

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

APLICAÇÃO DA ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA DE CAPACIDADE DE SUPORTE
DE CIFUENTES EM COMPARAÇÃO COM A METODOLOGIA NBV: PARQUE
ESTADUAL DO IBITIPOCA, MINAS GERAIS, BRASIL.

WESLEY BADO DO VALE

JUIZ DE FORA

2022

APLICAÇÃO DA ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA DE CAPACIDADE DE SUPORTE
DE CIFUENTES EM COMPARAÇÃO COM A METODOLOGIA NBV: PARQUE
ESTADUAL DO IBITIPOCA, MINAS GERAIS, BRASIL.

WESLEY BADO DO VALE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Juiz de Fora, como
requisito parcial à obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Transportes e Geotecnia

Orientador: César Henrique Barra Rocha

Coorientador(a): Leandro Martins Fontoura

Juiz de Fora

Faculdade de Engenharia da UFJF

2022

APLICAÇÃO DA ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA DE CAPACIDADE DE SUPORTE
DE CIFUENTES EM COMPARAÇÃO COM A METODOLOGIA NBV: PARQUE
ESTADUAL DO IBITIPOCA, MINAS GERAIS, BRASIL.

WESLEY BADOÇO DO VALE

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora constituída de acordo com a Resolução Nº 01/2018 do Colegiado do Curso de Engenharia Civil, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em:

Por:

Prof. César Henrique Barra Rocha, D.Sc (Orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) / Departamento de Transportes e Geotecnia

Prof.(a) Leandro Martins Fontoura, D.Sc (Coorientador)

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

Prof.(a) Ana Luiza Fortes da Silva, M.Sc (Examinadora 01)

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba

Prof.(a) Alessandro Sales Carvalho, D.Sc (Examinador 02)

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) / Departamento de Transportes e Geotecnia

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por ter me guiado e me dado a sustentação necessária para conquista desse objetivo de vida.

Aos meus pais Claudinei e Fátima, pelo apoio incondicional em todos os momentos, pela educação e investimento depositados a mim, por nunca terem medido esforços e terem sempre acreditado no meu desenvolvimento e nessa conquista, graças a eles eu pude chegar até aqui.

À minha namorada Gabriela, que tem sua parcela de contribuição nessa jornada e na realização desse trabalho, fornecendo apoio, incentivo, e principalmente me ajudando a manter o foco nos momentos de dificuldades.

Aos amigos do 202, pela amizade e parceria desde o ensino médio, por muitas vezes serem um pedacinho de São João Nepomuceno em Juiz de Fora.

Ao amigo e professor César, por todo ensinamento e experiência transmitida, por todas as conversas sempre muito construtivas, pelo acolhimento em 2018 e por todo apoio, por ter aberto as portas da Pesquisa, da Iniciação Científica e da Extensão, pela inclusão à equipe do NAGEA, por tornar possível a realização de um estágio e por ter aceito o convite de orientação nesse processo. Sem dúvidas um grande divisor de águas na minha formação!

Aos amigos que fiz na Faculdade e no NAGEA, em especial a Luiz Fernando, por estar presente em grande parte dessa jornada, pela participação nas pesquisas e publicações, pelos conhecimentos adquiridos juntos e pela realização de projetos pessoais.

Aos demais familiares, que de alguma forma contribuíram positivamente nessa jornada.

Aos amigos da vida, por se fazerem presente por meio de incentivos, compartilhando os momentos mais difíceis e também os mais felizes.

A todos os demais professores e supervisores de estágio, por terem me acompanhado nessa jornada, por todo auxílio e inspiração passados, e por terem contribuído para minha formação.

A todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão desse trabalho, em especial aos examinadores da banca.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, por ter sido minha segunda casa durante toda essa jornada, prezando sempre pelo ensino público, gratuito e de qualidade.

