de baixa vazão, sendo fortemente condicionados por estruturas planares – relacionadas às rochas metamórficas e magmáticas –, de padrão retilíneo - determinado pelos planos de fraturas e falhas - localmente paralelo, com uma drenagem macro de aspecto centrífugo que seguem os padrões das rochas. A hidrografia das partes mais altas do terreno, caracterizadas por serem áreas de nascentes, apresenta vales encaixados que formam rios encachoeirados (ICMBIO, 2015).

Vale ressaltar também, a contribuição da pedologia na hidrografia local. Em áreas de solos mais espessos, os cursos que saem do PARNA apresentam maiores perenidades e vazões específicas, enquanto que os solos mais rasos são condicionados pela maiores variações de vazões, enchentes e escoamento superficial.

Observa-se uma grande dependência da hidrografia do entorno – que já apresenta sinais de impactos – em relação ao Parque. Isso se dá pelo PARNA possuir uma enorme importância na proteção dos recursos hídricos da região, os quais encontram-se ligados às atividades ligadas à economia e a população do entorno (ICMBIO, 2023a).

3.2.1.4 Vegetação

A área do Parque Nacional do Caparaó encontra-se totalmente inserida no bioma Mata Atlântica e as variações de seus ambientes - majoritariamente composto por vegetação secundária - e fitofisionomias são condicionadas por: presenças de cursos d'água, tipos de solos, intervenções antrópicas e principalmente as variações do clima junto as altitudes (topoclima). Os ambientes estão distribuídos entre: florestas, campos de altitudes (ou montanos), áreas ecotonais e áreas alteradas. Já suas fitofisionomias dividem-se em estacional e ombrófila. Deste modo, encontram-se na região estudada as seguintes configurações vegetacionais:

- Floresta Estacional Semidecidual Montana: caracteriza-se pela dupla estacionalidade climática, com ocorrência entre 800 e 1.800 m de altitude na região, com sua ocorrência em fragmentos na porção oeste (mineira) do PARNA, predominando nos vales e vertentes (Figuras 6 e 7).

- Florestas Ombrófila Densa Montana: desenvolve-se sobre solos argilosos, dossel uniforme, tendo sua ocorrência praticamente apenas em fragmentos do lado capixaba entre 800 e 1800 m de altitude, e encontram-se conservados por estarem em locais de vales muito encaixados (Figura 8).
- Floresta Ombrófila Densa Alto Montana (ou floresta de altitude): ocorre em solos litólicos, sujeita a condensação de massas de ar úmidas, presente praticamente apenas em fragmentos do lado leste entre 800 e 1800 m de altitude.
- Campos de Altitude (ou Montanos): ocorre em solos rasos, presença de vegetação rasteira e arbustiva que se desenvolvem sobre os afloramentos rochosos, estando presente a partir dos 1600 m de altitude nas duas porções do parque, são rasos e pouco representados no PNC, apresenta grande riqueza e diversidade na região além de áreas mais preservadas em sua formação original em virtude do acesso restrito (Figura 9).

Então, de acordo com cada ponto instalado no campo, podemos observar as seguintes vegetações: o primeiro e o terceiro pontos eram compostos pela Floresta Estacional Semidecidual Montana; o segundo ponto encontra-se a Floresta do tipo Ombrófila Densa Montana; e do quarto ao oitavo ponto predomina a configuração Campos de Altitude.

3.2.1.5 Clima

Em relação ao clima e aos fatores que o condicionam na área de estudo, têm-se alguns aspectos de elevada importância a serem observados. A região do PARNA do Caparaó, caracteriza-se por ter o clima tropical de altitude com influência das temperaturas, juntamente com a cobertura vegetal, a proximidade do mar (cerca de 120 km do oceano Atlântico) e a latitude (GALVANI et al, 2010) com as seguintes peculiaridades:

- A respeito das estações, o PNC detém duas estações completamente distintas, ou seja, seu verão é chuvoso - ocorrência de novembro a março, com os meses de novembro a janeiro com maiores precipitações - e seu inverno seco - ocorrência de abril a outubro, sendo os meses mais secos de maio a setembro.
- Já a respeito das temperaturas, que de acordo com o plano de manejo são amenas durante todo o ano em função das elevadas altitudes, o parque possui conforme Galvani et al. uma variação média anual de 24°C nas áreas de menor altitude e 16°C nas de maior altitude estando sujeita a atingir valores abaixo de zero de acordo com algumas condições atmosféricas, sobretudo nos meses de junho e julho, com possíveis

ocorrências de geadas. Assim, os meses com temperaturas mais frias são de junho a agosto já os de temperaturas mais quentes são de outubro a dezembro.

- Consta também no PM, informações a respeito da umidade relativa do ar na região, a qual, em geral, encontra-se acima de 70% sendo ainda maiores na porção do Espírito Santo em função das maiores extensões, condições climáticas menos secas e proximidade com o mar.
- Por fim, os índices pluviométricos da área estudada variam entre 1.000 mm e 1.500 mm anuais, podendo alcançar a casa dos 1.750 em determinadas frações do parque.

Após traçar os aspectos climáticos gerais que permeiam a área de estudo, faz-se necessária a análise baseada na classificação de Novais (2023) dos principais domínios e subdomínios (Figura 11) presentes na região do PNC. Quanto à classificação climática de Novais (2023), o PARNA abrange os domínios Tropical Ameno (com os subdomínios “semi-seco”, “semi-úmido”); uma pequena mancha do Tropical (com o subdomínio “semi seco”) e Subtropical (com os subdomínios “frio-úmido”, “semi úmido” e ”úmido”).

No domínio “Tropical Ameno” (predominante no entorno do parque) as temperaturas médias, em comparação com o “Tropical”, são mais baixas, segundo Novais (2023) “sobretudo pelo resfriamento adiabático do ar nas áreas mais elevadas que se destacam no relevo [...] (pg.29)”. Podemos observar melhor as características climáticas na Tabela 1.

3.2.2 Meio socioeconômico

3.2.2.1 Meio Urbano e demografia

Para que se compreenda alguns índices relacionados à formação territorial da locação da pesquisa de campo, utilizou-se como base os dados primários disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com os dados esquematizados na Tabela 2 e 3 sendo relacionados aos principais municípios que o PARNA abrange (expostos na Figura 12).

3.2.2.2 Ocupação do território e atividades econômicas

Quanto ao processo de ocupação da região, alguns aspectos levantados no Plano de Manejo do PNC (2015) podem ser evidenciados para uma compreensão geral da localização. Inicialmente, a região da Zona da Mata Mineira, onde se encontra o município de Alto Caparaó, estava relacionada com o processo de mineração, conforme as informações encontradas em seu primeiro registro histórico.

Com a invasão Portuguesa no território [que hoje se configura como] brasileiro, muitos indígenas (de diferentes etnias, como “Puri”, “Croato” e “Coroadó”) foram obrigados a se interiorizar, sendo uma dessas regiões migradas a que foi visitada em campo (ICMBio, 2015). Com o tempo, a partir do século XVIII o povoamento da região foi se intensificando, com influência, sobretudo, da economia cafeeira. Porém, esse processo de territorialização do cultivo do café não foi, necessariamente, exitoso logo de início:

Se a estruturação da produção cafeeira na economia da província das Minas Gerais se fez possível com a expansão das áreas agriculturáveis, a carência de meios de escoamento dessa produção era um grande gargalo para seu aumento. Assim, nos primeiros decênios do século XIX, a lavoura cafeeira foi limitada pela precariedade das comunicações e transportes, mas melhora com a inauguração da estrada União e Indústria. Tal estrada foi a pioneira das modernas rodovias, idealizada e construída por Mariano Procópio, e ligava Juiz de Fora a Petrópolis. Com isso, a produção da Província iria crescer acentuadamente. O impulso efetivo à lavoura cafeeira só se deu realmente com o aparecimento das ferrovias [ICMBio, 2015, pg. 33]

Além disso, o escoamento da produção da região da Serra do Caparaó só foi possibilitado com a construção da linha Engenheiro Reeve a Espera Feliz no ano de 1913 (Dias, 1971 apud ICMBio, 2015). Entretanto, com a Convenção de Taubaté, que priorizou os melhores grãos e excluindo os cultivados na região, fez com que no fim do século XIX as atividades priorizadas passassem a ser a produção de gêneros alimentícios para exportação e a pecuária. Quanto a distinção de desenvolvimento da região mineira com a espírito-santense, o Plano de Manejo diz:

Enquanto a cultura do café floresceu na Zona da Mata de MG, na porção espírito-santense prevaleceu a pequena propriedade, sobretudo a partir da fixação de imigrantes estrangeiros. **Só mais recentemente é que se observa o aumento da produção voltada para o comércio, como a cultura do eucalipto e do café.** (2015, pg. 34, grifo nosso)

Atualmente, o café configura-se como a principal atividade econômica, tendo o seu apogeu na década de 2000. Um dos tipos de grão é o *gourmet* arábico, identificado como café de alta qualidade. Entretanto, durante certo período, a produção deste café foi um causador de problemas ambientais ao serem descartados os resíduos de polpa diretamente nos cursos d'água. Essa atividade irregular, segundo os funcionários do parque, foi corrigida e a produção corresponde à legislação ambiental (ICMBio, 2015)

Outra atividade econômica importante para o município de Alto Caparaó é a do turismo. Conforme as informações disponibilizadas pela secretaria destinada a atividade, nota-se a grande relação com o ecoturismo. Alguns lugares destacados no site institucional, são o “Pico da Bandeira”, “Tronqueira”, “Terreirão”, “Cachoeira Bonita” entre outros. Os pontos citados estão relacionados à atividades como escalada, rapel e trekking, atraindo turistas de diversas regiões do país (Alto Caparaó, SECRETARIA DE TURISMO, s.d.).

Além disso, todos esses atrativos influenciaram o desenvolvimento de diversos serviços relacionados como hotéis, pousadas e afins para instalação, serviços de alimentação, transporte turísticos (com seis grupos prestadores diferentes). Para isso, há também o envolvimento do trabalho de guias turísticos. Para mais, a Secretaria de Turismo mostra como relevante o trabalho de artesãos e a venda dos cafés especiais da já mencionada cafeicultura da região (Alto Caparaó, SECRETARIA DE TURISMO, s.d.).

3.3 POSTOS MICROCLIMÁTICOS

Os postos microclimáticos eram compostos por um mini abrigo meteorológico, fixado por arame a uma haste metálica de aproximadamente um metro e meio fixada ao solo. Na parte interna do mini abrigo, foi fixado em uma pequena superfície também metálica o dispositivo de medição Datalogger. Para dar mais estabilidade ao dispositivo e para melhor aproveitamento e precisão dos dados, o mini abrigo foi amarrado com barbante na parte inferior da haste.

O primeiro ponto instalado (P1) localizava-se na Pousada do Bezerra, em uma altitude de 1.090 m. Posteriormente, o P2 (Figura 13) encontrava-se na Portaria do Parque a cerca de 1.200 m de altitude. Já o terceiro ponto, P3, do local denominado Tronqueira, situava-se na altitude 1.970 - para chegar a esse trecho, foi necessário fazer o traslado de Jeep. A seguir, o quarto ponto (P4) no Terreirão, entra na casa dos dois mil metros, estando exatamente a 2.350 metros. O Ponto 5 (P5), já em um relevo bem acentuado, foi instalado a 2.500 metros de altitude, enquanto que o Ponto 6 (P6) situou-se cem metros acima dele. Caminhando para as altitudes mais elevadas, encontra-se o Ponto 7 (P7) a 2.750 metros. Por fim, a 2.890 metros situa-se o oitavo e último ponto (P8), no Pico da Bandeira.

4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

4.1 AQUISIÇÃO DE DADOS

Na realização dos trabalhos de campo dos dias 07 e 27 de maio de 2023, as turmas em ambas as excursões foram divididas em grupos para a instalação ou retirada dos oito postos microclimáticos. Em cada um destes pontos, foram registradas informações em caderneta de campo acerca do horário da parada, altitude, temperatura, umidade, coordenadas geográficas em UTM, declividade, orientação da vertente, características da paisagem e vegetação. Para isso, foram utilizados os seguintes instrumentos: GPS, bússola, altímetro-barômetro e termo-higrômetro, conforme a Figura 14.

Os postos microclimáticos foram instalados conforme explicitado na Subseção 3.3. Os dados coletados pelo Datalogger Instrutherm modelo HT-500 foram calibrados pelos responsáveis pela disciplina e posteriormente disponibilizados aos discentes para a realização dos procedimentos analíticos, de acordo com o tema dos grupos. A calibração teve início em 03 de maio de 2023 e término em 06 de maio de 2023. Foram totalizadas 478 observações horárias, indo do dia 07 de maio de 2023 (às 16:00) até o dia 27 do mesmo mês (às 13:00), somando 244.736 dados de temperatura, umidade relativa do ar e ponto de orvalho.

4.2 SISTEMATIZAÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO

Tendo os valores médios e mínimos de temperatura como foco, foram empregadas medidas de estatística descritiva para a sistematização dos dados quantitativos em programa de planilha eletrônica. Assim, os valores de média, mínima, máxima, quartis (Q_1 e Q_3), desvio padrão, coeficiente de correlação de Pearson (r) e coeficiente de determinação (r^2) foram calculados para interpretar a relação entre as variáveis de temperatura e altitude, resultando em tabelas e gráficos presentes na Seção 5 e nos Anexos.

Nesta etapa, foram plotados gráficos de pontos de dispersão em programa de planilhas com os dados de temperatura média, mínima absoluta e mínima média dos oito abrigos meteorológicos instalados. Nos gráficos, obtém-se a reta de regressão linear, que possui equação do tipo $Y = a + bX$, onde cada aumento de uma unidade de X têm-se um aumento médio de b unidades em Y . Neste caso, a altitude é representada por X , com o valor dos coeficientes linear (a) e angular (b) tendo sido gerados no programa.

Na ferramenta *Calculadora de Campo*, do software QGIS 3.6, a equação foi utilizada selecionando o campo “DN”, de altitude, da camada vetorial obtida a partir de arquivo *raster* de imagem de radar SRTM (30 m de resolução). Assim, para cada pixel convertido em

polígono obteve-se a temperatura (média, mínima absoluta, e mínima média) referente àquela unidade de altitude. Com essas informações, foram gerados os mapas das Figuras 16, 17 e 18.

4.3 INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE

As informações obtidas foram interpretadas a partir dos conhecimentos teóricos reunidos ao longo do semestre. Aliados a artigos, livros-texto e outros materiais que abordam processos e fenômenos na escala mesoclimática, com foco no topoclima, estes compuseram o aporte teórico-conceitual que fundamentou a análise.

Para investigar a ocorrência do processo de inversão térmica, adaptou-se os critérios apresentados em Galvani e Lima (2006), consistindo em:

- I. Posto microclimático de cota inferior com temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) menor que a de posto de cota superior, no mesmo horário, é classificado como uma situação de inversão térmica. Portanto:
 - i. Se $T^{\circ}\text{C}$ no P4 < $T^{\circ}\text{C}$ no P5 = inversão térmica;
 - ii. Se $T^{\circ}\text{C}$ no P4 < $T^{\circ}\text{C}$ no P6 = inversão térmica;
 - iii. Se $T^{\circ}\text{C}$ no P4 < $T^{\circ}\text{C}$ no P7 = inversão térmica;
 - iv. Se $T^{\circ}\text{C}$ no P4 < $T^{\circ}\text{C}$ no P8 = inversão térmica;
- II. Posto microclimático de cota inferior com temperatura maior que a de posto de cota superior, no mesmo horário, é classificado como uma situação normal.

Foi escolhido o P4 como o de menor cota altimétrica pelas informações acerca da diferença de temperatura registrada neste ponto em comparação com os P1, P2 e P3.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 apresenta as informações anotadas na caderneta de campo, e expressa as diferenças entre os pontos. As condições meteorológicas e aspectos da paisagem apresentam as maiores diferenças a partir do P4, de 2.350 m de altitude. Já deixando de apresentar vegetação florestal, predomina-se os campos de altitude, além de haver trechos com presença de turfas.

A Tabela 5 e 6 reúnem, respectivamente, as temperaturas média e mínima diárias e horárias registradas ao longo do período para cada um dos oito pontos. A informação destas tabelas, juntamente com as dos Gráficos 1 e 2 da marcha horária da temperatura do ar

demonstram o padrão de temperaturas mais baixas em horários de menor insolação e mais altas no período da tarde.

Já na Tabela 7, temos uma visão geral das características de posição e dispersão dos dados. Observa-se que o P4 possui os valores de maior variação, apresentando uma temperatura mínima absoluta inferior aos pontos em altitudes mais elevadas, além da maior amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação dentre os postos microclimáticos instalados. Essa informação se perderia ao olharmos somente a temperatura média e os quartis, que seguem a tendência de menores valores com o aumento da altitude (o que fica explicitado no *boxplot* do Gráfico 3).

Entre os pontos P3 e P4 há uma variação altimétrica de 380 m, que se reflete em uma diferença notável entre as temperaturas de um ponto para o outro. Por isso, valores em altitudes entre 1.970 e 2.350 são meramente estimativas, podendo ter ocorrido temperaturas ainda inferiores às do P4 na época da coleta dos dados, por exemplo.

Nos dois pontos em cotas altimétricas vê-se uma menor variabilidade nos dados, especialmente em comparação com os três pontos seguintes — algo explicitado pelo Gráfico 3. Conforme a Tabela 7, os dados do P2 apresentaram um coeficiente de variação de 7% e um desvio padrão de 2,6, os menores de todos os pontos. O P8, no Pico da Bandeira, apresentou características semelhantes, com dados que expressam uma “estabilidade” maior que o P7, localizado a 140 m de altitude abaixo.

Considerando principalmente a insolação, entende-se que há um padrão nos valores registrados de temperatura ao longo de um dia. De forma geral, a temperatura do ar é influenciada pela radiação solar que entra e sai da camada atmosférica. Durante o dia a radiação solar aquece a superfície da Terra, que por sua vez aquece o ar adjacente através de processos de condução e convecção — implicando em uma elevação gradual da temperatura do ar. À noite, quando a radiação solar diminui, a superfície da Terra começa a se resfriar e, conseqüentemente, o ar também resfria. Esse padrão de variação da temperatura ao longo do dia é conhecido como ciclo diurno de temperatura (AHRENS, 2018).

Contudo, sabe-se que há uma grande influência por parte da umidade relativa do ar, pressão atmosférica, presença de vegetação e a natureza dos ventos na variação térmica de uma determinada localidade (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Isso ficou explícito com as temperaturas comentadas anteriormente, em que todo esse conjunto de fatores teve forte influência na amplitude térmica dos pontos intermediários (P3 a P5).

A partir dos dados obtidos, o dia 18 de maio registrou a menor temperatura absoluta dentre todas as observações, com temperatura de $-2,7^{\circ}\text{C}$ no P4, às 2:00 da madrugada, conforme as Tabelas 5 e 6. Para melhor compreender essa queda de temperatura, foi consultada a carta sinótica produzida e disponibilizada pela Marinha do Brasil (Figura 15).

Com a análise do material foi possível identificar a presença de uma frente fria e de uma frente estacionária, favorecendo a formação de um sistema de baixa pressão atmosférica. Nesse contexto, é favorecida a ocorrência de chuvas e a formação de nuvens, em decorrência do aumento da umidade.

5.1 INVERSÃO TÉRMICA E ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS

No reconhecimento de dados que representassem inversão térmica, foram identificados 75 registros de temperaturas superiores no P4 em comparação ao P5, 110 ao P6, 120 ao P7 e 107 ao P8, como mostram as Tabelas 8 e 9. A maior proporção está entre o P4 e o P7, em que a inversão térmica ocorreu em 25% dos dados registrados.

A inversão térmica ocorre, segundo Marin, Assad e Pilau (2008), quando há uma sobreposição de uma camada de ar frio por uma de ar mais quente, que limita a mobilidade ascendente do ar na atmosfera. Enquanto os autores expõem esse processo vinculado às áreas urbanizadas, o caso observado na Serra do Caparaó se associa ao chamado vento catabático — uma brisa de montanha caracterizada pelo fluxo de ar frio mais denso que desce a vertente no período noturno (BARRY; CHORLEY, 2010).

Quanto aos dados espacializados, evidencia-se as menores temperaturas em direção ao cume da área de estudo, seja no mapa de temperatura do ar média (Figura 16), mínima absoluta (Figura 17) e mínima média (Figura 18). A espacialização, feita a partir da equação da reta de regressão e a imagem de radar, fornece uma estimativa relevante da variação espacial da temperatura no PARNA, mas não reflete por completo a dinâmica topoclimática que ali ocorre.

Neste caso, o processo de inversão térmica que ocorre no P4 faz com que a temperatura mínima absoluta registrada seja um *outlier*, ou seja, um valor de natureza discrepante da maioria. Dessa forma, temos um r^2 de 0,513, que denota uma correlação moderada entre as variáveis analisadas. Como a espacialização dos dados foi realizada a partir de regressão linear simples, utilizando a equação da reta, essa informação acaba se perdendo — o que ressalta não apenas a limitação do uso destes mapas para fins que demandam maior

acurácia em relação à realidade, mas também a importância do conhecimento teórico acerca da dinâmica topoclimática.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise estatística e espacial dos dados, articulados com os conhecimentos teóricos acerca das interações dos aspectos da paisagem, realizou-se as seguintes considerações:

- O fenômeno da inversão térmica associado ao vento catabático restringe a acurácia de modelagens matemáticas lineares da relação altitude e temperatura, devendo ser levado em conta no processo de análise dos dados;
- Apesar de ser possível observar os efeitos da inversão térmica nos valores registrados no P4 na análise estatística descritiva, o processo ocorreu em uma frequência igual ou inferior à de $\frac{1}{4}$ dos dados registrados entre este ponto e os em cotas altimétricas mais elevadas;
- Em geral, os dados reforçam a tendência da redução da temperatura do ar com a elevação da altitude, indicando, neste caso, uma redução média de $0,37^{\circ}\text{C}$ a cada 100 m de altitude.

Assim, o trabalho de campo permitiu a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, observando como a elevação da altitude ao longo do trajeto se refletia nas medições em cada ponto, e também na resposta física individual às mudanças nas condições térmicas e altimétricas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENS, C. D. *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. 12. ed. Cengage Learning, 2018.

AYOADE, J. O. *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

BARRY, R.; CHORLEY, R. *Atmosphere, weather, and climate*. 9 ed. London and New York: Routledge, 2010.

BRASIL. Decreto nº 50.646, de 24 de maio de 1961. Cria o Parque Nacional de Caparaó e dá outras providências. Brasília, DF.

Dias, F. C. 1971. *A imagem de Minas: um ensaio de sociologia regional*. Imprensa Oficial. Belo Horizonte.

GALVANI, E.; LIMA, N. A OCORRÊNCIA DE INVERSÃO TÉRMICA NO PERFIL TOPOCLIMÁTICO DO PICO DAS AGULHAS NEGRAS - RJ. VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Rondonópolis, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Cidades@*. Brasil, 2023 [acesso em Julho, 2023]. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/>>

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. *Plano de Manejo do Parque Nacional do Caparaó*. Brasília: ICMBio, 2015.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio (a). *Parque Nacional do Caparaó - Natureza Local*. 2023 [acesso em maio, 2023]. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/parnacaparao/natureza-local.html>>.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio (b). *Parque Nacional do Caparaó. Alto Caparaó*; 2023 [acesso em maio, 2023]. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/parnacaparao/4-parque-nacional-do-caparao.html>>.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p.

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

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. *Boletim de Geografia Teorética*, 23(46-46):288-294, 1993.

ROSS, J.L.S., 2016. O Relevo Brasileiro no Contexto da América do Sul. Rio de Janeiro: *Revista Brasileira de Geografia*, V. 61, N.1, p 21-58.

SANTOS, H. G. dos. et al. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed., rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018.

SECRETARIA DE TURISMO DE ALTO CAPARAÓ. Secretaria de Turismo. [acesso em Julho, 2023] .Disponível em: <<https://turismoaltocaparao.com.br/>>.

ANEXOS

FIGURAS

Figura 1: Mapa da área de estudo. Elaboração: Rafaela Campos, 2023.

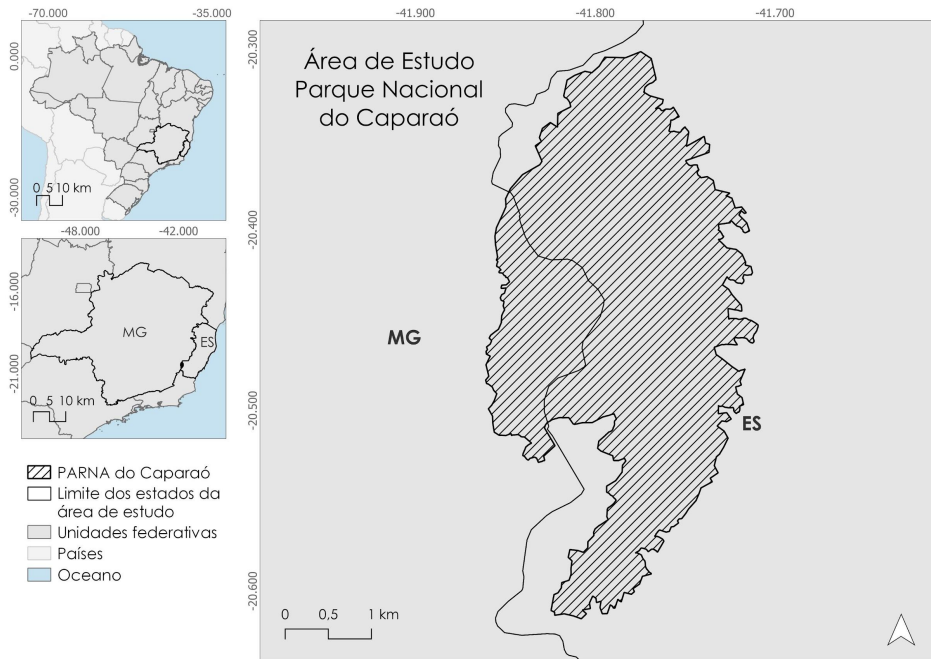


Figura 2: Mapa hipsométrico do Parque Nacional do Caparaó. Elaboração: Rafaela Campos, 2023.

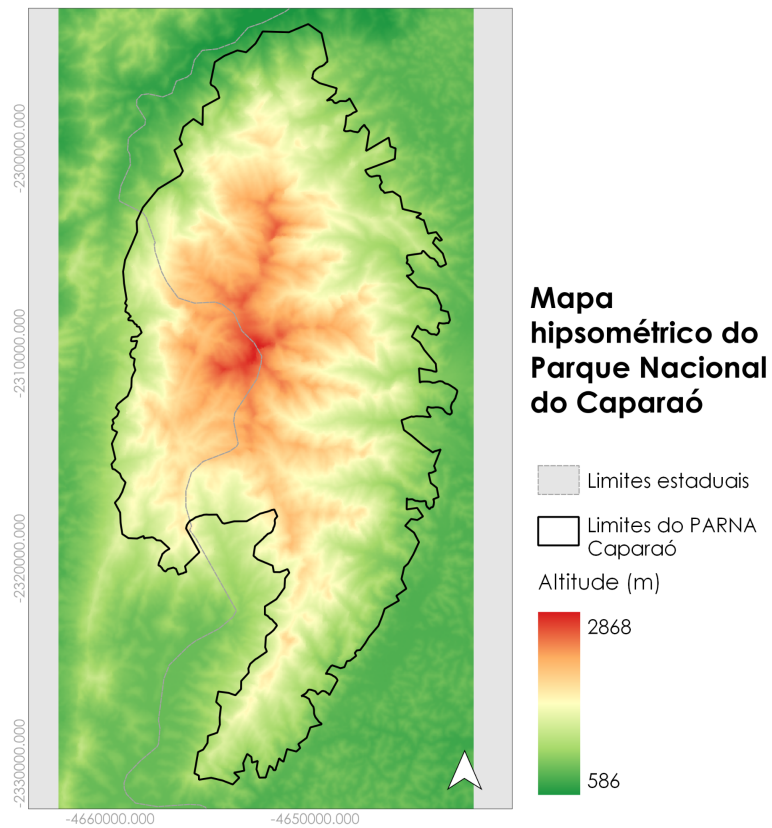


Figura 3: Mapa das unidades geomorfológicas presentes na área do PARNA Caparaó. Elaboração: Rafaela Campos, 2023.

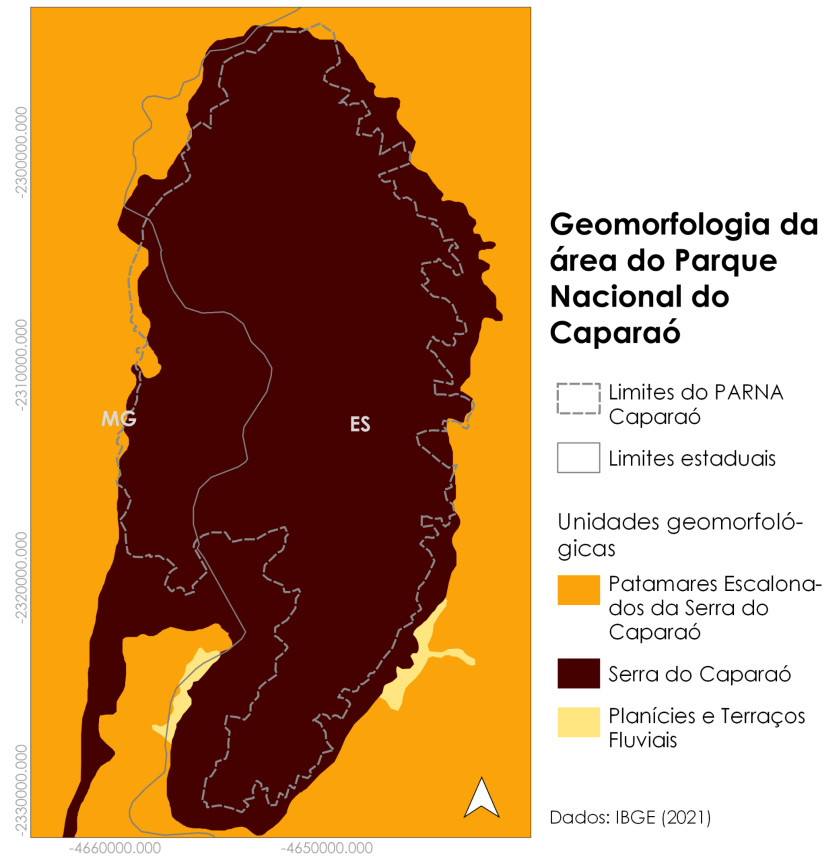


Figura 4: Mapa da pedologia do PARNA Caparaó a partir das subordens do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Elaboração: Rafaela Campos, 2023.

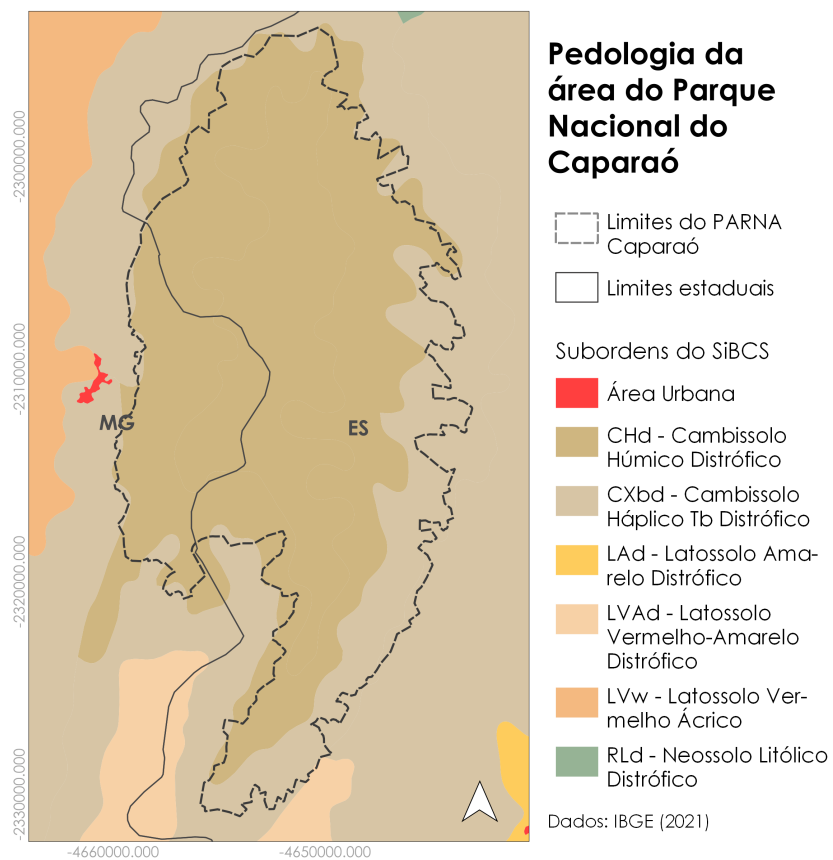


Figura 5: Mapa das microrregiões hidrográficas da área do PARNA Caparaó. Elaboração: Rafaela Campos, 2023.

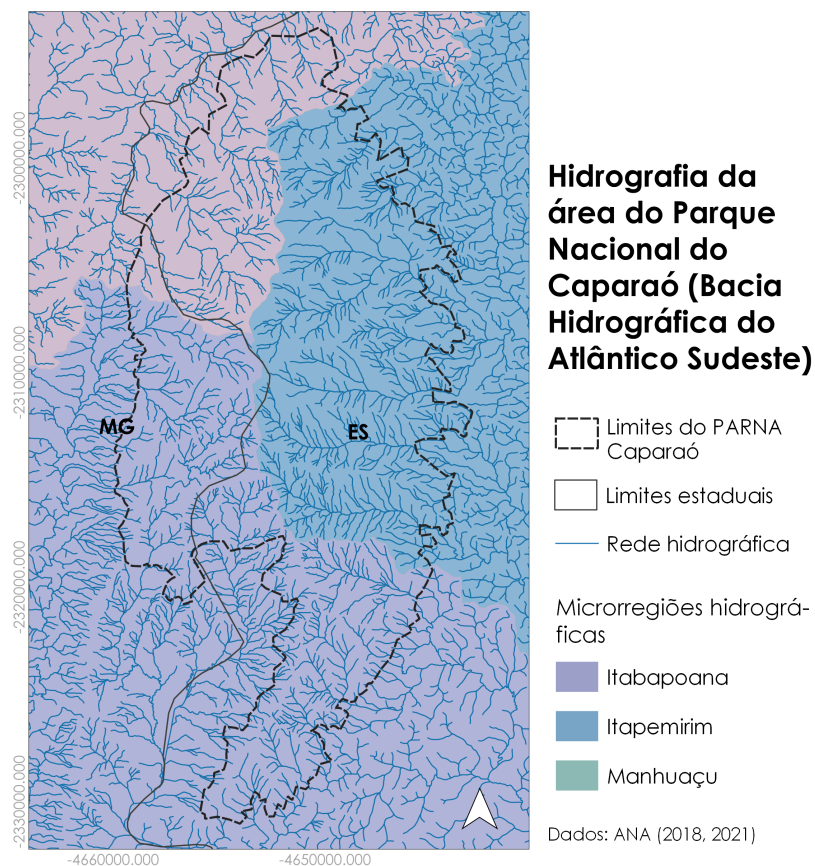


Figura 6: Instalação do ponto 1 (P1) na Pousada do Bezerra - Floresta Estacional Semidecidual Montana (altitude de 1090 m). Imagem: Lucas Guimarães, 2023.



Figura 7: Mirante da Tronqueira, local de instalação do Ponto 3 (P3) - Floresta Estacional Semidecidual (altitude aproximada: 1970 m). Imagem: Lucas Guimarães, 2023.



Figura 8: Região de instalação do ponto 2 (P2) na Portaria do Parque - Floresta Ombrófila Densa Montana (altitude 1200 m). Imagem: Lucas Guimarães, 2023.



Figura 9: Terreirão, local de instalação do Ponto 4 (P4), Campos de Altitude (altitude 2350 m). Imagem: Lucas Guimarães, 2023.



Figura 10: Área do Pico da Bandeira, local de instalação do Ponto 8 (P8), Campos de Altitude (altitude 2890 m). Imagem: Rafaela Campos, 2023.



Figura 11: Mapa dos sub-domínios climáticos no PARNA Caparaó a partir da classificação de Novais (2023). Elaboração: Rafaela Campos, 2023.

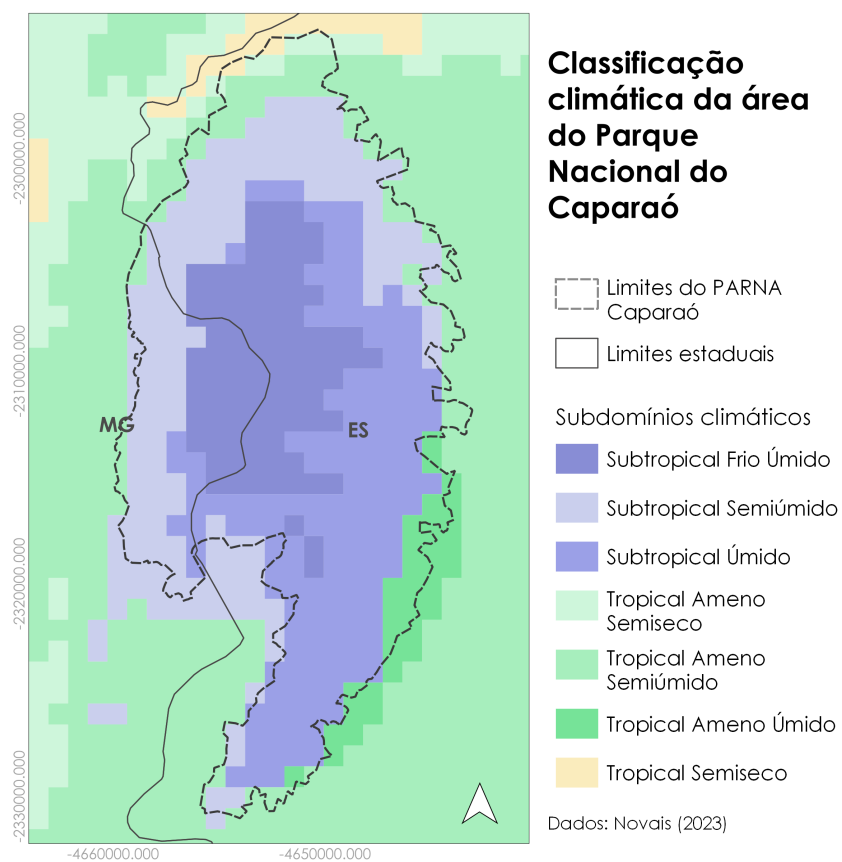


Figura 12: Mapa de municípios na área do PARNA Caparaó. Elaboração: Rafaela Campos, 2023.



Figura 13: Posto microclimático nº 2 (P2), instalado na entrada do Parque Estadual do Caparaó pelo presente grupo. Fotografia (a) mostra sua estrutura, e (b) a posição do *datalogger* na estrutura. Imagem: Rafaela Campos, 2023.



Figura 14: Instrumentos utilizados em campo, sendo: (a) GPS; (b) bússola; (c) Datalogger; (d) altímetro-barômetro; (e) termo-higrômetro. Imagem: Rafaela Campos, 2023.



Figura 15: Carta sinótica (carta de pressão ao nível do mar) do dia 18 de maio de 2023 - 00Z.
 Fonte: Marinha do Brasil.

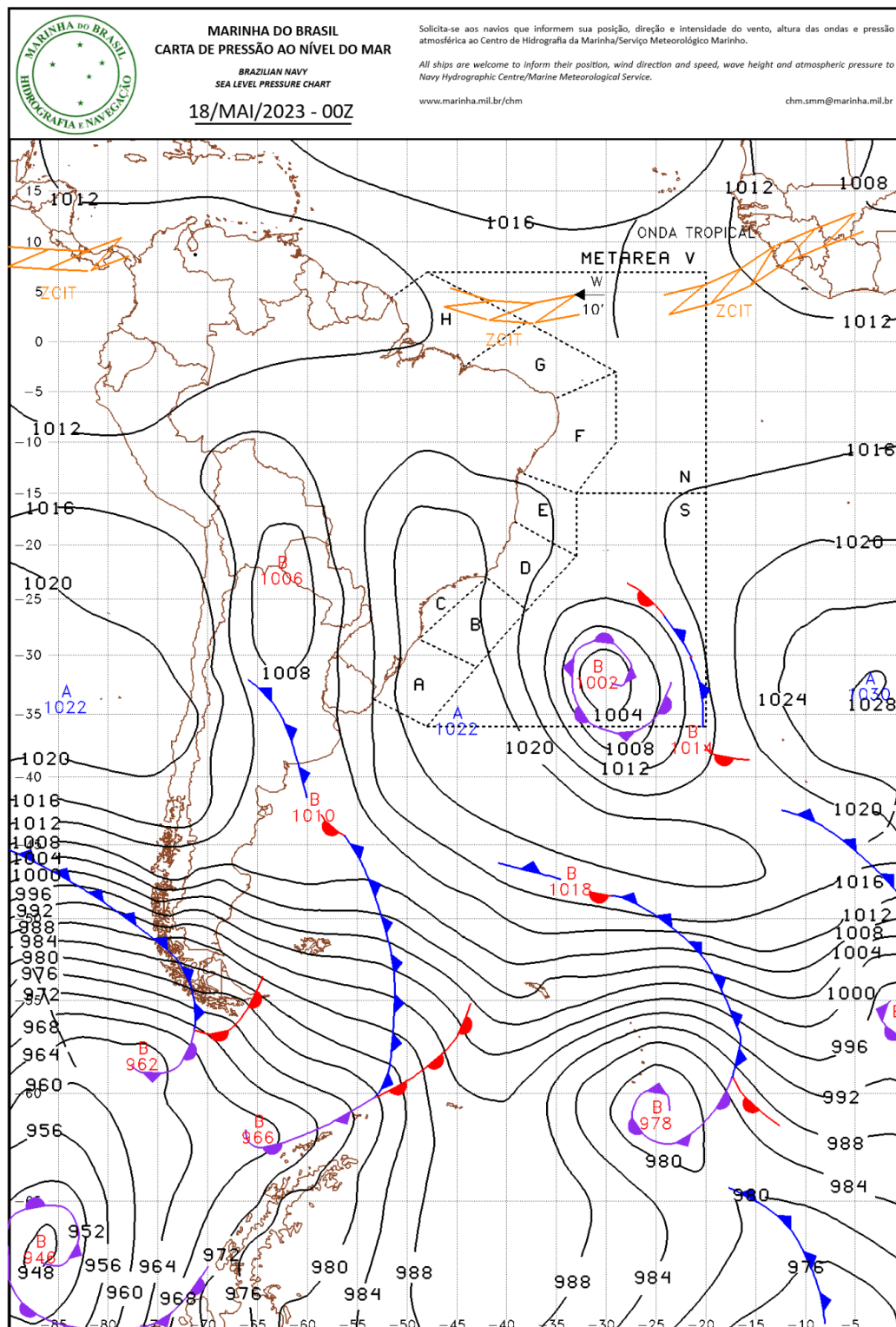


Figura 16: Mapa da temperatura média no PARNA Caparaó. Elaboração: Rafaela Campos, 2023.

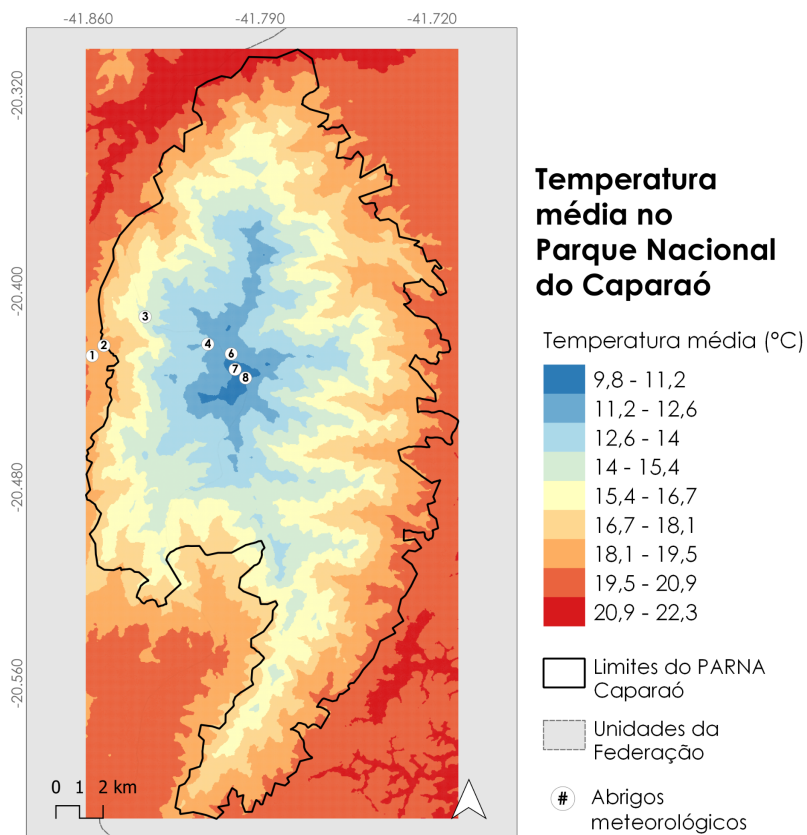


Figura 17: Mapa da temperatura mínima absoluta no PARNA Caparaó. Elaboração: Rafaela Campos. 2023

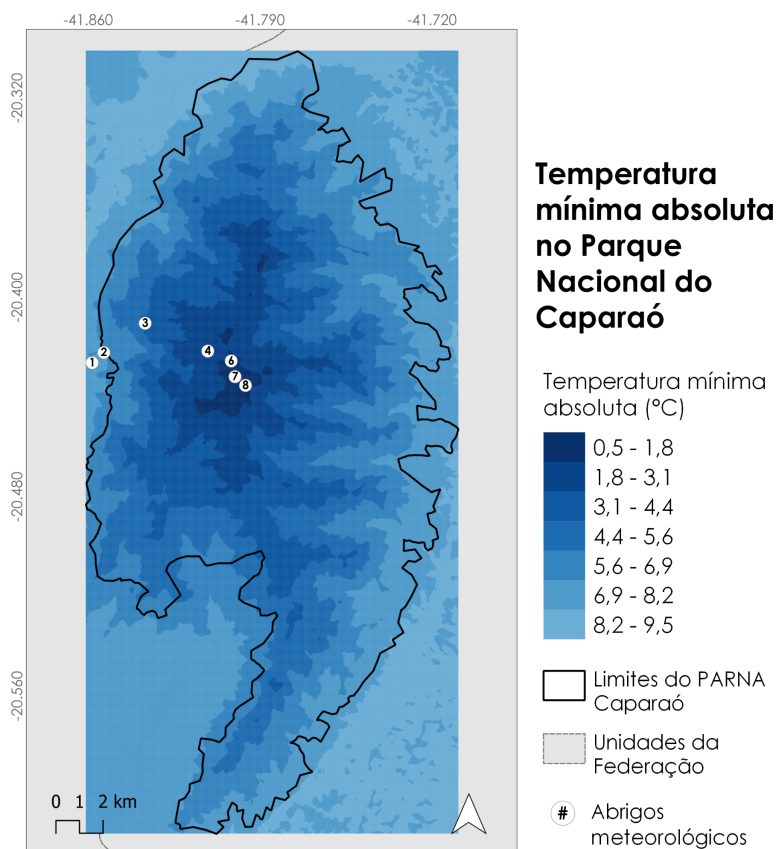
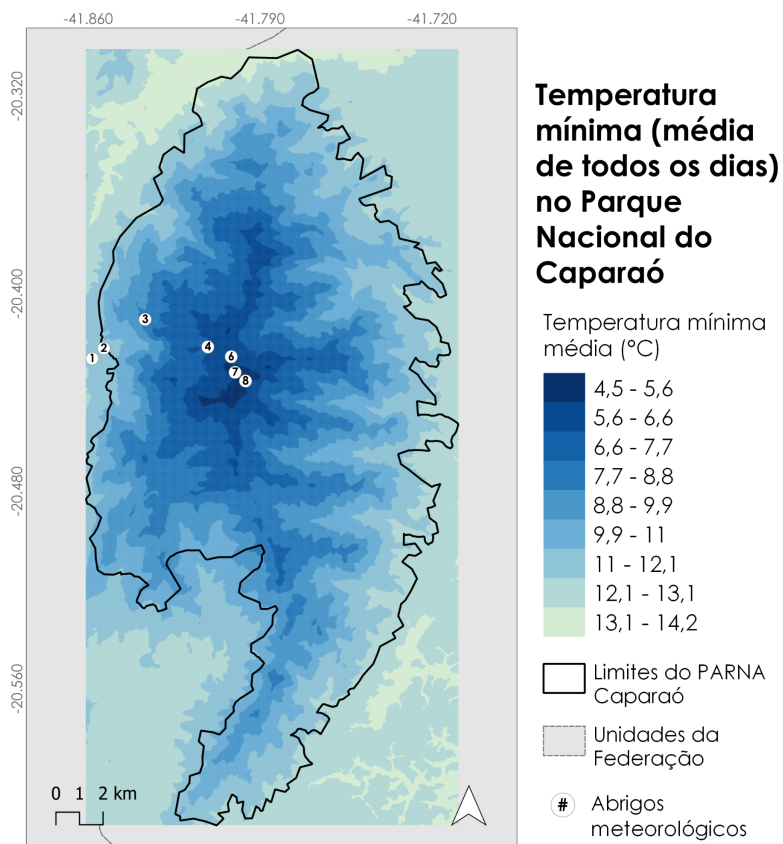


Figura 18: Mapa da temperatura mínima (média de todos os dias) no PARNA Caparaó. Elaboração: Rafaela Campos, 2023.



TABELAS

Tabela 1: Unidades Climáticas encontradas no Parque Nacional Alto Caparaó utilizando os critérios da classificação de Novais (2023). Fonte: Novais (2023) - Adaptado

Unidade Climática	Área (Km²)	Altitude (m)	TMMMF¹ (°C)	Precipitação Média Anual (mm)	ETP Média Anual (mm)	Meses Secos (P<ETP)² Qtd.
Tropical semisseco oriental do Brasil	39.684	22-1405	18,0 - 22,0	946 - 1802	963 - 1386	6 a 7
Tropical ameno semisseco oriental do Brasil	14.348	137 - 1541	15,0 - 17,9	923 - 1760	827 - 1065	6 a 7
Tropical ameno semiúmido oriental do Brasil	9.615	241 - 1678	15,0 - 17,9	1047 - 1919	827 - 1057	4 a 5
Tropical ameno úmido oriental do Brasil	83	653 - 1287	15,0 - 17,0	1568 - 1875	844 - 958	3
Subtropical úmido oriental do Brasil	167	839 - 2258	10,0 - 14,9	1456 - 1883	683 - 853	3
Subtropical semiúmido oriental do Brasil	586	720 - 2338	10,3 - 14,9	1200 - 1838	689 - 862	4 a 5
Subtropical úmido oriental do Brasil	167	839 - 2258	10,0 - 14,9	1456 - 1883	683 - 853	3

¹ TMMMF: Temperatura Média do Mês Mais Frio.

² P<ETP: precipitação menor que a evapotranspiração potencial.

Tabela 2: Dados socioeconômicos dos municípios da região. Fonte: IBGE, 2023. Elaboração própria

	Critério	Município				
		Alto caparaó (MG)	Dores do Rio Preto (ES)	Ibitirama (ES)	Íluna (ES)	Divino de São Lourenço (ES)
	População	5.795	6.596	9.520	28.590	5.083
Demografia	Densidade Demográfica (hab/m ²)	55,89	41,41	28,77	67,02	29,21
	SMTF ³	1,7 sm	1,7 sm	1,9 sm	1,8 sm	1,9 sm
	Pop. Ocupada	10,50%	14,1%	9,30%	11,50%	11,7%
Economia	PIB per capita (em R\$)	14.335,03	24.492,79	17.645,21	18.145,39	16.137,32
	IDHM (2010)	0,661	0,654	0,622	0,666	0,632
Educação	Estabelecimentos de EF ⁴	3	6	6	22	3
	Estabelecimentos de EM ⁵	1	2	3	3	1
Saúde	Estabelecimentos do SUS (2009)	3	7	8	17	9

³ SMTF: Salário Médio dos Trabalhadores Formais.

⁴ EF: Ensino Fundamental.

⁵ EM: Ensino Médio.

Tabela 3: Dados relacionados ao território da área de estudo. Fonte: IBGE, 2022. Elaboração própria

Território - IBGE					
Critério	Alto Caparaó (MG)	Dores do Rio Preto (ES)	Ibitirama (ES)	Iúna (ES)	Divino de São Lourenço (ES)
Área (2022)	103,690 km ²	159,298 km ²	330,874 km ²	460,586 km ²	174,039 km ²
Região Intermediária	Juiz de Fora	Cachoeiro do Itapemirim	Cachoeiro do Itapemirim	Cachoeiro do Itapemirim	Cachoeiro do Itapemirim
Região Imediata	Manhuaçu	Alegre	Alegre	Alegre	Alegre
Mesorregião	Zona da Mata	Sul Espírito-Santense	Sul Espírito-Santense	Sul Espírito-Santense	Sul Espírito-Santense
Microrregião	Manhuaçu	Alegre	Alegre	Alegre	Alegre
Meio Ambiente					
Área urbanizada (2019)	1,15 km ²	1,24 km ²	1,46 km ²	3,31 km ²	0,59 km ²
Esg. Sanitário adequado (2010)	64,30%	52,10%	36,30%	62,90%	31,90%
Urbanização de vias públicas (2010)	19,80%	45,90%	17,10%	64,80%	11%
Bioma	Mata Atlântica	Mata Atlântica	Mata Atlântica	Mata Atlântica	Mata Atlântica

Tabela 4: Dados e informações da caderneta de campo referente aos pontos de instalação dos postos microclimáticos.

Ponto	Altitude (m)	UTM (x, y) (m)	Declividade	Orientação da vertente	Vegetação
P1	1090	0201756, 773814	Elevada	S-SE	Floresta Estacional Semidecidual Montana
P2	1200	0202242, 7739282	Média a elevada	S-SE	Floresta Ombrófila Densa Montana
P3	1970	0203977, 7740611	Média	N	Floresta Estacional Semidecidual Montana
P4	2350	0206664, 7739420	Elevada	O	Campo de altitude
P5	2500	207412, 7739487	Baixa a média	N	Campo de altitude
P6	2600	207666, 7738999	Leve	O	Campo de altitude
P7	2750	207841, 7738302	Muito acentuada	N	Campo de altitude
P8	2890	208292, 7737921	Elevada	O	Campo de altitude/afloramento

Tabela 5: Dados de temperatura média ($T_{méd}$) e mínima ($T_{mín}$) diárias, em °C.

Data	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8	
	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$
07/05/23	16,3	14,6	15,8	14,4	11,8	10,3	9,4	7,4	8,0	5,9	9,2	7,8	9,1	7,4	9,1	8,4
08/05/23	16,5	13,3	16,2	13,4	12,9	9,6	12,6	8,5	11,1	6,8	11,2	8,0	11,3	7,3	10,5	7,1
09/05/23	17,5	15,6	17,1	15,6	13,3	11,0	12,2	7,3	10,5	6,5	11,1	7,2	11,3	7,6	10,9	8,2
10/05/23	17,2	14,6	16,8	14,5	13,6	11,1	10,8	5,6	9,7	4,3	10,3	6,1	10,9	7,2	10,0	7,5
11/05/23	17,4	14,5	17,0	14,4	14,9	10,9	11,4	6,3	10,4	6,9	10,8	7,4	10,5	6,9	9,8	7,4
12/05/23	16,1	14,4	15,8	13,8	13,1	10,4	10,1	7,5	9,2	7,2	9,0	6,6	8,5	6,0	7,7	5,5
13/05/23	15,6	13,9	15,0	13,6	12,1	10,8	9,5	8,4	8,7	7,8	8,1	7,2	7,4	6,5	6,6	5,7
14/05/23	15,7	13,6	15,0	13,5	12,2	10,2	9,3	7,8	8,5	7,4	8,1	6,7	7,6	6,4	6,5	5,5
15/05/23	15,6	13,5	15,1	13,6	13,5	10,1	10,9	7,3	9,8	7,0	9,0	6,2	8,5	5,2	6,8	4,6
16/05/23	15,4	12,0	14,9	11,7	14,2	9,7	10,3	3,4	9,3	4,0	9,0	5,1	9,0	4,4	8,2	3,0
17/05/23	13,3	9,6	12,4	9,5	12,6	6,9	7,0	-1,4	6,8	0,4	8,6	3,8	8,9	3,1	9,4	6,2
18/05/23	12,2	8,6	11,2	8,3	10,8	4,8	7,6	-2,7	7,3	-0,6	10,2	5,4	10,8	5,5	10,5	6,9
19/05/23	11,7	7,9	11,0	8,2	9,9	5,2	10,0	0,7	9,1	2,0	10,3	4,9	10,7	5,4	10,0	6,3
20/05/23	12,0	8,7	11,4	8,5	9,9	4,7	9,3	1,4	8,5	2,5	8,7	3,9	9,7	5,1	9,1	3,8
21/05/23	13,2	10,2	12,8	10,4	10,9	8,2	8,7	4,9	8,0	5,2	7,2	4,7	7,3	3,8	6,9	3,9
22/05/23	13,1	10,0	12,6	9,8	11,2	5,8	9,4	5,6	8,6	5,7	7,9	4,6	7,9	4,0	6,5	3,4
23/05/23	14,5	11,7	14,1	11,8	11,5	9,2	8,9	7,4	8,2	7,1	7,5	5,8	7,1	5,2	6,4	4,6
24/05/23	14,9	13,5	14,6	13,4	11,5	9,3	9,6	6,4	8,7	6,3	8,3	6,0	7,9	4,9	7,5	4,9
25/05/23	14,7	11,0	14,3	11,1	12,6	8,6	9,8	4,2	8,9	4,6	8,2	2,6	8,8	3,6	8,3	4,2
26/05/23	14,8	11,0	14,5	11,6	12,5	8,1	8,8	5,2	8,1	5,4	8,1	4,6	8,2	4,0	7,2	3,7
27/05/23	13,3	10,1	12,9	10,4	13,2	6,5	11,3	4,8	10,0	5,1	10,5	4,7	10,0	4,3	9,2	5,1

Tabela 6: Dados de temperatura média ($T_{méd}$) e mínima ($T_{mín}$) horárias, em °C.

Hora	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8	
	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$
00:00	13,3	9,3	13,2	9,4	10,1	6,2	7,2	-1,3	7,0	0,5	7,4	5,0	7,0	4,2	6,9	3,7
01:00	13,1	9,4	13,0	9,5	10,0	6,3	7,1	-0,8	6,7	0,8	7,1	3,9	6,8	3,9	6,6	3,8
02:00	12,8	9,0	12,6	9,1	9,8	5,8	6,7	-2,7	6,5	-0,6	7,1	4,5	6,8	3,8	6,6	3,9
03:00	12,7	9,0	12,5	8,9	9,7	5,6	6,7	-0,1	6,5	1,4	7,0	4,7	6,6	4,1	6,6	4,7
04:00	12,5	8,7	12,4	8,8	9,8	5,3	6,9	0,1	6,6	1,5	6,8	4,6	6,5	4,0	6,5	4,5
05:00	12,4	8,2	12,3	8,2	9,6	4,7	6,8	-1,3	6,5	0,5	6,7	3,6	6,4	3,3	6,6	3,6
06:00	12,2	7,9	12,2	8,2	9,3	4,7	6,7	-1,4	6,5	0,4	6,8	2,6	6,5	3,1	6,5	3,0
07:00	12,4	8,1	12,4	8,4	10,0	4,8	7,3	-0,1	7,1	1,4	8,0	6,3	7,5	5,6	7,8	4,0
08:00	13,1	9,0	12,7	8,7	14,6	11,3	9,8	7,0	9,2	6,8	9,9	7,4	9,7	6,3	9,2	5,4
09:00	14,4	11,0	13,8	10,0	15,8	12,2	13,3	8,6	11,6	8,0	11,1	7,5	11,2	7,5	10,2	6,8
10:00	16,0	13,1	14,9	11,2	15,9	12,0	14,9	9,4	12,8	8,6	12,4	8,6	12,8	7,7	11,1	7,0
11:00	16,8	13,5	15,8	12,7	15,9	12,1	15,6	9,6	13,5	8,8	13,2	9,1	14,1	7,9	12,0	7,0
12:00	17,6	15,1	16,6	14,2	16,7	12,9	16,3	10,7	13,8	9,6	13,5	9,0	14,7	8,1	12,2	7,4
13:00	18,1	15,7	17,2	14,8	16,6	12,8	16,2	10,0	13,7	9,1	13,6	8,8	14,1	7,6	12,0	7,2
14:00	18,5	16,4	17,6	15,3	16,8	11,9	15,8	10,8	13,4	9,7	13,2	8,4	14,2	7,9	11,6	5,3
15:00	18,3	16,0	17,3	14,6	15,5	11,5	13,9	10,5	12,0	9,4	12,0	7,9	12,8	7,6	10,8	5,6
16:00	17,8	15,0	16,8	13,4	14,2	11,1	12,4	9,7	10,8	8,8	10,0	7,5	10,8	7,3	9,7	5,9
17:00	16,9	14,2	16,0	12,9	12,5	9,7	9,9	6,9	8,9	6,7	8,4	6,3	8,0	4,9	7,6	4,5
18:00	15,8	13,0	15,0	11,9	10,9	7,5	7,4	1,6	7,0	2,7	7,2	4,6	7,0	4,0	7,1	3,5
19:00	15,0	12,0	14,5	11,1	10,5	7,0	7,1	2,2	6,9	3,1	7,1	4,3	7,0	4,4	6,7	3,4
20:00	14,5	10,9	14,0	10,3	10,4	6,9	7,0	0,7	6,8	2,0	7,4	5,1	7,1	4,4	6,8	3,5
21:00	14,0	10,4	13,7	9,9	10,4	6,5	7,1	-1,3	6,9	0,5	7,6	5,2	7,2	4,8	6,8	4,2
22:00	13,7	10,0	13,5	9,6	10,3	6,5	7,4	-1,0	7,1	0,7	7,4	4,9	7,2	4,4	7,0	5,0
23:00	13,5	9,5	13,3	9,6	10,2	6,1	7,4	-0,8	7,1	0,8	7,6	5,4	7,0	4,8	6,7	3,8

Tabela 7: Resumo estatístico de medidas de posição e de dispersão dos dados de temperatura.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
<i>Altitude (em m)</i>	1090	1200	1970	2350	2500	2600	2750	2890
Média	14,8	14,3	12,3	9,8	8,9	9,1	9,1	8,4
Mínima (média)	12,0	12,0	8,6	5,0	5,1	5,7	5,4	5,5
Mínima (absoluta)	7,9	8,2	4,7	-2,7	-0,6	2,6	3,1	3,0
Primeiro quartil (Q ₁)	13,0	12,4	10,2	7,4	7,1	7,0	6,6	6,4
Mediana (Q ₂)	14,9	14,4	11,7	9,0	8,2	8,3	8,0	7,6
Terceiro quartil (Q ₃)	16,9	16,1	14,2	11,9	10,6	10,3	10,1	9,4
Máxima (Q ₄)	22,0	21,0	22,2	21,8	18,5	18,1	19,9	16,9
Moda	16,1	14,0	11,6	7,7	8,1	7,1	7,4	6,7
Amplitude	14,1	12,8	17,5	24,5	19,1	15,5	16,8	13,9
Desvio padrão	2,8	2,6	3,6	4,6	3,5	3,1	3,7	3,0
Variação (CV, %)	8,1	7,0	12,7	21,2	12,5	9,7	14,0	8,9

Tabela 8: Contagem de eventos de inversão térmica por horário do dia entre o P4 e pontos em altitudes superiores.

Hora	P4-P5	P4-P6	P4-P7	P4-P8
00:00	6	6	7	7
01:00	4	6	6	8
02:00	6	6	7	7
03:00	6	6	6	5
04:00	6	7	6	6
05:00	6	5	6	6
06:00	6	6	6	7
07:00	6	10	9	8
08:00	1	9	8	7
09:00	0	0	1	0
10:00	0	1	1	0
11:00	0	0	1	0
12:00	0	0	2	0
13:00	0	0	0	0
14:00	0	2	3	0
15:00	0	2	5	2
16:00	0	0	3	1
17:00	0	1	1	2
18:00	4	6	6	8
19:00	5	5	7	8
20:00	6	9	8	7
21:00	5	9	8	7
22:00	4	6	7	5
23:00	4	8	6	6
Soma	75	110	120	107

Tabela 9: Frequência do processo de inversão térmica entre o Ponto 4 (P4) e os de cota altimétrica superiores.

Pontos	Inversão térmica	Situação normal	Dados totais	Porcentagem
P4-P5	75	403	478	16%
P4-P6	110	368	478	23%
P4-P7	120	358	478	25%
P4-P8	107	371	478	22%
Total	412	1500	1912	

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Marcha horária da temperatura média em °C nos 8 pontos.

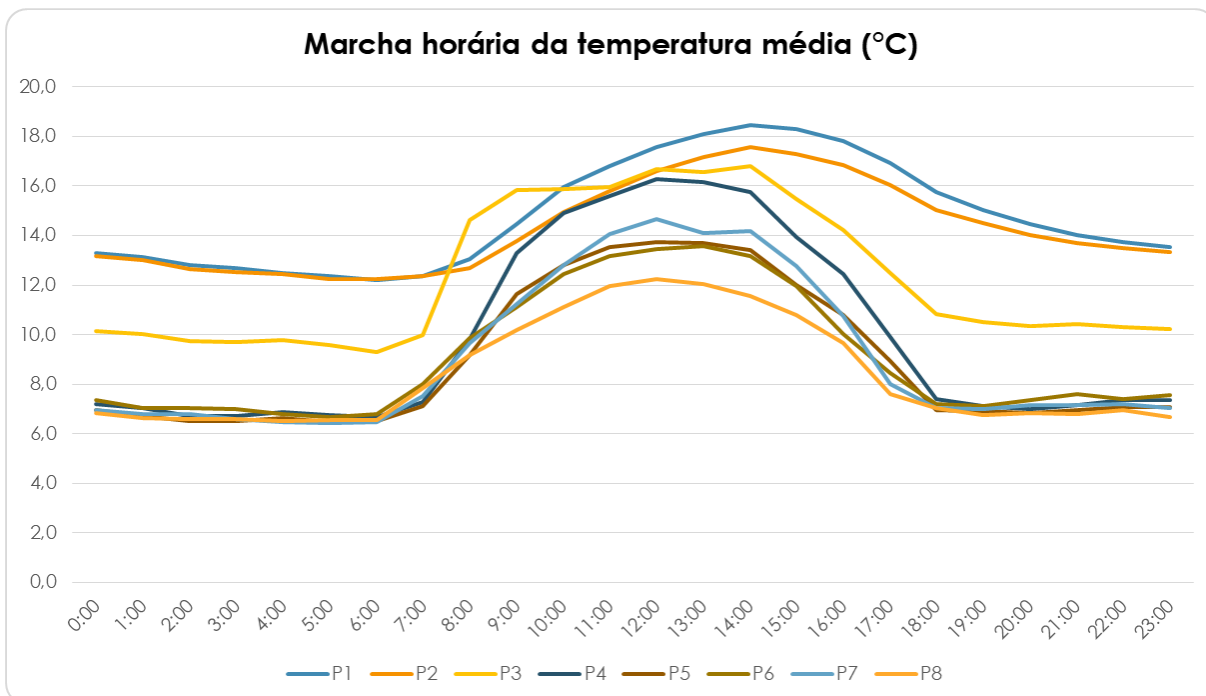


Gráfico 2 - Marcha horária da temperatura mínima em °C nos 8 pontos.

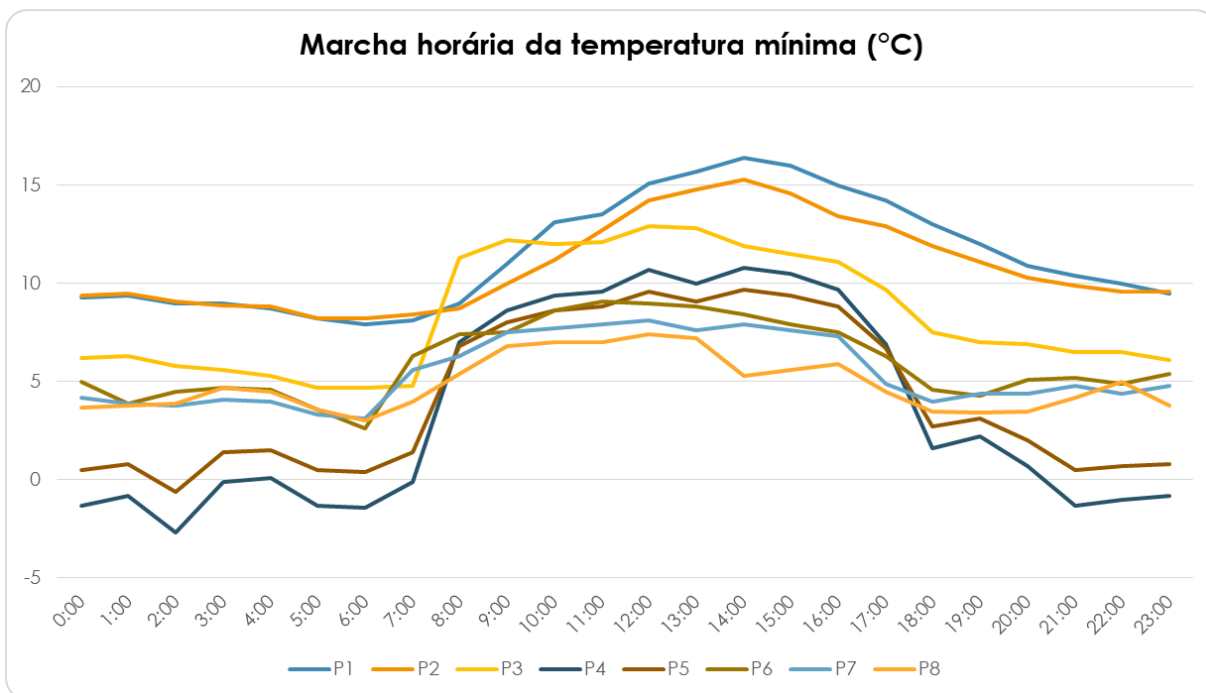


Gráfico 3: Boxplot representando a variação dos dados de temperatura para os oito postos microclimáticos.

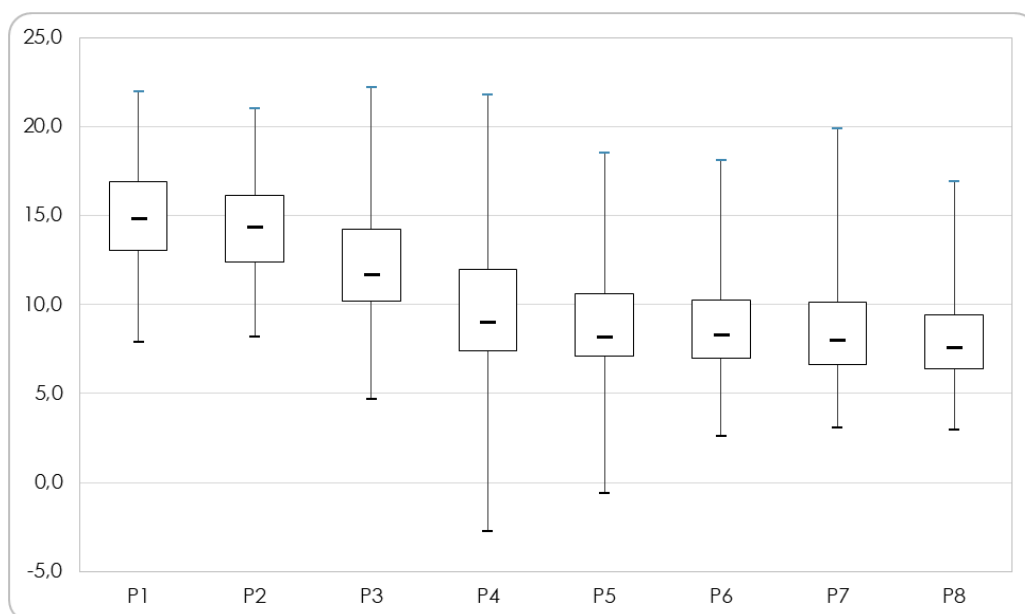


Gráfico 4: Relação entre temperatura média em °C com a altitude em metros, a partir dos postos microclimáticos.

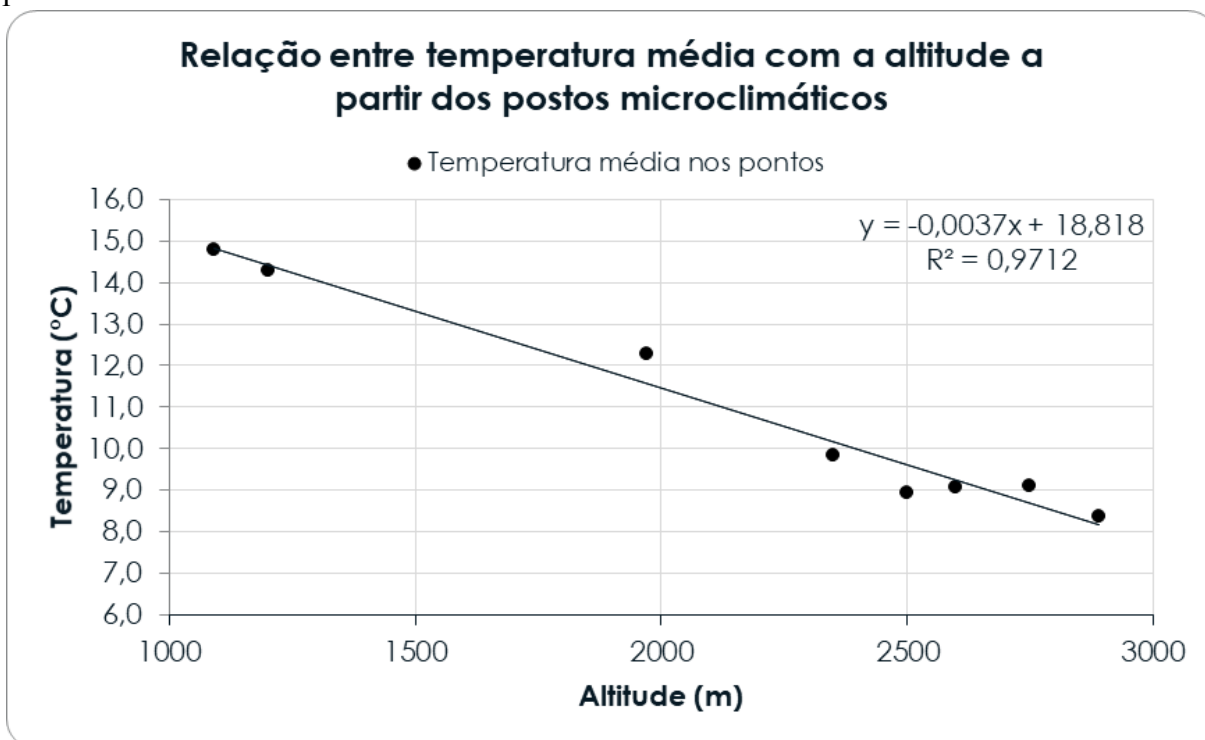


Gráfico 5: Relação entre temperatura mínima absoluta em °C com a altitude em metros, a partir dos postos microclimáticos

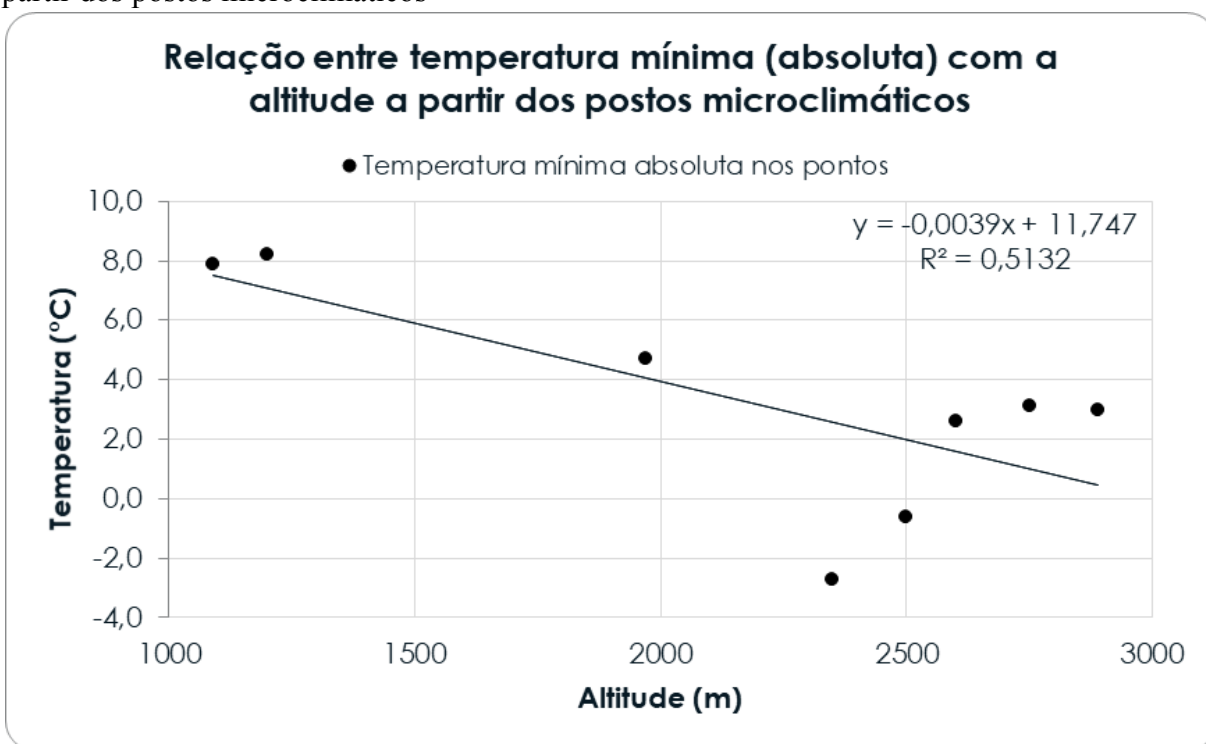


Gráfico 6: Relação entre temperatura mínima média em °C com a altitude em metros, a partir dos postos microclimáticos

