

PERFIL TOPOCLIMÁTICO DO PICO DO ITAMBÉ (SERRA DO ESPINHAÇO) - MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DO ITAMBÉ - MINAS GERAIS, BRASIL: DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Bruna Gammata¹
Emerson Galvani²

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

A Climatologia, e em particular a Topoclimatologia, investiga variações climáticas que ocorrem em função das características do terreno, como a elevação, inclinação e exposição solar. No contexto brasileiro, a Serra do Espinhaço se destaca como a maior cadeia montanhosa do país, estendendo-se por aproximadamente 1200 km e atravessando os estados de Minas Gerais e Bahia, com seu ponto mais alto alcançando 2070 metros de altitude acima do nível do mar, no município de Catas Altas - MG. Notável por sua rica biodiversidade, incluindo ecossistemas únicos como os Campos Rupestres, e por sua importância geológica e hidrológica, a Serra é responsável por nascentes de importantes rios e seus afluentes, como o Rio Doce, o São Francisco, Jequitinhonha e Paraopeba, e foi reconhecida como Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (RBSE), aprovada pela UNESCO em 27 de junho de 2005 através do programa "O Homem e a Biosfera" (MaB). O Pico do Itambé, sendo o terceiro ponto mais alto desta serra localizado no município de Santo Antônio do Itambé - MG, oferece uma oportunidade única para estudos topoclimáticos desta região, ainda não encontrados na literatura científica.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é contribuir para o entendimento do perfil vertical da temperatura do ar e sua interação com a superfície terrestre, identificando características climáticas e topográficas ao longo do trajeto até o Pico do Itambé. Os objetivos específicos incluem: analisar o papel de divisor geográfico da Serra do Espinhaço, a vegetação dos Campos Rupestres e sua relação com o clima local, e propor novas discussões para o campo da geografia baseadas nos resultados obtidos. Compreender as interações entre topografia, clima, vegetação e fauna no Pico do Itambé é essencial para promover a conservação e gestão ambiental da região, que representa a

¹ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade de São Paulo - USP, brunagammata@usp.br

² Professor Doutor do Curso de Geografia da Universidade de São Paulo - USP, egalvani@usp.br

união de dois Hotspots de Biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000) do Brasil, Mata Atlântica e Cerrado.

O estudo de autores que se dedicaram à morfologia da Serra do Espinhaço foram fundamentais para a pesquisa, destacam-se referências como Chaves; *et al.* (2012) e Saadi (1995). Outro grande referencial teórico utilizado, Aziz Ab'Saber (2003), foi fundamental para a compreensão dos domínios morfoclimáticos e das zonas de transição no Brasil. Seus estudos, aplicáveis sobre a Serra do Espinhaço, destacam a importância dessas áreas como zonas de transição entre diferentes ambientes naturais, permitindo o desenvolvimento de paisagens únicas. Para construir um diagnóstico preliminar do perfil topográfico do Pico do Itambé, pesquisas anteriores, como as de Armani (2004), Galvani e Lima (2006), e Baratto; *et al.* (2022), forneceram uma base teórica para a metodologia utilizada neste trabalho, que envolve medições climáticas ao longo de perfis altitudinais separados por cotas. Este estudo foi baseado, então, em referências que utilizaram perfis topoclimáticos para analisar a variação de temperatura e umidade relativa em função da altitude, e outros que tenham chegado a conclusões sobre a modelagem da paisagem do recorte selecionado. Segue-se uma linha de raciocínio que integra conceitos teóricos de climatologia com análises dos dados coletados no campo.

METODOLOGIA

A metodologia foi estruturada em três etapas principais. A primeira etapa consistiu em uma revisão bibliográfica que contemplasse tanto a área de estudo quanto às pesquisas previamente realizadas sobre perfis topoclimáticos, a segunda etapa envolveu a realização da expedição e a coleta dos dados necessários para a pesquisa *in situ* e, por fim, a terceira etapa integrou a revisão teórica, os dados obtidos e a análise da paisagem, culminando em um diagnóstico preliminar do primeiro perfil topoclimático do Pico do Itambé - MG.

Segundo a classificação de Novais (2023), este setor é caracterizado por clima Tr*scb - Tropical semisseco do Centro-Sul do Brasil - com período seco que varia de 6 a 7 meses, precipitação média anual 853 - 2042 mm e temperatura média de 18,0 a 24,6°C (NOVAIS E MACHADO, 2023, p. 28). O gradiente altimétrico da expedição realizada, o complexo comportamento térmico e seus efeitos, e a localização da área são o grande diferencial do estudo.

Com base na revisão bibliográfica realizada, a metodologia da expedição visou medir os atributos selecionados em intervalos de aproximadamente 100 metros de altitude. Para isso, foram utilizados os seguintes equipamentos de medição meteorológica: um psicrômetro digital para medir a umidade relativa do ar e a temperatura, um anemômetro para medir a velocidade do vento em m/s e uma bússola para aferir a direção do vento. Além disso, foram empregados aplicativos como Geo Tracker e Avenza Maps; o primeiro para registrar o trajeto percorrido e o segundo para marcar os pontos de medição, horários de coleta de dados e respectivas altitudes.

Todos os dados apresentados foram coletados no dia 18 de julho de 2024, sob condições meteorológicas específicas: o céu estava limpo, com a presença de nuvens predominantes do tipo alto-stratus cobrindo apenas 2/8 da sua extensão, o que caracteriza um dia típico do período de inverno seco na região norte de Minas Gerais. Essas condições são comuns nessa época do ano e influenciam diretamente no resultado dos parâmetros observados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram estabelecidos 9 pontos de medição ao longo do percurso, começando a partir do P1 (Estacionamento) e finalizando no topo do Pico do Itambé (P8 e P9). Em cada ponto, foram registrados dados completos, incluindo coordenadas geográficas, horários das medições, altitude, temperatura, umidade relativa (UR), direção e velocidade do vento. Esse conjunto de dados permitiu a análise do perfil topoclimático, considerando um ganho de elevação total de 794 metros de altitude. Observou-se uma significativa variação nas características topoclimáticas, que, a partir da convergência das análises realizadas durante e após a expedição, fazem emergir questões de destaque que merecem uma reflexão mais aprofundada.

Pontos:	Coordenadas:	Horário:	Altitude:	Temperatura:	Umidade (R):	Vento:
P1 - Estacionamento	18°24'16.3" S, 43°18'34.5" W	11:08	1.258 m.	23,8 °C	42,0%	1,3 m/s NW
P2	18°24'06.2" S, 43°18'49.0" W	12:02	1.381 m.	25,0 °C	40,0%	1,0 m/s E
P3	18°24'04.9" S, 43°19'01.5" W	12:20	1.455 m.	24,3 °C	35,5%	0,6 m/s E
P4	18°24'00.7" S,	12:50	1.559 m.	19,1 °C	46,0%	1,6 m/s N

	43°19'17.0" W					
P5	18°23'50.1" S, 43°19'58.8" W	14:30	1.756 m.	17,3 °C	50,0%	2,0 m/s E
P6 - Ponte do Rebentão	18°23'53.8" S, 43°20'24.5" W	14:57	1.826 m.	18,7 °C	43,5%	2,2 m/s N
P7	18°23'54.7" S, 43°20'41.9" W	15:36	1.966 m.	15,1 °C	67,9%	0,4 m/s N
P8 - Pico do Itambé	18°23'55.9" S, 43°20'54.9" W	16:30	2.052 m.	12,8°C	70,0%	6,0 m/s E
P9 - Pico do Itambé	18°23'55.9" S, 43°20'54.9" W	20:46	2.052 m.	9,0 °C	91,0%	9,7 m/s E

Tabela I - Valores resultantes das medições realizadas em campo no dia 18/07/2024 - Parque Estadual do Pico do Itambé

O perfil de gradiente atmosférico para as altitudes e temperaturas revela variações significativas na taxa de mudança de temperatura com a altitude. Inicialmente, entre 1.258 m e 1.381 m, o gradiente é positivo, indicando um leve aumento na temperatura com a altitude. Contudo, a partir de 1.381 m até 1.455 m, o gradiente torna-se negativo, sugerindo um resfriamento atmosférico com a elevação. Essa tendência de resfriamento se intensifica ao longo dos seguintes intervalos até 1.559 m, onde o gradiente atinge seu valor negativo máximo de aproximadamente $-0,0500$ °C/m. Além disso, há uma breve reversão para um gradiente positivo entre 1.756 m e 1.826 m, antes de um novo resfriamento significativo ser observado até 2.052 m.

Temperatura (°C) x Altitude (m):

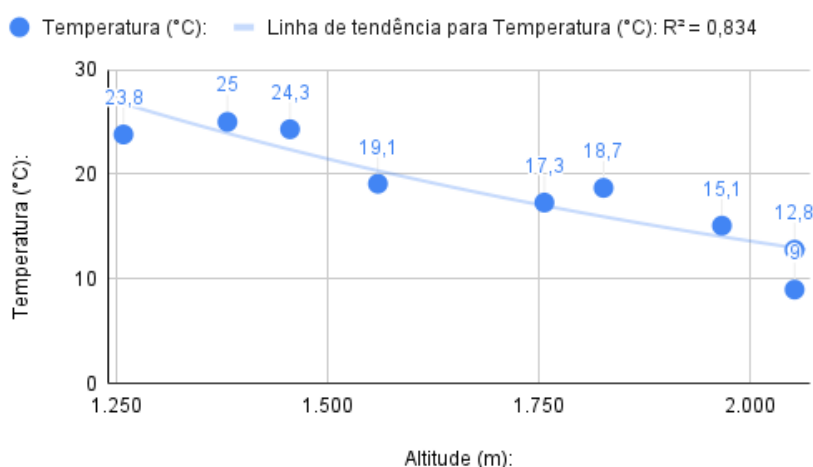


Gráfico I - Relação Temperatura (°C) x Altitude (m)

A Tabela I, juntamente com o gráfico apresentado e análise da paisagem realizada em campo ilustra, primeiramente, a presença marcante de um efeito orográfico. As chuvas resultantes deste efeito, conhecidas como chuvas orográficas, dizem respeito ao fenômeno resultante da ascensão e resfriamento do ar devido à presença de barreiras de grande altitude como serras e montanhas, o que limita o índice pluviométrico do lado oposto. Na prática, estes efeitos são exemplificados pela distinção entre as vertentes de barlavento e sotavento. Com relação à paisagem, a vertente de barlavento situada a leste da trilha, apresenta uma vegetação densa e exuberante, com diversas tonalidades de verde, mesmo em áreas com impactos de desmatamento. Esta região, caracterizada por relevos suavemente mamelonizados, característicos do domínio de Mares de Morro definido por Aziz Ab'Saber (2003), apresenta também uma predominância de ventos ascendentes, contrastantes nitidamente com a visada da vertente de sotavento à oeste. Nesta última, observa-se uma fisionomia vegetal similar às savanas, com árvores baixas e esparsas, solos mais rasos e de coloração alaranjada, características do domínio morfoclimático dos Cerrados, definido pelo autor. Além disso, com relação aos atributos do clima, esta vertente apresentava uma atmosfera de calma, típica de regiões de sombra orográfica (BARRY E CHORLEY, 2013).

O Pico do Itambé e sua trilha direcionada para Norte, de fato situa-se na faixa de transição do sudeste, entre os domínios morfoclimáticos dos Mares de Morros e do Cerrado, ambos reconhecidos como Hotspots de Biodiversidade no Brasil (MYERS *et al.*, 2000). A partir da trilha feita, parte das revisões bibliográficas realizadas puderam ser comprovadas empiricamente.

Sendo assim, a análise dos dados coletados ao longo do percurso do P1 (Estacionamento) ao P8 e P9 (Pico do Itambé) revela uma clara influência do relevo na modulação das condições topoclimáticas, o que possibilita a existência de ecossistemas singulares. A temperatura apresentou uma tendência de queda com o aumento da altitude, o que é característico de gradientes térmicos verticais em regiões montanhosas. Essa variação térmica, com uma diferença de 11°C em apenas aproximadamente 5 horas entre o P1 e o P8, reflete o resfriamento adiabático do ar à medida que ele se eleva. A umidade relativa também aumentou com a altitude, passando de 42% para 91%, indicando uma maior retenção de umidade nas camadas superiores, devido à condensação causada pelo resfriamento.

A velocidade do vento variou ao longo do percurso, com um aumento significativo no P8, onde foram registrados às 16:30h, 6,0 m/s E, e P9, atingindo o máximo das medições, atingindo 9,7 m/s E. Essa variação, juntamente com a predominância de ventos de leste, está associada à topografia da região, que canaliza as massas de ar e intensifica as velocidades em altitudes mais elevadas. A direção do vento e a intensidade maior no P8 e 9 demonstram de forma clara o efeito orográfico ocorrido no Pico do Itambé, o dando a posição de grande divisor geográfico nesta região do estado e do Brasil.

A partir do P5, a vegetação é notavelmente distinta do que a encontrada no início da trilha, sendo representada pelos Campos Rupestres, uma formação vegetal que possui uma biota de relevante importância ecológica, por abrigar grandes quantidades de espécies endêmicas, como: *Comanthera brasiliana*, uma espécie de Sempre-Viva, *Pseudolaelia cipoensis*, espécie de orquídea, encontrada em campo e *Boana cipoensis*, espécie de anfíbio popularmente conhecido como perereca de pijama. Os estados de Minas Gerais e Bahia juntos abrigam mais de 90% dos Campos Rupestres de todo território nacional (ALVES *et al.*, 2014, p. 356).

Os Campos Rupestres são caracterizados por uma vegetação herbácea e arbustiva adaptada a condições extremas de altitude, como solos rasos e pobres em nutrientes, além de uma grande variação térmica (RIZZINI, 1997). Por isso, a fauna presente nessa formação também é reconhecida por ser adaptada às condições climáticas e pedológicas encontradas.

Alguns outros pontos merecem destaque: o P7, à 1966m de altitude apresentou uma velocidade de vento menor (0,4 m/s) do que a esperada para esta cota, o que pode ser explicado pela configuração geológica e topográfica local. O Pico do Itambé se encontra sobre o Supergrupo Espinhaço, em seu topo são encontrados quartzitos médios/grossos com níveis de metaconglomerado (CHAVES *et al.*, 2012, p. 63), a presença destas rochas expostas, bem como a subida entre suas fraturas, conduziram à uma redução da intensidade do vento em comparação com o que seria típico para a altitude. Já no P5, a umidade relativa mais alta em comparação com o P6 está atribuída à corrente de água de alta capacidade presente na área, que contribuiu para um microclima mais úmido, apesar da temporada seca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das discussões realizadas, o presente estudo visou proporcionar uma análise e um diagnóstico preliminar do perfil topoclimático do Pico do Itambé, localizado no nordeste do estado de Minas Gerais, incluso na Cadeia do Espinhaço, revelando uma influência significativa do relevo nas condições climáticas da região. As medições realizadas ao longo da trilha mostraram um gradiente térmico vertical característico, com uma queda de temperatura e um aumento na umidade relativa em função da altitude. A variação na velocidade do vento também destacou o impacto da topografia nas dinâmicas atmosféricas, exemplificando as zonas de transição do país, tornando possível compreender parte das dinâmicas que tornam este setor específico da Serra como divisor geográfico.

Apesar do estado preservado do Pico do Itambé, esta pesquisa revelou uma lacuna na literatura científica sobre a climatologia específica do local. Embora haja um corpo considerável de estudos nas áreas de botânica e geomorfologia, não foram encontrados perfis topoclimáticos anteriores para esta área bem como dados climatológicos específicos da mesma, o que limita o desenvolvimento de estudos futuros.

Além disso, buscou-se dar uma importância para a biodiversidade brasileira, com os Campos Rupestres e a hidrografia desempenhando um papel relevante na regulação e conservação de espécies endêmicas e na formação de microclimas específicos. Em síntese, buscou-se fornecer para e pela vida humana e não humana, as bases de um conhecimento acessível e dados indispensáveis para o estudo, planejamento e adaptação da preservação da região do Pico do Itambé em face das atuais urgências climáticas, e a quebra da limitação na pesquisa científica sobre a climatologia da Serra do Espinhaço.

Palavras-chave: Serra do Espinhaço; Minas Gerais; Perfil Topoclimático; Preservação; Campos Rupestres

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. *Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALVES, R. J. V.; et al. *Circumscribing campo rupestre – megadiverse Brazilian rocky montane savanas*. *Brazilian Journal of Biology*, v. 74, n. 2, p. 355-362, 2014.

ARMANI, G. *Interações entre a atmosfera e a superfície terrestre: variações da temperatura e umidade na bacia B do Núcleo Cunha (IF) – SP*. 2004. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-11122013-112544/pt-br.php>.

BARATTO, J.; et al. *Metodologia para a estimação da temperatura do ar em função da altitude a partir de dados de perfil topoclimático*. Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], v. 30, n. 18, p. 112–132, 2022. DOI: 10.55761/abclima.v30i18.14789. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14789>. Acesso em: 2 ago. 2024.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. *Atmosphere, weather and climate*. 9. ed. London: Routledge, 2013.

CHAVES, M. L. S. C.; ANDRADE, K. W.; BENITEZ, L. *Pico do Itambé, Serra do Espinhaço, MG - Imponente relevo residual na superfície de erosão Gondwana*. In: WINGE, M.; et al. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet em 21/08/2012. Disponível em: <https://sigep.eco.br/sitio057/sitio057.pdf>.

GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. *A ocorrência de inversão térmica no perfil topoclimático do Pico das Agulhas Negras–RJ*. Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, v. 7, 2006.

LIMA, N. G. B.; GALVANI, E.; FALCÃO, R. M. *Análise da temperatura do ar no perfil topoclimático do Pico da Bandeira, Parque Nacional Alto Caparaó, Brasil, entre as altitudes de 1106 m a 2892 m*. In: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física, 2010, Coimbra. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010.

MYERS, N.; et al. *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. Nature, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. *Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais*. Revista Brasileira de Climatologia, [S. l.], v. 32, n. 19, p. 1–39, 2023. DOI: 10.55761/abclima.v32i19.16163. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/16163>.

RIZZINI, C. T. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

SAADI, A. *A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e suas margens*. Revista Geonomos, 1995.