“O passado serve para evidenciar as nossas falhas e dar-nos indicações para o progresso do futuro” – Henry Ford

RESUMO

Na medida que a busca por áreas naturais se torna crescente, a pressão sobre áreas naturais também cresce, pois, a falta de planejamento e controle sobre o número de pessoas que as frequentam, assim como a falta de orientação ao público visitante pode causar degradações ao meio ambiente. Os sistemas de Áreas Naturais Protegidas (ANP) têm na categoria “Parques” a mais ilustrativa e reconhecida ANP, devido à possibilidade de uso público e circulação em trilhas. Assim sendo, os Parques brasileiros vivem o dilema da proteção ambiental *versus* visitação, que está assegurada pela legislação que lhes dá origem. O Parque Estadual do Ibitipoca (PEIb) é o mais visitado de Minas Gerais, local ímpar e frágil por suas formações em quartzo, evidenciando ainda mais a necessidade de monitoramento. Dessa forma, pesquisas que contemplem o planejamento e manejo das atividades turísticas se tornam de suma importância, sendo assim, diversas metodologias são criadas e adaptadas, para este fim. Cerca de 65% dos estudos de capacidade de carga aplicaram a metodologia de Cifuentes (1992), enquanto que a metodologia do NBV proposto pelo ICMBio foi utilizado pelo Instituto Estadual de Florestas em “Adendo ao Plano de Manejo do Parque Estadual do Ibitipoca”. Posto isso, este trabalho propõe a aplicação da adaptação da metodologia de Cifuentes proposta por Rocha (2021) no Circuito das Águas do PEIb, em comparação com a aplicação da metodologia do NBV proposta pelo ICMBio e também aplicada por Silva (2020). Para tanto, foram percorridas as trilhas deste circuito em novembro de 2022, na qual foi feita a coleta de dados com receptores GNSS de Navegação. Nas trilhas, foram mapeadas as ocorrências envolvendo alagamentos, erosão, raízes expostas e trechos com cobertura vegetal. A aplicação da metodologia de Rocha (2021) apontou um total de 87 visitantes para o Circuito das Águas. Por outro lado, a aplicação do NBV em Silva (2020) resultou 852 visitantes para o mesmo circuito. Os números mostram que a metodologia de Cifuentes, que dá origem a adaptação proposta por Rocha et. al., 2021, se mostra adequada em parques de pequeno porte, como o PEIb. Já o NBV mostra-se não ser adequado para a aplicação em ANP’s que possuam mais de uma atração ao longo de uma mesma trilha, sendo indicada para locais abertos de grandes dimensões, subscrevendo a conclusão de Silva (2020). Os resultados para a adaptação de Rocha et. al. (2021) demonstram ainda que: alagamentos, erosão, raízes expostas e vegetação; são cruciais para a capacidade de carga de visitantes, uma vez que a simulação feita considerando o Circuito sem as referidas ocorrências resultou num total de 146 visitantes.

Palavras-chave: Monitoramento Ambiental. Metodologia de Cifuentes. NBV.

ABSTRACT

As the search for natural areas grows, the pressure on natural areas also grows, because the lack of planning and control over the number of people who frequent them, as well as the lack of guidance to the visiting public can cause degradations to the environment. The systems of Protected Natural Areas (PNA) have in the category "Parks" the most illustrative and recognized PNA, due to the possibility of public use and circulation on trails. Therefore, the Brazilian parks live the dilemma of environmental protection versus visitation, which is assured by the legislation that originated them. The "Parque Estadual do Ibitipoca (PEIb)" is the most visited park in Minas Gerais, a unique and fragile place because of its quartzite formations, further evidencing the need for monitoring. Thus, research that contemplates the planning and management of tourism activities becomes of utmost importance, and several methodologies have been created and adapted for this purpose. About 65% of the load capacity studies applied Cifuentes' (1992) methodology, while the NBV methodology proposed by ICMBio was used by the State Forest Institute in the "Addendum to the Management Plan of the Parque Estadual do Ibitipoca ". With that said, this work proposes the application of the adaptation of the Cifuentes methodology proposed by Rocha (2021) in the PEIb's "Circuito das Águas" in comparison with the application of the NBV methodology proposed by ICMBio and also applied by Silva (2020). To this end, researchers walked the trails of this circuit in November 2022, in which data were collected with GNSS Navigation receivers. On the trails, occurrences involving flooding, erosion, exposed roots and stretches with vegetation cover were mapped. The application of the adaptation proposed by Rocha (2021) indicated a total of 87 visitors for the "Circuito das Águas". On the other hand, the application of the NBV in Silva (2020) resulted in 852 visitors for the same circuit. The numbers show that the Cifuentes methodology, which originates the adaptation proposed by Rocha et. at., 2021, is adequate in small size parks, such as PEIb. On the other hand, the NBV is not suitable for application in PNAs that have more than one attraction along the same trail, being indicated for large open spaces, underscoring the conclusion of Silva (2020). The results for the adaptation of Rocha et. al. (2021) also demonstrates that: flooding, erosion, exposed roots and vegetation are crucial for the visitors' carrying capacity, since the simulation made considering the "Circuit" without the referred occurrences resulted in a total of 146 visitors.

Keywords: Environmental Monitoring. Cifuentes Methodology. NBV.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de Localização do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais.	19
Figura 2 – Mapa Hipsométrico do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais.	20
Figura 3 – Trilhas e atrativos do Parque Estadual do Ibitipoca.	21
Figura 4 – Ciclo de Manejo dos Impactos da Visitação.	27
Figura 5 – Etapas da metodologia NBV.	27
Figura 6 – Sistema Adaptativo de Manejo proposto em conjunto com o NBV.	31
Figura 7 – Aparelho GPS de Navegação usado no trabalho de campo.	35
Figura 8 – Circuito das Águas - PEIb.	36
Figura 9 – Perfil Longitudinal das Trilhas Cachoeira dos Macacos Ida e Volta.	38
Figura 10 - Perfil Longitudinal das Trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro.	39
Figura 11 – Espaço disponível no Lago dos Espelhos no período chuvoso.	48
Figura 12 – Mapa de Ocorrências do Circuito das Águas, PEIb, Minas Gerais.	49
Figura 13 – Acomodação de visitantes na Cachoeira dos Macacos.	54
Figura 14 – Ponto Alagamento em Trilha do Circuito das Águas.	55
Figura 15 – Ponto de Raiz Exposta no Parque Estadual do Ibitipoca.	55
Figura 16 – Intervenção de Drenagem no Parque Estadual do Ibitipoca.	56
Figura 17 – Intervenção de Acessibilidade no Circuito das Águas.	57
Figura 18 – O Paredão de Santo Antônio.	62
Figura 19 – Os riscos do Paredão de Santo Antônio.	63
Figura 20 – Guarda-corpo e os riscos do Paredão de Santo Antônio.	63

Figura 21 – Placa sinalizadora no Paredão de Santo Antônio.....	64
Figura 22 – Descontinuidade do guarda-corpo no Paredão de Santo Antônio.....	64
Figura 23 – Descontinuação do guarda-corpo no Paredão de Santo Antônio.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Referências para a priorização por critérios: Demanda Visitantes.....	28
Quadro 2 – Referências para a priorização por critérios: Impactos Evidentes.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cálculo do NBV para Cachoeira dos Macacos - IDA	46
Tabela 2 – Cálculo do NBV para Cachoeira dos Macacos - VOLTA.....	47
Tabela 3 – Cálculo do NBV para Lago dos Espelhos	47
Tabela 4 – Cálculo do NBV para Prainha das Elfas.....	48
Tabela 5 – Ocorrências encontradas na Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida.	50
Tabela 6 – Fatores de Correção para a Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida.....	50
Tabela 7 – A metodologia de Rocha et al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos - Ida.	50
Tabela 8 – