

# Potencial do Astroturismo nos Parques Brasileiros: Estudo de Caso do Parque Estadual dos Três Picos (PETP – RJ)

## Potential of Astrotourism in Brazilian Parks: Case Study of the Três Picos State Park (PETP – RJ)

Daniel Rodrigues Costa Mello<sup>i</sup>  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro, Brasil

Ricardo Gonçalves Cesar<sup>ii</sup>  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro, Brasil

Fabíola Anne Balbino Gomes<sup>iii</sup>  
Agência Astrotrilhas  
Maricá, Brasil

Igor Borgo Duarte Santos<sup>iv</sup>  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro, Brasil

Ester de Pontes Silva<sup>v</sup>  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Seropédica, Brasil

**Resumo:** O Astroturismo é um tipo de modalidade turística inovadora, tendo surgido de forma relevante nos últimos anos em diversos países do mundo, embora seja ainda pouco praticado no Brasil. Suas atividades se concentram em localidades adequadas para a prática da observação e contemplação dos astros, contribuindo para a preservação ambiental e divulgação da ciência. Boa parte de suas atividades têm sido realizadas nas reservas e parques de céus escuros (*Dark Sky Parks*), locais distantes das áreas em que a poluição luminosa é intensa. Este trabalho propõe, de forma inédita, realizar

---

i Doutor em Astrofísica, Astrônomo do Observatório do Valongo. mello@ov.ufrj.br. <https://orcid.org/0000-0001-8569-4694>

ii Doutor em Geoquímica, Professor adjunto do Departamento de Geografia. ricardogc.geo@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-7324-5998>

iii Médica Veterinária, Guia de Turismo, CEO da Agência Astrotrilhas. astrotrilhasrj@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9292-8946>

iv Astrofotógrafo, graduando em Astronomia UFRJ. igorborgo@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-1708-6694>

v Turismóloga, Departamento de Administração e Turismo. esterpontesturismo@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0003-9315-2467>

a análise do potencial do astroturismo, com foco em um estudo de caso no Parque Estadual dos Três Picos (PETP), localizado no estado do Rio de Janeiro. A metodologia está baseada em análises de campo, que incluem o (i) mapeamento da qualidade do céu noturno dos parques através da geração de mapas da poluição luminosa; (ii) registros astrofotográficos; (iii) avaliação das condições de clima e tempo meteorológico; e (iv) avaliação da estrutura, serviços e os equipamentos turísticos disponíveis para os parques. Os resultados apontam o PETP como local promissor para a recepção de interessados no astroturismo, apresentando locais com excelentes condições de céu noturno (com baixos níveis de poluição luminosa), com destaques para o Vale dos Deuses, Pico da Caledônia e Núcleo Jequitibá. As condições climáticas indicam o inverno (sobretudo os meses de julho e agosto) como a estação mais promissora à prática do astroturismo. Embora a avaliação da estrutura e equipamentos turísticos nos municípios no entorno do parque tenha destacado necessidades de melhorias, indicamos soluções viáveis e inovadoras através do astroturismo. Dessa forma, o incentivo ao turismo astronômico no PETP possui potencial de ser integrado a outros pacotes e atividades turísticas da região, com estímulo a iniciativas ligadas à economia verde e à diversificação das atividades econômicas locais.

**Palavras-chave:** Poluição Luminosa; Astronomia; Turismo; Astroturismo; Clima.

**Abstract:** Astrotourism is a niche of innovative tourism, having emerged in a relevant approach in recent years in several countries around the world, although it is still less practiced in Brazil. Its activities are concentrated in suitable places for the practice of stargazing, contributing to environmental preservation, economy and communicating of science. Many of its activities have been carried out in Dark Sky Parks, locations far from regions where the light pollution is intense. This work proposes, in a new approach, to analyze the potential of astrotourism, focusing on a case study of Três Picos State Park (PETP), located in the state of Rio de Janeiro. The methodology is based on fieldworks, which includes (i) mapping the quality of the night sky through the generation of light pollution maps; (ii) astrophotographic records; (iii) evaluation of weather and climate conditions; and (iv) evaluation of the structure, services and the tourist facilities available at the parks. The results indicate PETP as a promising park to receive people interested in astrotourism, showing sites with excellent night sky conditions (with low levels of light pollution), mainly in Vale dos Deuses, Pico da Caledônia and Núcleo Jequitibá. The climatic conditions indicate winter (especially the months of July and August) as the most promising season for astrotourism. Although the evaluation of the tourist facilities in the municipalities surrounding PETP has highlighted needs for improvement, we indicate workable and innovative solutions through astrotourism. Thus, the encouragement of astronomy tourism at PETP has the potential to be integrated with other tourism packages and activities in the region, stimulating initiatives related to the green economy and the diversification of local economic activities.

**Keywords:** Light Pollution; Astronomy; Tourism; Astrotourism; Climate.

## Introdução

Desde o auge das primeiras culturas, o homem tem olhado o céu e se surpreendido com a magia do Cosmos. O caminho do Sol durante o dia, os ciclos lunares e a posição das estrelas durante a noite davam pistas importantes sobre fenômenos celestes e a humanidade não tardou a perceber que prever o que ocorria no céu a ajudava a compreender melhor certos aspectos da natureza terrestre (HOSKIN, 1999; MOURÃO, 2014). Todas as culturas da Antiguidade tiveram relações importantes com os céus e hoje, em nossa era, a magia dos astros ainda se faz presente. A experiência impactante com a noite estrelada tem sido redescoberta e buscada como importante atividade turística em diversas regiões do mundo, colocando o astroturismo como uma das formas emergentes do turismo de natureza. Suas práticas buscam destinos turísticos adequados para a observação e contemplação dos astros (SOLEIMANI *et al.*, 2019), além de promover um turismo com conscientização ambiental e valorização dos aspectos socioculturais (SLATER, 2020). Adicionalmente, de acordo com Fayos-Solá, Marín e Jafari (2014), o astroturismo contribui também para a difusão de conhecimento, para as ações educacionais através do ensino de ciências em espaços não formais e para promoção de atividades inovadoras de divulgação científica. Atividades como visitas a planetários e observatórios, palestras, sessões de astrofotografia, caminhadas, cavalgadas e trilhas noturnas para observações dos astros podem ainda contribuir decisivamente para a valorização da cultura regional e possibilitar a diversificação de atividades da economia local através do turismo sustentável (KUNJAYA *et al.*, 2019).

Entre os locais ao redor do mundo em que estas atividades se destacam, estão as reservas ou parques de céu escuro, ou, mais genericamente, conhecidos como locais de céu escuro (*Dark Sky Places*). Eles podem ser colocados como modelos no que tange à preservação ambiental, pesquisa e monitoramento constante da poluição luminosa (COLLISON E POE 2013; IDA 2018), regulamentação das atividades noturnas e estrutura adequada para o astroturismo. Atualmente, existem aproximadamente 3 centenas de *Dark Sky Places* certificados ao redor do mundo (IUCN, 2023), a maioria deles na Europa e nos Estados Unidos da América. O sucesso do astroturismo em muitos países possui relação estreita com estes locais e fomentar a criação de parques, reservas ou comunidades de céu escuro é de extrema importância para a expansão deste sucesso além de possibilitar a conscientização e discussão dos impactos negativos da poluição luminosa (AZMAN *et al.*, 2019, DOMINICI *et al.*, 2021)

No Brasil, o astroturismo ainda é uma atividade pouco explorada, mas há um grande potencial para este novo segmento turístico, especialmente nas centenas de parques e reservas nacionais e estaduais espalhados por todas as regiões brasileiras (MELLO *et al.*, 2022a). Estudar e avaliar este potencial de forma criteriosa é o primeiro e importante passo para incentivar e promover este novo nicho. O presente trabalho consiste em apresentar o astroturismo e discutir sua inserção como nova atividade turística em território nacional a partir de análise de atributos que caracterizem a qualidade do céu noturno. Esta proposta foi concebida a partir da criação do projeto *Astroturismo nos Parques Brasileiros*, em meados de 2021 (MELLO *et al.*, 2022a). Para tanto, a metodologia deste trabalho está focada no mapeamento da poluição luminosa, na execução

de registros astrofotográficos, na influência de parâmetros climáticos/meteorológicos na prática do turismo astronômico e, finalmente, na avaliação da demanda, equipamentos e serviços turísticos disponíveis para os parques. Serão apresentados, neste trabalho, os resultados obtidos com o primeiro estudo de caso realizado no Parque Estadual dos Três Picos (PETP), a maior unidade de conservação da natureza do estado do Rio de Janeiro.

## Astroturismo em Crescimento

O astroturismo tem se estabelecido como forma de um turismo emergente nos últimos anos (FORBES, 2019), caracterizado pelo maior interesse em um turismo de experiência, que valorize o contato com a natureza, agregue conhecimento, desperte a curiosidade sobre o Cosmos e o planeta em que vivemos e que estabeleça um diálogo interdisciplinar entre as ciências para a preservação ambiental, incluindo a do céu estrelado (FAYOS-SOLÁ, MARÍN E JAFARI, 2014; MELLO *et al.*, 2022b). Como um segmento destacado do ecoturismo, assim como o geoturismo, ele surge como um turismo peculiar, atraindo as pessoas para os locais escuros do planeta onde é possível ver a Via Láctea, as chuvas de estrelas cadentes, o brilho intenso das estrelas e dos planetas e estabelecer novamente o contato da humanidade com a magia da noite.

Como forma de turismo de experiência, o astroturismo preza pela educação ambiental e pela sustentabilidade. Como o céu estrelado é a principal atração de suas atividades, possíveis efeitos de degradação em ambientes naturais pela interferência humana são minimizados. Além disso, de acordo com Mello *et al.* (2022b), pesa o fato de que as atividades do astroturismo requerem profissionais e guias especializados e alinhados com as boas práticas de uso público nas Unidades de Conservação da Natureza (UCs) e grupos reduzidos para proporcionar ao participante uma experiência realmente agregadora e de bem-estar. Dessa forma, o turismo astronômico se distancia da acepção do turismo de massa.

Apesar do aumento da poluição luminosa nas últimas décadas (KYBA *et al.*, 2023), diversos locais ao redor do mundo ainda possuem condições adequadas para a prática da observação astronômica, seja para finalidade científica, recreativa ou de pura contemplação (STIMAC, 2019). Segundo o Atlas Mundial da Iluminação Noturna (FALCHI *et al.*, 2016), regiões remotas e, obviamente, mais distantes dos centros urbanos, ainda preservam as características de um céu escuro, propiciando boas condições para o astroturismo *dark sky*. Entre os países que exploram esta atividade podemos destacar Estados Unidos, Canadá, Espanha, Chile, Reino Unido, Portugal e Austrália. Uma introdução sobre o desenvolvimento do astroturismo no mundo pode ser encontrada em Stimac (2019), Slater (2020) e Mello *et al.* (2022a).

Alguns autores já têm apontado a possibilidade de exploração do astroturismo em território nacional, seja através de abordagens locais e regionais ou mesmo como opções de roteirização dentro de pacotes de ecoturismo, como atestam os trabalhos de Conceição *et al.* (2017), Honorato e Violin (2019) e Silva (2022). Algumas agências de viagens e profissionais do Turismo e Astronomia começaram a atuar neste segmento em anos recentes, em alguns estados do Brasil, tais como Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás e São Paulo. Em geral, elas oferecem atividades de turismo astronômico associadas a

outras práticas de ecoturismo, atividades de campo em astrofotografia e astronomia amadora, montanhismo ou mesmo na interface de atividades acadêmicas, educacionais e de divulgação da ciência. Em termos das regiões mais indicadas para o astroturismo *dark sky*, destacam-se aquelas de céu escuro situadas em regiões mais secas e com maiores altitudes, por oferecerem uma melhor transparência do céu, menores índices anuais de chuva e baixos níveis de nebulosidade. Neste sentido, podem-se sobressair os biomas do Cerrado, Caatinga e, eventualmente, Mata Atlântica, incluindo algumas áreas de chapada (Chapada Diamantina, Chapada dos Veadeiros, Chapada dos Guimarães), serras (Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, Serra da Canastra), bem como o norte de Minas Gerais e boa parte dos estados do Nordeste. Isoladas das grandes cidades e de beleza ímpar, todas essas regiões possuem grande potencial para desenvolvimento do turismo astronômico, necessitando de estudo e proteção. Mello *et al.* (2022a) fazem uma boa descrição do potencial do astroturismo no Brasil, indicando também desafios para o sucesso da atividade no futuro.

### **Ações para a Proteção do Céu Estrelado, Parques e Reservas de Céu Escuro**

Em algumas localidades brasileiras elencadas no tópico anterior e em outras ao redor do mundo, as Unidades de Conservação da Natureza (UCs) estão entre as mais indicadas para a prática do astroturismo (COLLISON E POE, 2013; IDA, 2018). Isso se deve a fatores tais como as condições de céu escuro (na maioria dos casos), a infraestrutura para recepção dos visitantes e a preservação ambiental local. Além dos parques e reservas que cumprem papel fundamental na manutenção da biodiversidade do planeta, já existem reservas e parques em diversos países que prezam também pela manutenção do céu estrelado. Elas têm sido amparadas por diversas instituições relevantes para preservação do céu escuro como a *International Astronomical Union* (IAU), a *Organização Mundial do Turismo* (OMT/UNWTO), a *International Union for the Conservation of Nature* (IUCN), a *International Dark Sky Association* (IDA) e a *Fundación Starlight* (FS). As duas últimas visam o desenvolvimento de ações e projetos para preservação das áreas, regiões e parques de céu escuro ao redor do globo que permitam que a humanidade não se prive do contato com a noite estrelada (BARENTINE, 2016).

Dentro do escopo de suas atividades, tanto a IDA quanto a FS oferecem o serviço de certificação de regiões, reservas ou parques de céu escuro. Essa atividade visa o reconhecimento da localidade como destino astroturístico com adequadas condições de céu escuro, infraestrutura e preservação das condições ambientais e culturais do local. Dessa forma, tanto a IDA quanto a FS possuem, em sua lista de certificações, centenas de parques e reservas que, fazendo uso dessa importante distinção, recebem fluxo considerável de pessoas para o astroturismo. Segundo o programa de certificação da IDA (2018), entre os critérios para certificação das localidades, parques ou reservas de céu escuro estão: (i) Condições de céu escuro, estabelecidos pelos critérios de nitidez dos objetos celestes, transparência do céu e baixa pluviosidade ao longo do ano. Em geral o grau de escuridão pode ser definido a partir da escala de Bortle (BORTLE, 2001), das medidas de luminância do céu via *Sky Quality Meter* (SQM), fabricado pela empresa canadense Unihedron<sup>1</sup>, e qualitativamente, pela visibilidade satisfatória a olho nu da

Via Láctea; (ii) regulamentação e provimento de condições estruturais adequadas para recepção noturna de turistas ou visitantes para práticas das observações astronômicas amadoras ou profissionais, quando for o caso; (iii) compromisso com a valorização e preservação dos aspectos culturais e históricos da região do parque ou reserva; e (iv) promoção de práticas e ações de cunho ambiental, colaborando para a conservação e preservação da biodiversidade e para o uso sustentável dos recursos hídricos, minerais e energéticos.

Além dessas exigências, as instituições recomendam ainda que os parques e reservas disponham de guias de turismo e monitores astronômicos especializados. As unidades certificadas podem ser de uso público ou privadas e possuem a missão de (i) serem promotoras da necessidade da manutenção das condições de céu escuro; (ii) incentivarem políticas de uso correto da iluminação artificial em suas áreas de amortecimento; e (iii) promoverem o ecoturismo e a educação ambiental (IDA, 2018). Os Estados Unidos da América é o país que conta com o maior número de locais ou regiões de céu escuro protegidas, grande parte delas com certificação da IDA (IUCN, 2023). Isso se deve a diversos fatores, tais como a excelente infraestrutura dos parques, a existência de uma comunidade astronômica (profissional e amadora) ativa e engajada com a importância da preservação do céu escuro, a existência de regime jurídico específico para melhor planejamento urbano da iluminação artificial e a adoção de políticas públicas para tais ações. A FS tem certificado importantes regiões de céu escuro no Chile e na Europa, principalmente na península ibérica, sendo uma das regiões europeias mais propícias para esta atividade. A distribuição geográfica mundial dos *Dark Sky Places* pode ser verificada na Figura 1.



Figura 1 – Mapa mundial das reservas e parques de céu escuro.

Fonte: Domyinique Santos (Instituto de Geociências da UFRJ), construído a partir de dados da International Union for Conservation of Nature (IUCN), disponível em <http://darkskyparks.org/dsag/map/>.

## As Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro e o Potencial para o Astroturismo

Como estado importante em biodiversidade e reduto de remanescentes do bioma Mata Atlântica, o Rio de Janeiro possui inúmeras unidades de conservação federais, estaduais e municipais que englobam parques, refúgios da vida silvestre, reservas biológicas, monumentos naturais, áreas de proteção ambiental e reservas particulares, distribuídas entre as doze regiões do estado. Os parques nacionais e estaduais possuem maior *status* entre os adeptos das atividades ecológicas e turísticas e são os responsáveis pela maior fatia dos visitantes anuais das UCs fluminenses (SOUZA *et al.*, 2019). Ao todo, os parques estaduais cobrem cerca de 23% da área total do estado (ROSA, 2017) e possuem extrema relevância para proteção da flora, fauna, preservação da memória geológica (geodiversidade) e valorização da diversidade cultural (INEA, 2023). Boa parte deles possuem condições estruturais reconhecidas para o ecoturismo, têm aporte importante de turistas durante o ano, participam ou são sedes de importantes programas de pesquisas acadêmicas. Todavia, a maioria delas é pouco procurada para o astroturismo.

### *Visitação nas UCs Fluminenses, Exploração Turística e Impacto Econômico*

Dentro do princípio de conservação e sustentabilidade, as UCs, principalmente os parques estaduais e nacionais do estado do Rio de Janeiro, oferecem uma série de oportunidades de recreação ao ar livre que englobam atividades ecoturísticas, esportivas, de apelo religioso e espiritual, infantis, educacionais, de pesquisa, entre outras. Estas atividades são regulamentadas pelas regras de uso público, que definem ainda outras diretrizes como o horário de visitação das unidades, que podem variar de acordo com as condições operacionais para realização das atividades propostas.

Dentro do âmbito do ecoturismo, dados da última década têm apontado para um interesse público maior na visitação de áreas protegidas em diversos países como Austrália, Canadá e Estados Unidos da América (FRANCO, FRANCO E MAGANHOTTO, 2022). Embora em menor escala, esse crescimento vem ocorrendo também no Brasil, como atestam dados do Ministério do Turismo e do ICMBio entre os anos 2017 e 2021 (SOUZA *et al.*, 2017, 2019; ICMBIO, 2022). Essas práticas colocam as diversas UCs do país em sintonia com atividades turísticas sustentáveis, atraindo maior número de visitantes nacionais e estrangeiros. Segundo Souza *et al.* (2017), há constatação de crescente atividade de visitação desde o ano 2000, tendo os parques nacionais, por exemplo, ampliando esse valor em mais de dez milhões de visitantes. Segundo dados recentes (ICMBIO, 2022), entre os dez parques nacionais mais visitados em 2021, quatro estão no estado do Rio de Janeiro. Em comum, esses parques possuem boa infraestrutura para atendimento dos visitantes e são destinos consolidados para prática do turismo em território nacional. Em 2018, estima-se que a visitação nas UCs federais tenha possibilitado arrecadações de mais de R\$ 700 milhões em impostos e gerado mais de 60 mil empregos diretos (SOUZA *et al.*, 2019). Além dos parques nacionais, os parques estaduais têm ampliado a oferta de atividades e visitação pública ao longo das últimas décadas, além de demonstrarem importante relevância econômica, segundo análise de Ilha (2014) e Rosa (2017), respectivamente.

Como consequência da promoção/divulgação das atividades oferecidas pelos parques e do incremento do uso público, emergem demandas por novas práticas de gestão, novos atrativos, melhorias na infraestrutura e desafios, produzindo impacto positivo na opinião pública acerca da importância da preservação ambiental e da manutenção das unidades de conservação.

### *Astroturismo nas UCs do Estado do Rio de Janeiro*

Em tempos recentes, o estado do Rio de Janeiro tem despontado como pioneiro na avaliação e projeção positiva do astroturismo em território nacional, com esforços importantes. Ações conjuntas de conscientização sobre os riscos da poluição luminosa têm sido realizadas por entidades independentes e governamentais. Tais ações incluem o apelo por legislação nas esferas estaduais e federais para mitigação do aumento da poluição luminosa (DOMINICI *et al.*, 2021), criação da semana comemorativa do céu escuro, promoção e reconhecimento de cidades e locais com potencial para o astroturismo, atividades de ensino, divulgação e popularização da Astronomia por clubes e instituições públicas (MELLO *et al.*, 2022a). Em dezembro de 2021, o Parque Estadual do Desengano (PED) foi anunciado como o primeiro *Dark Sky Park* da América Latina com certificação da IDA (MARINS *et al.*, 2022). Este importante feito inseriu o Brasil no mapa mundial da preservação do céu escuro, desempenhando papel de vanguarda no estabelecimento do turismo astronômico no estado e no país. Com base na criação do parque de céu escuro no PED e na proposta do projeto *Astroturismo nos Parques Brasileiros* (MELLO *et al.*, 2022a), em junho de 2022, o Instituto Estadual do Ambiente do estado do Rio de Janeiro (INEA) lançou o programa *Vem ver o Céu* (INEA, 2022), oficializando a abertura dos parques para sessões de observação astronômica e reconhecendo o Astroturismo como importante veículo de educação ambiental.

Os dados do Atlas Mundial do Brilho do Céu Noturno (FALCHI *et al.*, 2016) indicam áreas com condições variadas de poluição luminosa no Estado do Rio de Janeiro. À exceção das regiões urbanas das cidades de médio porte e da região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, as outras regiões do estado possuem, teoricamente, boas condições de céu noturno para o astroturismo *dark sky*, embora não tenha sido realizada, ainda, uma análise detalhada para avaliar este potencial. Nossa proposta estabelece o projeto *Astroturismo nos Parques Brasileiros* como o primeiro a ter autorização de acesso a 16 UCs do Estado do Rio de Janeiro para trabalho de campo que as qualifique para o astroturismo.

A emergência do astroturismo no Brasil, com as UCs do estado do Rio de Janeiro ocupando lugar de destaque e pioneirismo, pode ser positivo por diversos aspectos, tais como o impacto positivo na opinião pública acerca da importância da preservação ambiental, da manutenção das UCs, da oferta de uma atividade turística diferenciada e de caráter sustentável, possibilidade de maior aporte de investimentos e recursos nas esferas público e privada e maior articulação no diálogo das UCs com os municípios em seus entornos (MELLO *et al.*, 2022a). Este trabalho pretende também expandir a análise pioneira feita por Silva (2022), que estudou a potencialidade do astroturismo em alguns parques estaduais do Rio de Janeiro a partir de uma abordagem qualitativa.

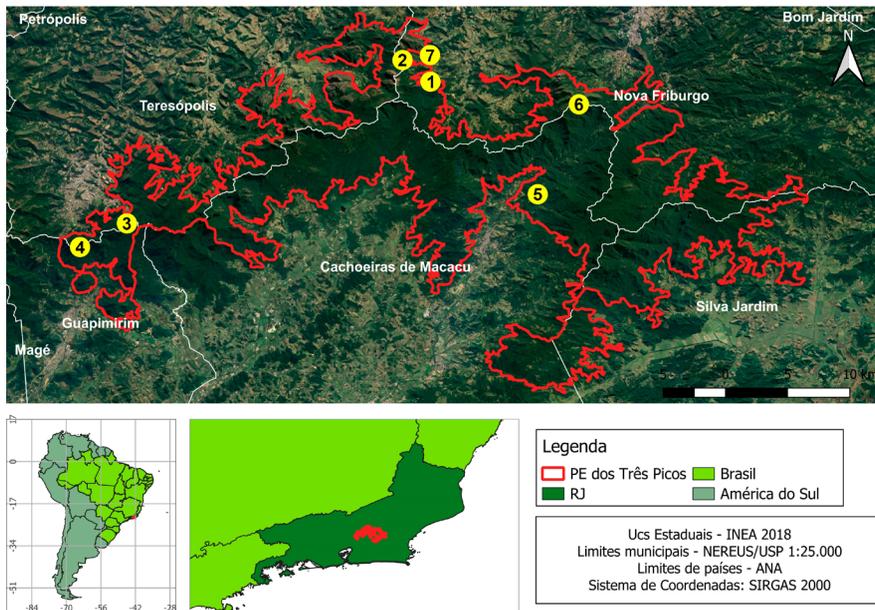
## **Materiais e Métodos**

A caracterização de uma localidade promissora para as atividades de astroturismo passa por diversas etapas, incluindo o potencial de visitação de acordo com a oferta e equipamentos turísticos, facilidade de acesso e meios de transporte, profissionais qualificados que atuem no setor, condições climáticas adequadas ao longo do ano que permitam noites limpas e estreladas, e principalmente condições de céu escuro, com níveis baixos de poluição luminosa. Este trabalho procura caracterizar algumas destas particularidades a partir de trabalho de campo realizado nos parques brasileiros, utilizando os parques fluminenses como primeiros laboratórios. Nesta seção apresentamos a metodologia utilizada nesta análise, com foco no primeiro estudo de caso realizado no Parque Estadual de Três Picos (PETP). Vale ressaltar que a pesquisa foi aprovada pela Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas (DIRBAPE) do INEA, conforme ofício SEI/ERJ 20806333, de 12 de agosto de 2021, constando como Autorização de Pesquisa Científica em Unidade de Conservação INEA Nº 032/2021.

### *Área de Estudo: Parque Estadual de Três Picos*

O Parque Estadual dos Três Picos (PETP), maior unidade de conservação de proteção integral do estado do Rio de Janeiro, está localizado na Região Serrana do estado e possui área total aproximada de 58.790 hectares, compreendendo a Serra do Mar nos municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Nova Friburgo, Teresópolis e Silva Jardim. O parque está orientado no sentido Leste-Oeste e sua abrangência geográfica pode ser vista na Figura 2. O PETP conta com ampla cobertura em altitude, com valores variando de 100 a 2316m, e conecta-se com outras unidades de conservação via corredores ecológicos, essenciais para a conservação da biodiversidade. Dentre essas unidades de conservação, encontram-se o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), a Estação Ecológica Estadual do Paraíso, APA Macaé de Cima, APA do Rio São João, APA dos Frades, APA Flor de Jacarandá e a APA da Bacia do Rio Macacu. Segundo o Plano de Manejo do parque, descrito em 2009 (INEA 2009), seus objetivos consistem na preservação dos remanescentes de Mata Atlântica e suas espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção, assim como estimular a pesquisa científica e assegurar a manutenção das nascentes e dos cursos d'água.

O PETP é uma UC de proteção integral, criado pelo Decreto-Lei nº 31.343 de 05 de junho de 2002. O nome do parque decorre do maciço granítico dos Três Picos (Figura 3), formado pelo Pico Menor, Pico Médio e Pico Maior de Friburgo. É um importante remanescente do bioma Mata Atlântica, apresentando uma rica biodiversidade, com vegetação composta pela Floresta Ombrófila Densa Submontana, Montana, Alto Montana e Campos de Altitude.



As atividades de uso público do PETP estão compreendidas entre caminhadas com interpretação e educação ambiental, banhos em rios e cachoeiras, visitas contemplativas, escaladas e camping. Dentre os atrativos turísticos, destacam-se o Jequitibá Milenar, as Ruínas do Antigo Leito Ferroviário, a Cachoeira Sete Quedas, a Cachoeira Furna da Onça, o Rio do Vale da Revolta, o Rio do Jacarandá, os mirantes Mulher de Pedra, Torres de Bonsucesso, Dois Bicos, Caixa de Fósforos, Pico da Caledônia e os Três Picos, com suas respectivas trilhas (INEA, 2009). A Sede Administrativa do PETP encontra-se em Cachoeiras de Macacu, junto ao Núcleo Jequitibá. Há ainda o Núcleo Três Picos (Vale dos Deuses) em Nova Friburgo e os Núcleos Jacarandá, Vale da Revolta e o Núcleo de Apoio Paraíso, todos em Teresópolis.



Figura 3 – Os três picos de Salinas (Pico Menor, Médio e Maior), responsáveis pela denominação do Parque Estadual dos Três Picos, são as formações rochosas mais conhecidas da maior Unidade de Conservação do estado do Rio de Janeiro.

### *Trabalhos de Campo*

As atividades de campo no PETP compreenderam quatro visitas realizadas entre os meses de julho de 2021 a julho de 2022, conforme a previsão de cronograma traçado previamente na solicitação de acesso noturno ao parque.

Essas visitas foram realizadas em locais e datas, a saber: (i) *10 e 11 de julho de 2021*: atividade de reconhecimento da região de amortecimento do PETP na localidade de Salinas, Nova Friburgo. Nesta oportunidade, realizamos medidas de poluição luminosa e registros fotográficos noturnos;

(ii) *27 de julho de 2021*: visita técnica à Sede Vale dos Deuses na região de Salinas, Nova Friburgo. Percorremos as trilhas do Mirante da Caixa de Fósforos e da Cabeça do Dragão, realizamos medidas da poluição luminosa para geração dos mapas de poluição luminosa na base de subida para a Cabeça do Dragão e registros fotográficos no mesmo ponto;

(iii) *04 e 05 de setembro de 2021*: visita técnica ao Núcleo Vale da Revolta localizado na cidade de Teresópolis. Percorremos a trilha do Mirante da Pedra do Elefante para medidas e registros fotográficos, avaliamos as instalações, infraestrutura e complementamos a atividade no heliponto do núcleo, efetuando medidas de poluição luminosa e registros fotográficos ao longo da noite;

(iv) *06 e 07 de março de 2022*: visita à Sede Administrativa do parque no Núcleo Jequitibá, em Cachoeiras de Macacu, e ao Pico da Caledônia, um dos locais de maior apelo turístico do parque, localizado nas proximidades da cidade de Nova Friburgo. Os

campos envolveram o reconhecimento *in loco* da trilha de acesso ao pico, medições para geração do mapa da poluição luminosa e registros fotográficos. Durante o período noturno na sede administrativa do PETP em Cachoeiras de Macacu, foram também realizados registros, medições e fotografias adicionais;

(v) 24 de julho de 2022: visita a Salinas, Nova Friburgo, para medidas complementares realizadas nas imediações da Pedra do Toledo.

A Tabela 1 mostra o resumo das localidades escolhidas para o trabalho de campo. Elas foram escolhidas com o intuito de cobrir a abrangência geográfica dentro do parque e por serem destinos turísticos conhecidos no PETP. Constam na tabela as coordenadas geográficas e altitude do local, a numeração referente à indicada no mapa da Figura 1, a data da visita, a temperatura estimada durante a coleta de dados, a fase da Lua e as condições atmosféricas.

Tabela 1 – Localidades selecionadas para o trabalho de campo no Parque Estadual dos Três Picos (RJ).

Local/ altitude	Num. Figura 1	Data	Coords. UTM (latitude, longitude)	Fase da Lua	Temperatura (°C)	Condições atmosféricas gerais
Salinas, Largo das Araucárias, 1585m	1	11/7/2021	-22.33416 -42.71423	0.6%	4	Umidade relativa do ar elevada, sem nuvens, vento fraco
Salinas, núcleo Vale dos Deuses, trilha da Cabeça do Dragão, 1929m	2	27/7/2021	-22.32207, -42.72287	81%	9	Sem nuvens, vento moderado
Subsede Vale da Revolta, Centro de Visitantes, 1040m	3	5/9/2021	-22.44778, -42.94219	4%	17	Sem nuvens, sem vento
Subsede Vale da Revolta, mirante da Pedra do Elefante, 1153m	4	4/9/2021	-22.46558, -42.98220	7%	15	Névoas esparsas, sem vento
Núcleo Jequitibá, Sede Administrativa, 426m	5	6/3/2022	-22.41571, -42.60823	18%	17	Umidade elevada, sem nuvens, sem vento
Pico da Caledônia, 2234m	6	7/3/2022	-22.35361, -42.58651	26%	6	Névoas esparsas, sem nuvens, vento moderado
Salinas, imediações da Pedra do Toledo	7	24/7/2022	-22.32289 -42.70707	17%	15	Sem nuvens, sem vento

## Avaliação da Poluição Luminosa no PETP

A avaliação da qualidade do céu noturno é critério fundamental para medir o potencial de um local para o astroturismo *dark sky*. Em outras palavras, esta avaliação significa indicar os locais em que os níveis de poluição luminosa são adequados para a atividade, possibilitando uma melhor visualização dos astros durante a noite. A despeito da disponibilidade de acesso aos mapas de poluição luminosa produzidos a partir de banco de dados de satélites, optou-se neste trabalho pela quantificação *in situ* da qualidade do céu noturno através de técnica que permite medir a luminância local do céu em noite isenta de nuvens ou da presença da Lua. Esta metodologia permite trabalhar com dados de forma independente e executar a medição da qualidade do céu nos períodos e intervalos de tempo necessários para os objetivos do trabalho. Para este amplo projeto de caracterização do céu noturno dos parques brasileiros, utilizamos como ferramenta de medida o fotômetro Sky Quality Meter (SQM – Figura 4), instrumento especialmente sensível para detecção da radiação, que mede a quantidade de luz (radiação visível) do céu noturno.

O SQM é a ferramenta mais utilizada no mundo e empregado por profissionais e amadores em Astronomia para medições e avaliações dos sítios astronômicos (CINZANO 2005; SANCHÉZ DE MIGUEL *et al.*, 2017). Para o trabalho de campo, utilizamos a versão SQM-L, equipado com uma lente que permite direcionar melhor a área do céu estudada, gerando medidas mais precisas dentro de uma faixa (largura total) de 20°. Este aparelho está calibrado para ser sensível apenas à radiação visível (luz), cobrindo uma faixa de magnitude (brilho) de 16 a 22.0 mag/arcsec<sup>2</sup>. Nesta escala, uma medida com valor igual 16 mag/arcsec<sup>2</sup> indica um céu saturado de poluição luminosa, ao passo que uma medida igual a 22 mag/arcsec<sup>2</sup> indica um céu escuro, sem efeito da iluminação artificial. Conta-se com dois fotômetros SQM-L, devidamente calibrados, para as medições nos locais indicados dentro dos parques e eventualmente em suas áreas de amortecimento. A diferença eventual na tomada de medidas está relacionada apenas às bruscas mudanças das condições atmosféricas do local, sendo bem menores que a incerteza instrumental, estimada em 10%. O SQM-L é um aparelho portátil, medindo 92 X 67 X 28 mm e pode ser visto na Figura 4.



Figura 4 – O Sky Quality Meter (SQM) – versão SQM-L – é fotômetro projetado para realizar a medição do brilho do céu.

Fonte: Daniel Mello e projeto Astroturismo nos Parques Brasileiros.

Para este trabalho, optou-se por medidas em posições diferentes do céu (Esfera Celeste), além das medidas no zênite (ponto mais alto do céu) comumente descritas na literatura. Este procedimento, embora mais laborioso, possibilita a geração de mapas mais precisos da poluição luminosa. Para a geração destes mapas e análises nos parques, o SQM-L é montado em um tripé fixo, mas com liberdade de ser orientado para diferentes pontos do céu. Embora a metodologia empregada seja similar à utilizada por Zamorano *et al.* (2014), em trabalho realizado para medições do brilho do céu em sítios astronômicos na Espanha, coletamos medidas para geração de mapas inovadores e com maior abrangência espacial para cobrir todo o céu.

Ao todo, para cada localidade dos parques escolhidos para medição, registramos 49 medidas com o SQM-L, distribuídas de forma uniforme na semiesfera celeste do local, que nada mais é que a parte do céu acima do horizonte do observador. Cada uma dessas medidas é então utilizada para gerar um mapa de contorno que evidencia como varia o brilho do céu do local. Os mapas de contorno são gráficos bidimensionais (XY) que permitem a visualização de um gráfico tridimensional (XYZ), como em um mapa topográfico, por exemplo. Nos mapas de contorno, o plano XY é o plano local do observador. Esse plano é definido pelo ângulo de azimute (A), ao longo da linha do horizonte. Os valores de Z indicam os valores de brilho do céu (valores SQM-L) e são diferenciados através de uma escala de cores, sempre indicada ao lado direito dos mapas. Esta escala pode ser vista na Figura 5. Há também linhas de contorno (também chamadas de curvas de nível) que indicam o valor exato do brilho do céu naquela linha. Dessa forma, os mapas de poluição luminosa permitem não somente medir o brilho do céu num ponto específico, mas também verificar como este brilho se distribui ao longo do céu do local. Todo o procedimento computacional para a produção desses mapas foi realizado com o software OriginPro<sup>2</sup>.

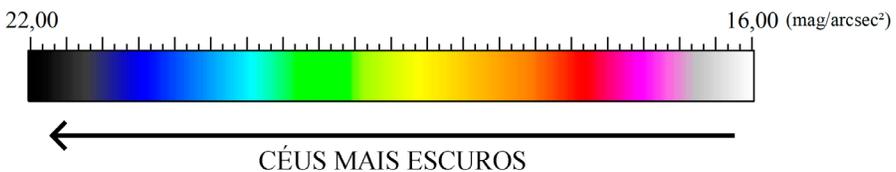


Figura 5 – Escala de cores escolhida para representar os níveis de brilho do céu. Ela começa com o valor de 16 mag/arcsec<sup>2</sup>, representada pela cor branca (céus saturados de poluição luminosa) e gradativamente passa pelas cores cinza claro, magenta, vermelho, amarelo, verde, ciano, azul, cinza escuro e preto. A cor preta representa o nível de brilho do céu de 22 mag/arcsec<sup>2</sup>, correspondendo aos lugares mais escuros do planeta.

Fonte: Igor Borgo e projeto Astroturismo nos Parques Brasileiros.

Além dos mapas, gerados para localidades específicas, foram também registradas as medidas do brilho do céu no zênite para diversos pontos de coleta de dados. Este dado é importante para comparação das medidas obtidas no PETP com determinações

realizadas em outras reservas e parques de céu escuro. Tal dado consta ainda como parâmetro elegível relevante para inclusão dos parques e reservas de céu escuro na lista da IDA (IDA, 2018) e de avaliação habitual para quantificar a qualidade do céu noturno, já que é possível classificar parques e reservas de céu escuro certificados pela instituição em níveis bronze, prata e ouro, com cada nível estipulado por valores mínimos de qualidade do céu (BARENTINE, 2016; HÄNEL *et al.*, 2018). Para nossas avaliações, 20 medidas ao zênite são efetuadas e utilizadas para estimativa do desvio padrão de toda a amostra.

### *Análise das Condições Climáticas*

Além de condições adequadas de baixa ou moderada poluição luminosa, um bom local para observação astronômica deve permitir o melhor aproveitamento possível das noites para a prática dessa atividade. Embora não seja excludente, regiões com alto índice mensal de chuva ou de nebulosidade terão noites restritas ao longo do ano e essa particularidade deve ser qualificada para um melhor planejamento do astroturismo.

No presente trabalho, a influência dos aspectos climáticos na prática do astroturismo foi avaliada com base em dados de nebulosidade, precipitação e temperatura determinados para os municípios que compreendem o PETP. Para tanto, foi utilizada a base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)<sup>3</sup>. Dentre os municípios que se inserem no parque, o INMET disponibiliza dados de normal climatológica somente para Nova Friburgo (normal de 1961-1990), cujos dados foram usados neste trabalho. Optou-se somente pela avaliação das condições de nebulosidade, temperatura e precipitação, pois estes exercem influência não somente sobre a observação direta do céu noturno, mas também sobre o conforto térmico das observações astronômicas.

No caso dos dados de nebulosidade, optou-se por utilizar os dados de nebulosidade média mensal horária. O INMET disponibiliza dados para os horários de 12h, 18h e 0h. Para o presente estudo, foram empregados somente os dados de 18h e 0h, que correspondem ao horário noturno e de interesse deste trabalho. Com dados de temperatura média compensada e precipitação acumulada, foi construído um climograma para Nova Friburgo, que também apoia nossa discussão. Ainda no caso da precipitação, foram utilizados os números de dias consecutivos sem precipitação por mês. Neste caso, foram avaliados os números mensais de episódios de 3, 5 e 10 dias sem precipitação – dado extremamente importante para a observação do céu noturno.

### *Avaliação da Demanda, Equipamentos e Serviços Turísticos*

Os equipamentos e serviços turísticos podem ser compreendidos como as edificações e instalações que oferecem meios de hospedagem e acampamentos turísticos, os serviços de apoio ao hóspede em sua recepção, acomodação, organização e higienização da área. Os equipamentos como os restaurantes, cafeterias e bares oferecem os serviços de alimentação e bebidas (MINISTÉRIO DO TURISMO, 2018). Com o intuito

de identificar a presença dessas facilidades nos municípios onde se encontram os parques, contribuindo, segundo Santiago e Lança (2019), para o conceito de hospitalidade, suporte e a permanência de quem procura os parques em busca de atividades em astroturismo, foi realizada uma pesquisa utilizando como fonte o Cadastur (Cadastro dos Prestadores de Serviços Turísticos do Ministério do Turismo, MTur), que funciona como um banco de dados para tais serviços. De acordo com a Política Nacional do Turismo, Lei nº 11771/08, os prestadores de serviços turísticos como Meios de Hospedagem e Acampamentos Turísticos têm seu cadastro no MTur obrigatório, sendo opcional para restaurantes, cafeterias, bares e similares. Uma boa oferta de serviços e equipamentos turísticos é também uma das exigências da IDA e da FS, quando se referem aos parques de céu escuro, conforme item 3. Além disso, coletamos informações disponíveis na literatura sobre a demanda turística nas cidades do entorno do PETP, a fim de auxiliar na discussão sobre o potencial do astroturismo.

### *Astrofotografia*

Embora a experiência do contato presencial com ambiente natural seja muito mais impactante em uma observação astronômica, os registros astrofotográficos são parte relevante deste trabalho de caracterização do céu noturno dos parques. Conta ainda, como motivação, o fato do projeto estar alinhado com o interesse turístico da atividade, bem como do aspecto visual ser um item estratégico importante para divulgação deste potencial junto aos parques e da promoção dos parques junto aos meios de comunicação e à sociedade.

A fotografia astronômica ou astrofotografia é uma das ferramentas mais importantes na atualidade para divulgação da Astronomia. O auge da fotografia digital possibilitou que este tipo de fotografia passasse a ser feito não apenas por profissionais, mas também por amadores e interessados nas belas imagens do Universo reportadas nos noticiários. Esta vertente da fotografia tem tido sucesso crescente no Brasil nos últimos anos (OLIVEIRA E MENEZES, 2021), tendo o país profissionais de reconhecida expertise e de projeção no cenário internacional. Para este trabalho, atentou-se para o cuidado de registrar o céu estrelado nos pontos do parque por onde passamos, tentando, quando possível, associar aspectos astronômicos com a paisagem terrestre. Adicionalmente, a astrofotografia com câmeras DSLR também tem sido avaliada por alguns autores como ferramenta complementar para avaliação da qualidade do céu noturno (HÄNEL *et al.*, 2018). Dessa forma, além do valor artístico, ela se estabelece também como metodologia qualitativa importante em nossa abordagem. A imagem da Figura 6 mostra um registro astrofotográfico feito a partir de Salinas, Nova Friburgo, em um dos acessos ao núcleo Vale dos Deuses no PETP, durante o primeiro trabalho de campo. A beleza da paisagem com o fundo para os Três Picos se complementa com a monumental visão da Via Láctea e as inúmeras estrelas da noite.



Figura 6 – Uma visão da Via Láctea e do céu escuro do PETP capturada em Salinas, Nova Friburgo-RJ, durante o trabalho de campo. Ao fundo, a Pedra do Capacete (à direita) e os Três Picos de Salinas (centro), símbolo turístico do parque.

Fonte: Igor Borgo e projeto Astroturismo nos Parques Brasileiros.

## Resultados e Discussões

### *Medidas e Mapas de Poluição Luminosa no PETP*

A Tabela 2 apresenta as medidas tomadas com o fotômetro SQM-L em 7 pontos de atividades no PETP ao longo dos trabalhos de campo. A quantificação da poluição luminosa do PETP é uma das atividades inéditas deste trabalho. Ela não é apenas importante dentro da análise do potencial do parque para o astroturismo, mas pode ser tomada como recurso valioso para se estimar também o possível impacto ambiental que as populações de fauna e flora podem estar, eventualmente, sendo submetidas nessas áreas devido à poluição luminosa. Dessa forma, este trabalho também se coloca como futura fonte de informações para pesquisadores da área ambiental, que tenham interesse em estudar estes impactos.

Tabela 2 – Medidas do brilho do céu obtidas no zênite com o uso do fotômetro SQM-L nas localidades visitadas do Parque Estadual dos Três Picos.

Local	Data	Valor máximo (mag/arcsec <sup>2</sup> )	Valor mínimo (mag/arcsec <sup>2</sup> )	Valor médio (mag/arcsec <sup>2</sup> )	Desvio padrão (mag/arcsec <sup>2</sup> )
Salinas, Largo das Araucárias	11/7/2021	21.14	20.93	21.07	0.06
Salinas, núcleo Vale dos Deuses, trilha da Cabeça do Dragão	27/7/2021	21.05	20.90	20.96	0.05
Subsede Vale da Revolta, Centro de Visitantes	5/9/2021	20.59	20.48	20.54	0.05
Subsede Vale da Revolta, mirante da Pedra do Elefante	4/9/2021	20.16	20.08	20.11	0.05
Núcleo Jequitibá, Sede Adm.	7/3/2022	21.14	20.95	21.08	0.06
Pico da Caledônia	7/3/2022	21.11	21.00	21.04	0.03
Salinas, imediações da Pedra do Toledo	24/7/2022	21.30	21.21	21.26	0.03

A Tabela 2 sugere que o brilho do céu no zênite para as localidades de Salinas (Largo das Araucárias, núcleo Vale dos Deuses e Pedra do Toledo), Núcleo Jequitibá e Pico da Caledônia se equivalem, com valores médios semelhantes de brilho do céu, dentro das incertezas. Estes locais também possuem os maiores valores de SQM, o que indica os céus mais escuros em nossa amostra, especialmente o valor máximo de 21.30 mag/arcsec<sup>2</sup>, obtido nas imediações da Pedra do Toledo. Os menores valores, medidos para a Sede do Vale da Revolta e para o Mirante da Pedra do Elefante, indicam céus mais afetados pela poluição luminosa, principalmente pela proximidade desses locais com a cidade de Teresópolis. Todas as medidas apresentadas foram realizadas com boas condições meteorológicas, fases e posições lunares adequadas, embora os locais possuíssem altitudes variadas (oscilando do Pico da Caledônia com 2234m ao Núcleo Jequitibá, em Cachoeiras de Macacu, com 426m). A Via Láctea foi observada a olho nu em todos os locais, importante critério qualitativo preliminar. Embora o cuidado para não incluir medições com a faixa galáctica cruzando o zênite tenha ocorrido, medições realizadas durante o inverno podem estar ligeiramente subestimadas. Todavia, acreditamos que as pequenas diferenças estejam abarcadas pela soma das incertezas intrínsecas do instrumento e daquelas advindas do processo de medição (desvio padrão). Este valor, em nossa análise, é tomado como 0.2 mag/arcsec<sup>2</sup>.

Embora as medidas do SQM no zênite (Tabela 2) sejam importantes como parâmetro geral, elas não indicam com precisão como as fontes de poluição luminosa impactam todo o domo celeste e como os sítios ou locais de observação podem estar sendo afeta-

dos ao longo do horizonte. Os mapas de poluição luminosa, gerados a partir da metodologia deste trabalho, indicam estes detalhes. Neste sentido, a Figura 7 apresenta o mapa gerado a partir das medidas feitas no Vale dos Deuses, na trilha de acesso para a Cabeça do Dragão. À direita do mapa, está indicada a escala de cores para as curvas de nível construídas a partir das medidas com o SQM-L. O mapa indica a predominância de níveis reduzidos de poluição luminosa principalmente na direção norte, o que é constatada pela predominância da cor azul na escala utilizada (Figura 5). Entretanto, mesmo distante de zonas urbanas e a despeito da escassez de fontes de iluminação artificial no ponto de medição, a poluição luminosa está presente no interior do PETP, já que o mapa não é completamente escuro (para as quais se esperaria valores próximos de 22 mag/arcsec<sup>2</sup>). Para o local, por outro lado, as medidas indicaram valores entre 20.09 e 21.07 mag/arcsec<sup>2</sup> (zênite). Como esperado, as regiões mais claras (cor ciano em nossa escala) se distribuem ao longo do horizonte, enquanto as mais escuras correspondem às regiões mais elevadas do céu. As principais fontes de poluição luminosa foram constatadas nas direções oeste e sul e estão relacionadas à iluminação artificial das cidades de Petrópolis, Teresópolis e da região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro. A capital do estado, mesmo estando a cerca de 80 quilômetros do ponto de medição, deixa impressa, no horizonte à sua volta, o brilho excessivo da iluminação artificial.

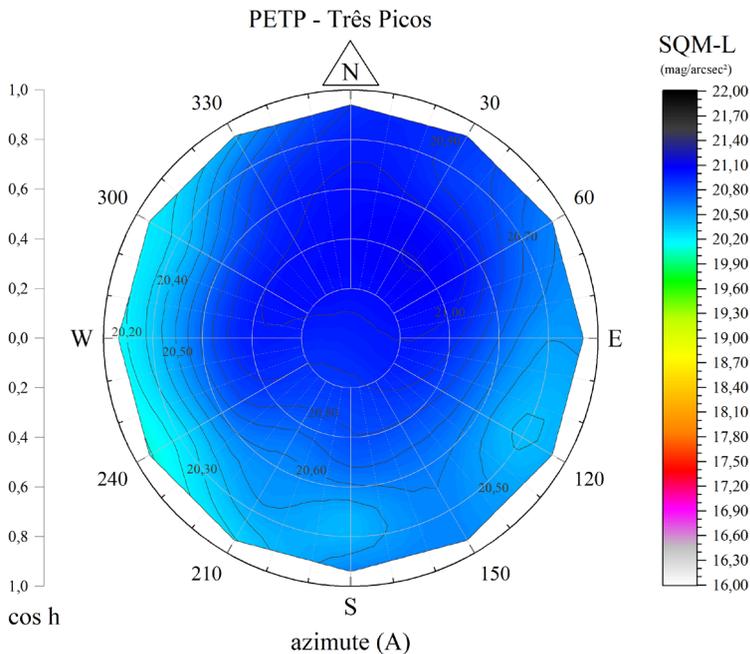


Figura 7 – Mapa do brilho do céu obtido no Núcleo Vale dos Deuses no acesso ao cume da trilha da Cabeça do Dragão. Os valores de azimute (A) variam de 0 a 360° e o ângulo de altura (h) de 20 a 90°. A predominância da cor azul indica um céu de excelente qualidade para as atividades astronômicas, com poluição luminosa reduzida.

De ponto de vista mais pragmático, a Figura 7 mostra excelentes condições de céu noturno e indica a região norte como a direção mais escura e, portanto, mais propícia para observação astronômica no Vale dos Deuses, consequência natural da ausência de importantes centros urbanos ao norte do parque. O mapa sugere também que os ecossistemas serranos do estado podem ser afetados pela poluição luminosa das cidades no seu entorno, principalmente as matas de baixada ao sul do PETP. Neste sentido, os efeitos da poluição luminosa sobre a biota são amplamente reportados pela literatura (LONGCORE e RICH 2004; FREITAS *et al.*, 2017), muito embora estudos deste tipo ainda sejam escassos no Brasil e especialmente no bioma Mata Atlântica (um *hot-spot* de biodiversidade).

A Figura 8 apresenta o registro astrofotográfico do Vale dos Deuses no acesso ao cume da trilha da Cabeça do Dragão, no mesmo local da tomada de dados com o SQM-L, e exemplifica também o uso da astrofotografia como método de análise qualitativa do brilho do céu noturno. Uma comparação entre esta imagem e o mapa de poluição luminosa da Figura 7 possibilita a constatação de uma região mais brilhante do céu, na direção do azimute 240°, que corresponde exatamente ao “clarão” visto na porção inferior direita da imagem da Figura 8, próximo ao horizonte da cadeia de montanhas, cujos valores de SQM foram menores que 20.2 mag/arcsec<sup>2</sup>. No extremo esquerdo da imagem, também no horizonte, o brilho é menor, evidenciado pelos valores de SQM entre 20.2 e 20.5 mag/arcsec<sup>2</sup>. Para a região superior da imagem, cuja presença da faixa da Via Láctea se torna mais evidente (faixa mais clara na vertical central da imagem), as medidas do SQM estão na faixa de 21 mag/arcsec<sup>2</sup>, o que reflete diretamente no mapa da Figura 7, região central do círculo e as medidas zenitais da Tabela 2. Do ponto de vista ideal, esperar-se-ia que a diluição da faixa da Via Láctea ao longo do horizonte seria bem menos evidente em um céu com poluição luminosa quase nula. Embora nossos olhos possam detectar essa variação de brilho em regiões diferentes do céu, as câmeras fotográficas e o fotômetro SQM são bem mais sensíveis para este registro. Este fato mostra também o uso da astrofotografia como ferramenta complementar de análise da qualidade do céu noturno.

Para a visita no Núcleo Vale da Revolta (localizado na cidade de Teresópolis), o ponto de observação e tomada de medidas foi o heliponto da sede. Isto nos permitiu medidas com elevação apenas a partir de 40°, devido à obstrução parcial pela vegetação e ao conjunto de montanhas nos arredores do local. A Figura 9 mostra o mapa de poluição luminosa do Vale da Revolta.

Embora ainda propício para a observação astronômica, o Vale da Revolta já apresenta poluição luminosa moderada, especialmente na direção noroeste (com ângulo de azimute em torno de 300°). Apenas a quatro quilômetros e meio do centro da cidade de Teresópolis, o céu noturno da Sede do Vale da Revolta é classificado como um céu suburbano na escala de Bortle (BORTLE, 2001), com perda de qualidade notável na linha do horizonte entre norte e oeste, evidenciado pela cor verde no mapa da Figura 9. Todavia, a qualidade do céu no zênite é bastante aceitável, com valor médio de 20.54 mag/arcsec<sup>2</sup> (Tabela 2). De acordo com o IDA, este valor se enquadra, por exemplo, em algumas classes de reservas e comunidades de céu escuro certificadas (BARENTINE, 2016). A Via Láctea é bem visível a olho nu nos meses de outono e inverno, principalmente no

lado leste/sudeste (cor azul), cujos valores de SQM variam entre 20.57 e 20.73 mag/arcsec<sup>2</sup>. Esta direção é voltada para o interior do PETP entre os municípios de Guapimirim e Cachoeiras de Macacu e é bastante escura, com poucas fontes de iluminação artificial. Embora a qualidade do céu noturno seja inferior ao do Vale dos Deuses, o centro de visitantes do Vale da Revolta oferece estrutura excelente para uma atividade de astroturismo, por ter acesso rápido pela rodovia BR 116 e facilidades para o usuário em suas instalações. A visibilidade a olho nu da Via Láctea e de outros astros tais como as Nuvens de Magalhães e de tênues conjuntos estelares insere, também, o Vale da Revolta como local promissor. Ele se enquadra também como local potencial para atividades de astrofotografia e Astronomia Amadora.



Figura 8 – Registro astrofotográfico do céu do PETP (Vale dos Deuses) no acesso ao cume da trilha da Cabeça do Dragão. Embora o céu seja escuro, indicado pelas medidas de SQM e pela visibilidade da Via Láctea (faixa mais clara na vertical central da imagem), o horizonte apresenta sinais evidentes de poluição luminosa. O ponto mais alto entre as montanhas é o Pico Maior de Friburgo.

Fonte: Daniel Mello e projeto Astroturismo nos Parques Brasileiros.

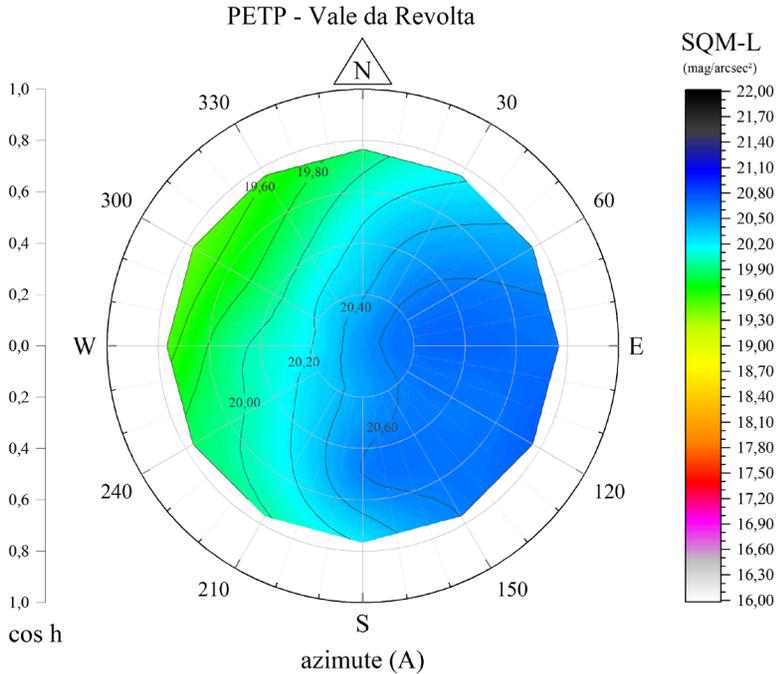


Figura 9 – Mapa do brilho do céu obtido no Núcleo Vale da Revolta. Os valores de Azimute (A) apresentam variação de 0 a 360° e o ângulo de altura (h) de 40 a 90°. A predominância da coloração azul para a maior parte da extensão do mapa indica boas condições de observação astronômica.

No tocante ao Pico da Caledônia (Figura 10), diferenças notáveis podem ser verificadas quando se analisa os valores de SQM mais próximos ao horizonte. Embora os valores de SQM no zênite sejam similares aos apresentados no mapa da Figura 8 (verificados também na Tabela 2), o padrão de brilho do céu é estratificado, indicando importantes fontes de luz artificial ao horizonte. Especialmente nas direções nordeste e sudoeste, a poluição luminosa é evidente (cores ciano e verde). Estas duas fontes são identificadas como a região metropolitana do Rio de Janeiro (sudoeste) e a cidade de Nova Friburgo, cujo centro urbano dista aproximadamente nove quilômetros do nosso ponto de medição. Embora possuam valores de brilho do céu no zênite semelhantes, dentro das incertezas adotadas, o brilho do horizonte a partir do Pico da Caledônia é mais impactado pela presença da cidade de Nova Friburgo. Isto é devido à altura elevada do pico impossibilitar a diluição da influência urbana pela presença de vegetação ou do conjunto de serras, que atuam como uma barreira à grande intensidade luminosa. Os maiores valores obtidos com o SQM ocorreram no zênite e nas direções leste e norte, com pouca influência de iluminação artificial. Durante a visita, a Via Láctea ao longo das constelações de Gêmeos e Centauro foi vista a olho nu, bem como a Grande Nuvem

de Magalhães. Embora a grande altitude possa favorecer a presença eventual de névoa e a incidência de vento persistente ou rajadas de vento, a qualidade do céu é excelente. Conta como desafio para a exploração para o astroturismo o acesso ao Pico, que é feita em longa estrada de pedra, com declives acentuados em seu trecho final. A escadaria de acesso final ao cume é também um desafio extra para se chegar às antenas de transmissão instaladas ao longo do Caledônia. Todavia, a visão experimentada do alto do cume compensa o esforço, não sendo por acaso que o Pico da Caledônia é um dos atrativos mais visitados do PETP. Durante o dia, a visão do mar, do conjunto de serras que cortam o estado e durante a noite, Lua, planetas e o caminho da Via Láctea.

A Figura 10 exibe o mapa de poluição luminosa gerado com as medidas obtidas no Pico da Caledônia, segundo ponto mais alto do PETP, vigésimo cume mais alto do Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A exemplo do mapa obtido para o Vale dos Deuses, as cores de tonalidade azul indicam ótimas condições de céu noturno para o Pico da Caledônia, especialmente próximo ao zênite.

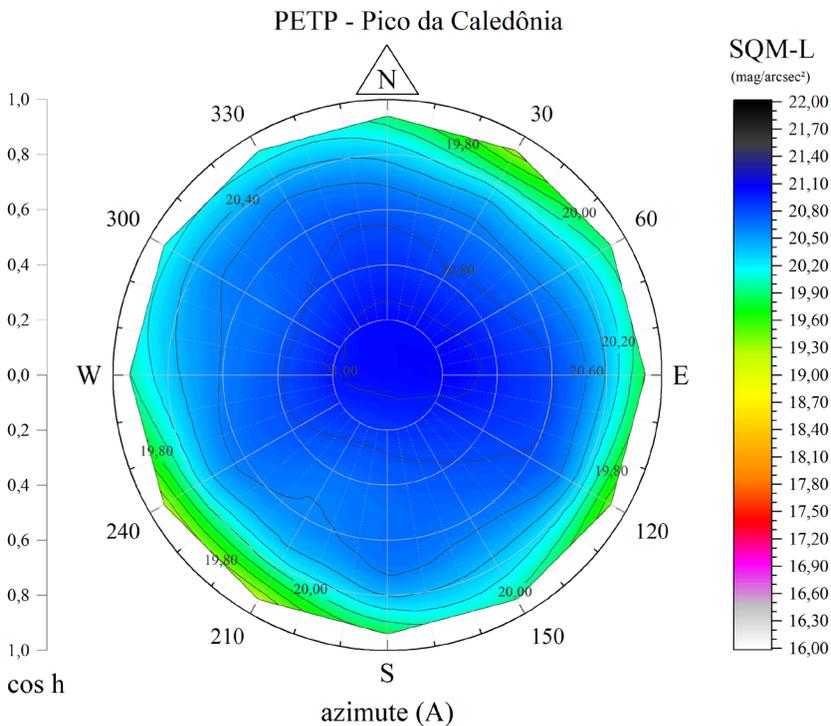


Figura 10 – Mapa do brilho do céu obtido no Pico da Caledônia, segundo ponto mais alto do PETP. Os valores de Azimute (A) variam de 0 a 360° e o ângulo de altura (h) de 20 a 90°. A predominância das cores de tonalidade azul no mapa indicam ótimas condições de observação astronômica, principalmente ao redor do zênite.

Embora não tenhamos gerado mapas de poluição luminosa durante a visita realizada na sede administrativa do PETP em Cachoeiras de Macacu, Núcleo Jequitibá, obtemos excelentes medidas de SQM feitas no zênite, como podem ser consultadas na Tabela 2, indicado céu noturno de ótima qualidade. As condições estruturais da sede, a facilidade de acesso e a possibilidade de agregar o astroturismo com outros atrativos do parque no entorno, coloca o Núcleo Jequitibá como um dos mais promissores. É importante mencionar que durante o trabalho de campo neste núcleo, realizamos a primeira sessão pública de observação astronômica junto ao projeto *Astroturismo nos Parques Brasileiros* (MELLO *et al.*, 2022a). Esta sessão foi oferecida aos guardas parques da sede e aos moradores locais. Na mesma atividade, diversas astrofotografias de longa exposição foram obtidas com o intuito de caracterizar a qualidade do céu. A imagem da Figura 11 apresenta o famoso trio de estrelas Três Marias, localizadas na constelação de Órion. Além delas, coloridas nebulosas captam a atenção dos olhares ostentando a magnífica noite estrelada e evidenciando o papel da astrofotografia na metodologia deste trabalho.



Figura 11 – O famoso trio de estrelas Três Marias, localizadas na constelação de Órion, aparece no centro desta astrofotografia de longa exposição (60 minutos) capturada durante o trabalho de campo na Sede Administrativa do PETP, núcleo Jequitibá, Cachoeiras de Macacu-RJ. Além das estrelas, coloridas nebulosas captam a atenção dos olhares ostentando a magnífica noite estrelada do local.

Fonte: Igor Borgo e projeto Astroturismo nos Parques Brasileiros.

A partir deste trabalho, a qualidade do céu em alguns locais visitados no PETP permite situá-lo no mesmo nível de alguns dos parques e reservas de céu escuro certifi-

cados internacionalmente. Segundo o ranking proposto pelo programa *Dark Sky Places* da IDA e descrito por Barentine (2016), é possível classificar parques e reservas de céu escuro certificados pela instituição em níveis bronze, prata e ouro, com cada nível estipulado por valores mínimos de qualidade do céu (medidas ao zênite). As medidas obtidas no presente trabalho permitem situar o PETP na classificação prata, com valor mínimo de qualidade do céu estabelecido em  $21.0 \text{ mag/arcsec}^2$ . Este resultado pode ser tomado se utilizarmos os valores de SQM máximos indicados na Tabela 2, obtidos para o Pico da Caledônia, região de Salinas e Jequitibá. Embora esteja sob o viés dos locais escolhidos para as medições, a média do valor zenital do SQM obtida para todos os dados recolhidos no PETP (Tabela 2) é de  $20.87 \text{ mag/arcsec}^2$  (com desvio padrão de 0.4), produzindo um valor aproximado na Escala Bortle de 4.5 e NELM (*Naked Eye Limit Magnitude* – magnitude limite a olho nu) igual a 6.0. De acordo com Kyba et al. (2023) este valor é 1.2 magnitude acima da média global de NELM reportada em análise recente a partir da base de dados *Globe at Night*, que agrega um amplo conjunto de avaliações do brilho do céu noturno feitas por profissionais e amadores (*Citizen Science*) em todo o mundo. Em outras palavras, este valor de NELM igual a 6.0, agregado aos maiores valores de SQM obtidos, indicam um céu noturno adequado para observação de fenômenos astronômicos mais impactantes tais como chuvas de meteoros, a faixa da Via Láctea e as inúmeras constelações que podem ser vistas e admiradas tanto na abordagem mitológica quanto astronômica. Se tomarmos o valor máximo do brilho do céu de  $21.26 \text{ mag/arcsec}^2$  (média obtida em Salinas, imediações da Pedra do Toledo), e dentro do desvio padrão da nossa amostra, o PETP poderia ser enquadrado no ranking proposto pela IDA (BARENTINE, 2016) e em suas categorias (IDA 2018), na classe *Dark Sky Reserve* ou mesmo *Dark Sky Park*. Dessa forma, com base em nossos resultados e discussões, o PETP pode ser colocado como uma UC de céu noturno de grande qualidade para atividades astronômicas e de inequívoco potencial para o astroturismo. Este resultado é profundamente notável, abrindo o caminho para que o parque possa pleitear, no futuro, a mesma condição já alcançada pelo Parque Estadual do Desengano e muitos outros de prestígio internacional. Além disso, os resultados apoiam o estabelecimento da região serrana do estado do Rio de Janeiro, especialmente o nordeste da encosta da Serra do Mar, como uma região distinta para o astroturismo, situando os municípios como locais potenciais para esta oferta, permitindo o surgimento de uma economia sustentável baseada nestas atividades. Os resultados sustentam também a necessidade de medidas adequadas para manutenção das condições de céu escuro a partir de políticas de uso consciente da iluminação artificial nas cidades do entorno do parque.

### *Análise das Condições Climáticas*

A Figura 12 exibe o climograma obtido para a cidade de Nova Friburgo, à qual se integra o PETP. Como esperado, verifica-se a ocorrência de um clima tropical de altitude, com temperaturas médias máximas abaixo de  $25^\circ\text{C}$  mesmo no verão, mínimas médias entre  $0$  e  $5^\circ\text{C}$  no inverno e uma sazonalidade bem marcada da precipitação: invernos mais secos e verões mais chuvosos.

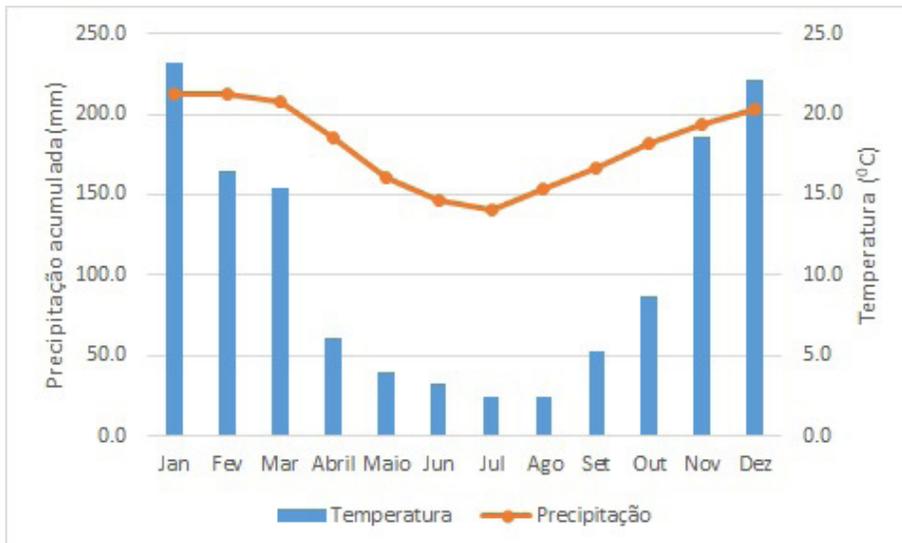


Figura 12 – Climograma para a cidade Nova Friburgo (RJ).

Fonte: Dados do INMET (normal de 1961-1990 – <https://portal.inmet.gov.br/normais>).

A Figura 13 apresenta os números de episódios consecutivos sem precipitação durante 3, 5 e 10 dias. Os dados indicam que episódios de 10 dias consecutivos sem chuva são, como esperado, mais comuns no inverno. Os meses de julho, agosto e setembro são de fato os que apresentam o maior número de episódios de dias consecutivos sem chuva – e, neste sentido, talvez estes sejam os meses mais promissores à observação do céu noturno no PETP. Vale ressaltar que, em anos de El Niño, eventos mais severos de seca tendem a acometer a área do parque, reduzindo a precipitação no verão e, conseqüentemente, favorecendo a prática do astroturismo. Eventos de La Niña, por outro lado, podem incrementar os níveis de precipitação e de nebulosidade, comprometendo a observação astronômica. Outro aspecto importante a ser ressaltado são as chuvas/nuvens orográficas que acometem o parque, haja vista sua topografia acidentada. Essas nuvens, mesmo que eventualmente não gerem precipitação, podem inviabilizar a observação do céu noturno nas áreas mais elevadas do parque. Eventos de nevoeiros e de névoas úmidas, típicos de noites inverniais de céu aberto, podem também comprometer a observação do céu durante a madrugada.

Os dados de nebulosidade média mensal (expressos em percentual decimal da esfera celeste coberta por nuvens) às 18h mostram valores de 0.6 para todos meses do ano, com exceção dos meses de agosto e setembro (com valores de 0.5), e de outubro, a dezembro (com valores de 0.7). Para o horário de 0h, foram encontrados valores de 0.7 para os meses de outubro a janeiro; valores de 0.6 de fevereiro a junho e em setembro; e valores de 0.5 para julho e agosto. Via de regra, a nebulosidade pode ser considerada alta (média anual = 0.6), principalmente de outubro a janeiro, quando 70% do céu permanece, em média, ocupado por nuvens. Do ponto de vista da nebulosidade, os meses

de julho e agosto parecem ser os mais promissores para a prática do astroturismo, com cerca de 50%, em dia, do céu tomado por nuvens. Aparentemente, os dados apontam que o período compreendido entre meados e final do inverno é o mais apropriado para a realização do astroturismo. Por fim, dentro dos meses inverniais e em termos de precipitação e nebulosidade, o mês de agosto parece ser o mais adequado à prática do astroturismo. Um dado interessante desta análise é que a observação da Via Láctea, por exemplo, pode ser um atrativo a mais no PETP, já que a mesma tem melhor visibilidade justamente nos meses de inverno no hemisfério sul e esta seria, portanto, facilitada pelas melhores condições meteorológicas.

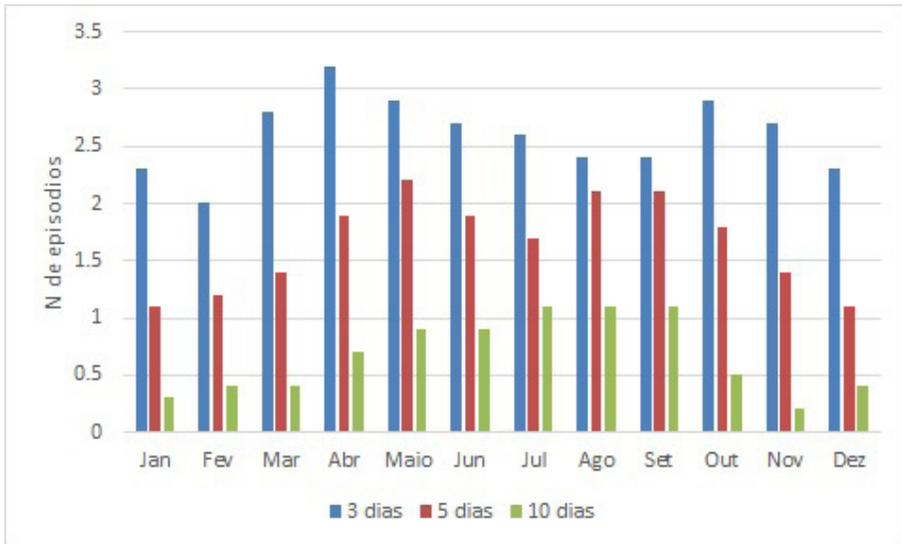


Figura 13 – Número de eventos (N) eventos consecutivos sem chuva durante 3, 5 e 10 dias no município de Nova Friburgo (RJ).

Fonte: Dados do INMET (normal de 1961-1990 – <https://portal.inmet.gov.br/normais>).

### *Análise da Demanda, Equipamentos e Serviços Turísticos*

A Tabela 3 detalha o levantamento na base de dados do Cadastur, visando a avaliação da infraestrutura de equipamentos e serviços turísticos para os municípios no entorno do PETP.

Tabela 3 – Equipamentos e serviços turísticos para os municípios do entorno do PETP segundo dados do Ministério do Turismo em agosto de 2021. Estão elencados o número total de Acampamentos Turísticos, Meios de Hospedagem e restaurantes, cafeteria, bares e similares.

<b>Município</b>	<b>Acampamentos Turísticos</b>	<b>Meios de Hospedagem<sup>4</sup></b>	<b>Restaurante, Cafeteria, Bar e Similares</b>
Cachoeiras de Macacu	-	6	4
Guapimirim	-	6	10
Teresópolis	-	29	33
Silva Jardim	2	2	1
Nova Friburgo	1	44	39

A partir dos dados da Tabela 3, é possível notar que o número de três acampamentos turísticos com Cadastur para os cinco municípios é pequeno. Entretanto, o PETP apresenta duas áreas de camping: a do Vale dos Deuses, que foi recentemente reformada e encontra-se em ótimas condições para os visitantes, contando com instalações sanitárias, mesas, bancos e água potável encanada; e a do Vale da Revolta, com área de recreação possuindo instalações sanitárias, duas churrasqueiras e acessibilidade para pessoas com deficiência ou baixa mobilidade. Porém, as facilidades não estavam disponíveis ao público na data da nossa visita.

Para os meios de hospedagem, os municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim e Silva Jardim com seis, seis e dois respectivamente, contrastam com Teresópolis e Nova Friburgo, que possuem 29 e 44, respectivamente. Estas duas últimas cidades também respondem pelo maior número de restaurantes, cafeterias, bares e similares. A maior disponibilidade de equipamentos e serviços turísticos de Nova Friburgo e Teresópolis está diretamente relacionada ao fato das mesmas apresentarem o turismo consolidado. Os municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Nova Friburgo e Teresópolis fazem parte da Região Turística da Serra Verde Imperial, tendo como alguns dos seus principais segmentos turísticos o ecoturismo, o turismo de aventura e o turismo rural (GILIO TO, 2006). Nova Friburgo se destaca como a primeira entre as cidades da Serra Verde Imperial para turistas que buscam por descanso e lazer (GILIO TO, 2006) e Teresópolis, eleita a Capital Nacional do Montanhismo (BRASIL, 2021), é um dos locais mais procurados por moradores da região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro que têm interesse em atividades de lazer e turismo em contato com áreas naturais e rurais próximas (FORTUNATO, LEMOS E CAMPOS, 2020). De acordo com o Boletim do Turismo Doméstico Brasileiro em 2021 (MINISTÉRIO DO TURISMO, 2022), o ecoturismo e o turismo de aventura motivaram 25,6% das viagens a lazer. Além disso, segundo pesquisa do Ministério do Turismo (2020), para demanda turística internacional em 2019, a motivação natureza, o ecoturismo e o turismo de aventura alcançaram 18,6% das viagens a lazer. O astroturismo na sua vertente direcionada ao contato com a natureza em atividades de trilhas com interpretação dos astros, torna-

-se uma nova opção de experiência em ambiente natural ou uma forma de enriquecer ainda mais essa atividade. Portanto, o ecoturismo e o astroturismo são segmentos que poderiam ser trabalhados em conjunto.

O trabalho realizado por Pelacani *et al.* (2013) no PETP mostra um aumento considerável da visitação ao longo dos anos de 2003 a 2012, bem como a influência da sazonalidade, para cada região do parque. Foi constatada maior visitação no período da primavera-verão para o núcleo Vale da Revolta (Teresópolis), por exemplo, e maior visitação no período de outono-inverno no Vale dos Deuses (Nova Friburgo), áreas que apresentam atrativos para banhos e atividade de montanhismo, respectivamente. Dessa forma, é possível trabalhar o astroturismo também como novo nicho a ser explorado em momentos de baixa demanda. No Vale da Revolta, o período invernal poderia ser aproveitado com atividades de astroturismo, já que é um período com menor pluviosidade, favorecendo a atividade de observação dos astros. Portanto, estar-se-ia trabalhando para atrair uma demanda atual com um produto novo e uma demanda em potencial, no qual a motivação ainda não era trabalhada.

Na cidade de Cachoeiras de Macacu encontra-se a Sede Administrativa do PETP com infraestrutura composta por recepção, escritório, alojamentos para os guardas-parques e pesquisadores, instalações sanitárias e centro de visitantes com uma sala voltada para atividades de percepção ambiental (INEA, 2009). Como já mencionado, a ótima qualidade do céu noturno no Núcleo Jequitibá e a facilidade de acesso confere a Cachoeiras de Macacu a possibilidade de explorar o astroturismo como novo segmento turístico. A Figura 14, obtida na Sede do PETP durante a sessão de astrofotografia, mostra a entrada do centro de visitantes no período noturno sob o manto celeste da Via Láctea e da constelação do Escorpião.

Além dos equipamentos turísticos diretos já citados, existem outras formas de movimentar economicamente a cidade através de prestadoras de serviços turísticos. Um exemplo disso são os guias de turismo para quem quer explorar o parque com segurança e conhecimento. A qualificação profissional de guias de turismo e condutores do PETP por meio de uma capacitação em astroturismo, contribuiria para a oferta de um serviço diferenciado, agregando valor às atividades desses atores. Outro nicho que não costuma ser lembrado, mas que promove a movimentação econômica da região, é o artesanato. Conforme os visitantes encerram suas viagens, gostam de levar algo que sirva de lembrança daquele lugar, e um objeto que antes não possuía finalidade turística, torna-se parte da experiência turística de alguém. Artesãos poderiam se inspirar nos fenômenos celestes relacionados com a sua história e cultura e reproduzir através da arte. Todos estes exemplos podem ser aplicados em todos os municípios que abrigam o PETP, desde que haja o incentivo a esses empreendedores locais e condições gerais de se estabelecerem para o fomento do turismo na região. Com a expansão da infraestrutura local, consequentemente haverá crescimento na demanda turística, possibilitando o desenvolvimento do astroturismo.

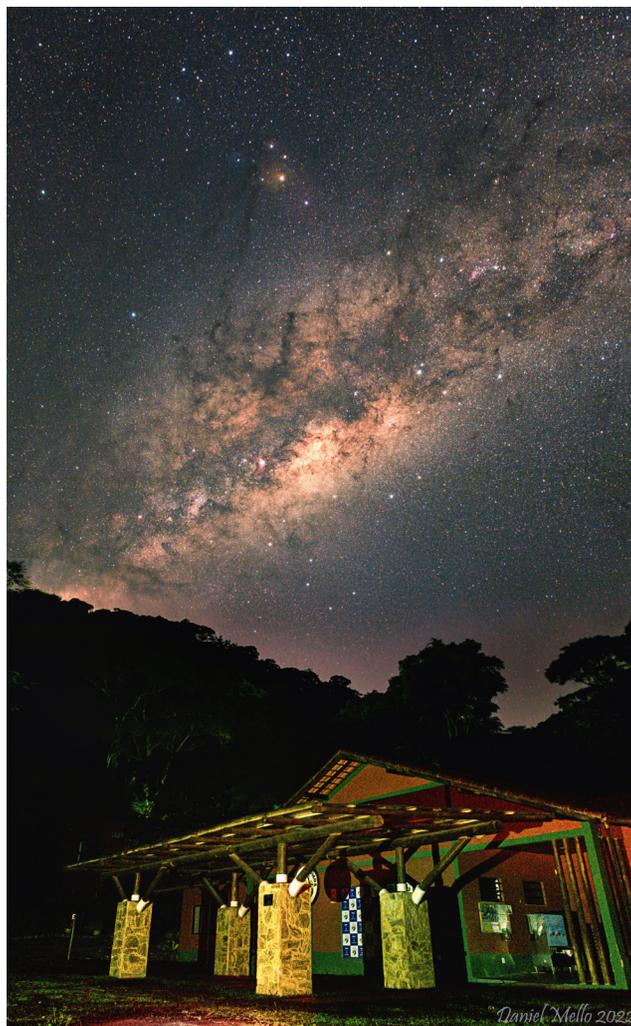


Figura 14 – Sob o manto celeste da Via Láctea e da constelação do Escorpião, o céu estrelado do centro de visitantes da Sede Administrativa do PETP é revelado durante uma sessão de astrofotografia.

Fonte: Daniel Mello e projeto Astroturismo nos Parques Brasileiros.

Embora a infraestrutura turística demande aprimoramentos, um paralelo interessante entre os resultados para o potencial do astroturismo apresentados aqui e o levantamento de uso público no PETP realizado por Rosa (2017) no final da última década, revela que o astroturismo pode ser um atrativo de excelente impacto e incentivo para incrementar o ecoturismo nas regiões do entorno do parque. Em sua análise para verificar o perfil do público que visita o PETP, dentre outras particularidades, Rosa (2017) indica que 83%

dos turistas que visitam o parque permanecem no local por apenas um dia, ao passo que 17% dos entrevistados na análise indicam que permanecem no PETP por um período de 2 a 4 dias. Esta alta taxa de permanência de apenas 1 dia pode ser interpretada de diversas formas tais como a dificuldade do uso de serviços de hospedagem, transporte e acesso que viabilizem visitas mais longas, perfil socioeconômico de turistas mais imediatistas ou também a falta de atrativos diferenciados no parque e em suas cidades, que atuem como estímulos para taxa de permanência maior. O estudo de Rosa (2017) mostrou também que o percentual de utilização das hospedagens é baixo (14%), o que é uma consequência natural da baixa taxa de permanência de 2 a 4 dias, sugerindo que os visitantes do PETP chegam e retornam para suas residências no mesmo dia.

O perfil do turista que procura o PETP pode sofrer mudanças consideráveis quando pensamos que o astroturismo pressupõe atividades noturnas. Em certos casos, um aficionado da Astronomia e Astrofotografia pode se estabelecer por 2 ou 3 noites em um local para observar uma chuva de meteoros, um cometa ou aguardar o melhor momento para fotografar uma galáxia, por exemplo. Este fato já indica, por si só, a possibilidade de aumento na taxa de permanência de 2 a 4 dias. Além disso, segundo Fayos-Solá, Marín e Jafari (2014) e Slatter (2020), o perfil dos turistas que buscam esta atividade é diferenciado, fazendo com que o astroturista, além de procurar por um céu noturno de qualidade, busque por atividades diurnas que agreguem trocas culturais, conhecimento, artes e atividades de contato com a natureza. Dessa forma, investir em infraestrutura, capacitação de recursos humanos e promoção do astroturismo para atrair este nicho é uma opção válida para aumentar o período de quem visita o PETP, especialmente no entorno dos locais indicados neste trabalho, que apresentam excelentes condições de céu noturno.

Segundo análise feita por Mitchel e Galloway (2019), a partir de 27 parques nacionais do EUA situados no Platô do Colorado (muitos dos quais estabelecidos como parques ou reservas de céu escuro certificados pela IDA), a receita destas UCs tiveram ampliação importante e o perfil do visitante noturno indica que muitos deles retornaram (ou retornarão) por diversas ocasiões devido aos atrativos criados pela preservação do céu estrelado e pela adequação do mercado do turismo local às suas demandas.

## **Conclusões e Considerações Finais**

A análise do astroturismo realizada neste trabalho, a partir de um estudo de caso no Parque Estadual dos Três Picos (PETP), é pioneira em diversos aspectos. Ela é a primeira a realizar, em nível nacional, uma inédita quantificação da poluição luminosa para caracterização da qualidade do céu noturno e relacionar as variáveis climáticas e de estrutura turística ao potencial do astroturismo. Os resultados apresentados e discutidos apontam o PETP como local promissor para o astroturismo em todos os quesitos e em todas as localidades visitadas durante o trabalho de campo, especialmente para atividades realizadas nos meses de inverno e nos núcleos Vale dos Deuses e Jequitibá. Entretanto, ainda existem demandas ligadas à necessidade de melhoria da oferta dos equipamentos turísticos nas cidades no entorno do parque, bem como à urgência de medidas para monitorar e principalmente evitar o aumento da poluição luminosa nos três municípios visitados,

principalmente Teresópolis, que tem impacto mais direto na qualidade do céu verificada na subsede do Vale da Revolta.

As medidas da qualidade do céu nas localidades visitadas e os mapas de poluição luminosa gerados neste trabalho colocam o PETP como uma UC de excelente qualidade para o astroturismo, no mesmo nível de alguns dos parques e reservas de céu escuro internacionalmente reconhecidos e certificados pela IDA. Este resultado é profundamente marcante, abrindo um caminho para que o parque possa, no futuro, pleitear o mesmo título já conquistado pelo Parque Estadual do Desengano e de tantos outros de renome internacional. Além disso, este fato reforça a possibilidade de se estabelecer a região serrana do estado do Rio de Janeiro, especialmente a vertente mais a nordeste da Serra do Mar, como um local de vocação para este tipo de turismo, colocando seus municípios como potenciais para oferecer o astroturismo como atividade econômica sustentável. Dessa forma, o PETP pode se estabelecer, a médio e longo prazo, como um dos destaques deste novo segmento turístico no país.

No tocante às condições climáticas, as baixas temperaturas inverniais (sobretudo no horário noturno) podem desfavorecer o conforto térmico das observações, as quais podem ser, por outro lado, compensadas com outras atividades recreativas associadas à observação do céu (bebidas quentes, dentre outros). Os mais baixos níveis de precipitação do inverno de fato favorecem a prática do astroturismo, e principalmente a observação de fenômenos astronômicos de maior impacto, tais como eclipses, chuvas de meteoros, constelações, conjunções planetárias e a Via Láctea, algumas delas propiciadas apenas pelas ótimas condições de céu noturno do PETP.

A despeito dos desafios, vale destacar a indubitável ocorrência de localidades no entorno do PETP com potencial efetivo para as atividades de astroturismo. Tais localidades contam com condições de boa visibilidade para contemplação e interpretação dos astros como atrativo natural local. Além das medidas que atestam a qualidade do céu para a Astronomia, utilizamos a astrofotografia como ferramenta importante para caracterizar a beleza das imagens noturnas. Neste quesito, destacamos também a ocorrência de um nicho turístico importante a ser buscado pelo adepto da astrofotografia e as paisagens do parque podem oferecer excelentes destinos.

Outros produtos turísticos diferenciados – como a construção de observatórios e/ou planetários, gastronomia temática e artesanato voltados para Astronomia – podem alavancar ainda mais o futuro turismo astronômico e promover a diversificação e desenvolvimento da economia local, como pontuado na análise turística. A diversificação de atrativos pode permitir o desenvolvimento de roteiros específicos, visando superar as expectativas do turista. Complementar a isso, é possível a criação de um calendário de eventos abordando fenômenos astronômicos em festivais, caminhadas estelares ou da Lua cheia e a data de proteção ao céu estrelado. A fim de enriquecer a experiência do viajante, é possível também agregar valores à atividade do astroturismo, levando o turista para além do Universo, unindo trilhas interpretativas voltadas para educação ambiental, experimentação da gastronomia local e imersão na vivência e cultura de comunidades locais. Essa forma de turismo integrado tem no PETP um local de iminente florescimento. A oferta de um produto turístico engloba os atrativos, os equipamentos e os serviços turísticos, e deve ser trabalhada visando a atender as expectativas e anseios do turista, promovendo experiências únicas.

Por fim, a conexão multidisciplinar proporcionada pelo astroturismo favorece a conscientização da importância do Meio Ambiente para o bem-estar coletivo, incentivando mudanças de hábitos que contribuam com a preservação ambiental. A conscientização de comunidades locais no entorno do PETP em relação à poluição luminosa e seus prejuízos à contemplação do céu estrelado vai, todavia, além do comprometimento do turismo astronômico. Este tipo de prática abre portas para atividades e demandas que estimulem uma perspectiva mais abrangente e holística da experiência turística, envolvendo atividades integradas de ecoturismo, geoturismo e astroturismo, bem como a conscientização dos impactos da poluição luminosa sobre os ecossistemas e a saúde humana.

## Referências Bibliográficas

AZMAN, M.; DALIMIN, M.; MOHAMED, M.; ABU BAKER, M. A brief overview on light pollution. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, n. 269, 012014, 7p., 2019.

BARENTINE, J. Going for the gold: quantifying and ranking visual night sky quality in international dark sky places. *International Journal of Sustainable Lighting*. n. 35, p. 9-15, 2016.

BRASIL, Senado Federal. *Senado concede a Teresopolis título de capital nacional do montanhismo*. 2023. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2021/11/10/senado-concede-a-teresopolis-titulo-de-capital-nacional-do-montanhismo>. Acesso em: 04 mar. 2023.

BORTLE, J. Introducing the Bortle Dark-Sky Scale. *Sky & Telescope*, p. 126-129, 2001. Disponível em: <https://www.darksky.gr/wp-content/uploads/2014/07/BortleDarkSkyScale.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2023.

CINZANO, P. Night sky photometry with sky quality meter. *ISTIL Int. Rep*, v. 1.4, n. 9, p. 1-14, 2005.

COLLISON, F.; POE, K. "Astronomical tourism": the astronomy and dark sky program at Bryce Canyon National Park. *Tourism Management Perspectives*, n. 7, p. 1-15, 2013.

CONCEIÇÃO, R. D.; PESSOA, F. A.; PORRETTI, M. F. Turismo astronômico como alternativa ao turismo em áreas protegidas: o desenvolvimento de uma proposta de roteiro de observação astronômica para os Castelos do Açú, em Petrópolis, Rio de Janeiro – Brasil. 11º Fórum Internacional de Turismo de Iguassu, Foz do Iguazú, Brasil, 2017.

DOMINICI, T.; MARQUES, J. N.; BONSAVER, R.; MELLO, D. R. C.; DINIZ, I. N. Luz em excesso já causa danos. *Scientific American Brasil*, ano 20, n. 224, 7p., 2021.

FALCHI, F., CINZANO, P., DURISCOE, D., KYBA, C., ELVIDGE, C., BAUGH, K., PORTNOV, A., RYBNIKOVA, N., FURGONI, R. The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advanced*, n. 2, e1600377, 2016.

Daniel Rodrigues Costa Mello, Ricardo Gonçalves Cesar, Fabíola Anne Balbino Gomes, Igor Borgo Duarte Santos e Ester de Pontes Silva

FAYOS-SOLÁ, E., MARÍN, C., JAFARI, J. Astrotourism: no requiem for meaningful travel. *Pasos, revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, v. 12, n. 4, p. 663-671, 2014.

FORBES, *Is astrotourism the next big thing? Incredible nighttime outdoor adventures for stargazers*. 2019. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/wendyaltschuler/2019/08/31/is-astrotourism-the-next-big-thing-incredible-nighttime-outdoor-adventures-for-stargazers/>. Acesso em: 28 fev.2023.

FORTUNATO, R. A.; LEMOS, C. C.; CAMPOS, C. V. Ruralidades e turismo: uma análise exploratória da oferta turística em Teresópolis-RJ. *Geotema*, v. 63, p. 101-112, 2020.

FRANCO, A. C.; FRANCO, L. S.; MAGANHOTTO, R. F. Trends in the development of ecotourism: an analysis of the literature at a global level. *Brazilian Journal of Management and Innovation – Revista Brasileira de Gestão e Inovação*, v. 9, n. 3, p. 77-100, 2022.

FREITAS, J.; BENNIE, J.; MANTOVANI, W.; GASTON, K. Exposure of tropical ecosystems to artificial light at night: Brazil as a case study. *PLoS ONE*, v. 12, n. 2, 2017.

GIOLITO, O. J. R. *Uma cidade em busca de turistas: limites e possibilidades do turismo em Nova Friburgo*. 2006. 157f. Dissertação (Mestrado em História Política e Bens Culturais) – Fundação Getúlio Vargas, CPDOC, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2129/CPDOC2006OswaldoRamalhoGiolito.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2023.

HÄNEL A.; POSCH, T.; RIBAS, S. J.; AUBÉ, M.; DURISCOE D.; JECHOW, A.; KOLLATH, Z.; LOLKEMA, D. E.; MOORE, C.; SCHMIDT, N.; SPOELSTRA, H.; WUCHTERL, G.; KYBA, C. M. Measuring night sky brightness: methods and challenges. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, n. 205, p. 278-290, 2018.

HONORATO, V. B.; VIOLIN, F. L. Astroturismo: uma análise no Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, São Paulo. *Turismo e Sociedade*, v. 12, n. 3, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/turismo/article/view/69785>. Acesso em: 28 fev. 2023.

HOSKIN, M. (ed.), *The Cambridge Concise History of Astronomy*. Londres: Cambridge University Press, 1999.

ICMBio, *Unidades de conservação federais atingem novo recorde de visitação em 2021*. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/viagens-e-turismo/2022/04/unidades-de-conservacao-federais-atingem-novo-recorde-de-visitacao-em-2021>. Acesso em: 01 mar. 2023.

IDA, *International Dark Sky Park Program Guidelines*. Tucson, Arizona, USA: International Dark-Sky Association, 2018.

ILHA, A. *Visitação é essencial nos parques estaduais do Rio de Janeiro*. Instituto socioambiental. 2014. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/noticias/visitacao-e-essencial-nos-parques-estaduais-do-rio-de-janeiro>. Acesso em: 28 fev. 2023.

INEA, *Plano de Manejo – Parque Estadual dos Três Picos*. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente e Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2009.

INEA. Resolução INEA Nº 257 de 23 de junho de 2022 – PROGRAMA ESTADUAL DE OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2022/06/RESOLU%C3%87%C3%83O-INEA-N%C2%BA-257.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2022.

IUCN. *World List of Dark Sky Places*. 2023 International Union for Conservation of Nature, Dark Skies Advisory Group (DSAG). Disponível em: [http://darkskyparks.org/dsag/2021-02-28\\_DSAG\\_word\\_list.htm](http://darkskyparks.org/dsag/2021-02-28_DSAG_word_list.htm). Acesso em: 28 jun. 2023.

KYBA, C.; ALTINTAS, Y.; WALKER, C.; NEWHOUSE, M. Citizen scientists report global rapid reductions in the visibility of stars from 2011 to 2022. *Science*, v. 379, 6629, p. 265-268, 2023

KUNJAYA, C.; SUKMARAGA, A.; ARSONO, T. Possibility of astronomical phenomena to be used to support tourism industry. *Journal Physics Conference Series*, n. 1231, 012025, 2019.

LONGCORE, T.; RICH, C. Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 2, n. 4, p. 191-198, 2004.

MARINS, J. R.; MANSUR, S.; MOREIRA, C. D.; RISKI, L.; SOUZA, M. Latin America gets first official Dark Sky Park. *Sky's Up – Global Astronomy Magazine*, v. 5, 2022.

MELLO, D. R. C.; GOMES, F. A. B.; BORGIO, I.; CESAR, R. G. Astroturismo, uma viagem pela noite estrelada. *Ciência Hoje*, n. 390, 2022. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/astroturismo-uma-viagem-pela-noite-estrelada/>, 2022.

MELLO, D. R. C.; GOMES, F. A. B.; BORGIO, I.; CESAR, R. G.; SILVA, E. S. Astroturismo, uma viagem pela noite estrelada. *Ciência Hoje*, n. 390, 2022. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/astroturismo-uma-viagem-pela-noite-estrelada>

MINISTÉRIO DO TURISMO, Brasil. *Glossário do turismo – compilação de termos publicados do Ministério do Turismo e Embratur nos últimos 15 anos*. Brasília: Ministério do Turismo, 2018.

MINISTÉRIO DO TURISMO, Brasil. *Estudo da Demanda Turística Internacional Brasil – 2019*. Brasília: Ministério do Turismo, 2020.

MINISTÉRIO DO TURISMO, Brasil. *Boletim do Turismo Doméstico Brasileiro em 2021*. Brasília: Ministério do Turismo, 2022

Daniel Rodrigues Costa Mello, Ricardo Gonçalves Cesar, Fabíola Anne Balbino Gomes, Igor Borgo Duarte Santos e Ester de Pontes Silva

MOURÃO, R. R. F. *O livro de ouro do universo – mistérios da astronomia e da ciência*, 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Harper-Collins Brasil, 2019.

OLIVEIRA, E.; MENEZES, F. (orgs.). *Astrofotografia amadora no Brasil*. Joinville: Editora Clube de Autores, 2021.

PELACANI, B.; SILVA, E.; HORTA, T.; MATOS, T. Caracterização da visitação no Parque Estadual dos Três Picos, RJ. *Revista Eletr nica, Uso Público em Unidades de Conserva o*, v. 1, n. 2, p.42-52, 2013. Disponível em: [https://periodicos.uff.br/uso\\_publico/article/view/28699](https://periodicos.uff.br/uso_publico/article/view/28699). Acesso em: 28 fev. 2023.

ROSA, C. R. *Uso público em Parques Estaduais do Rio de Janeiro: perspectivas e desafios para a presta o de serviços de apoio   visita o*. 187f. Disserta o (Mestrado Profissional em Práticas em Desenvolvimento Sustentável) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.

SÁNCHEZ DE MIGUEL, A.; AUB , M.; ZAMORANO, J.; KOCIFAJ, M.; ROBY, J.; TAPIA, C. Sky Quality Meter measurements in a colour-changing world. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 467, Issue 3, 2966, 2017.

SANTIAGO, E. E. S.; LANÇA, V. S. A importância do bem receber no espaço público: estudo de caso da empresa RIOTUR e seu serviço de informa o es turísticas. *Caderno Virtual do Turismo*, v. 19, n. 1, 2019. 13p.

SILVA, E. P. *Potencialidades do astroturismo terrestre em Parques Estaduais do Rio de Janeiro*. Trabalho de conclusão para obten o de título de bacharel em Turismo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Administra o e Turismo, Nova Iguaçu-RJ, 2022.

SLATER, D. A. *Towards an understanding of the Astro Tourist: a conceptual and empirical study*. 2020. 350f. Tese (Doctor of Philosophy) – University of Central Lancashire (UCLAN), Preston, United Kingdom, UK, 2020. Disponível em: <http://clock.uclan.ac.uk/34463/2/34463%20Slater,%20Deborah,%20PhD%20Thesis.pdf>, 2020.

SOLEIMANI, S.; BRUWER, J.; GROSS, M.; LEE, R. Astro-tourism conceptualisation as a special-interest tourism (SIT) field: a phenomenological approach. *Current Issues in Tourism*, v. 22, issue 18, 2019.

SOUZA, T. V. S. B.; THAPA, B.; VIVEIROS DE CASTRO, E.  ndice de atratividade Turística das Unidades de Conserva o Brasileiras. PAPP, Brasília: PAPP, 2017.

SOUZA, T. V. S. B.; SIMÕES, H. B., *Contribui o es do turismo em unidades de conserva o para a economia brasileira – efeitos dos gastos dos visitantes em 2018*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conserva o da Biodiversidade, ICMBio, 2019.

STIMAC, V. *Dark Skies – a practical guide to astroturism*. Singapura: Lonely Planet Global Limited, 2019.

ZAMORANO, J.; SÁNCHEZ DE MIGUEL, A. S.; NIEVAS, M.; TAPIA, C. NixNox procedure to build Nighty Sky Brightness maps from SQM photometers observations. *LICA report*, version 1.1, 2014.

Recebido em: 16/03/2023. Aceito em: 20/07/2023.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e à Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS-RJ) do estado do Rio de Janeiro pela autorização de acesso noturno às UCs. Os autores agradecem também às gerências dos núcleos do PETP contempladas nas visitas e ao apoio prestado pelos guardas-parques durante todo o trabalho de campo, em especial ao guarda-parque Bruno Braga, do Núcleo Jequitibá, em Cachoeiras de Macacu.

## Notas

<sup>1</sup> <http://www.unihedron.com/index.php>

<sup>2</sup> OriginPro, Version 2021. OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA

<sup>3</sup> <https://portal.inmet.gov.br/normais>

<sup>4</sup> Meios de Hospedagem segundo o MTur: Hotel, Resort, Hotel Fazenda, Cama & Café, Hotel histórico, Pousada e Flat/Apart-Hotel.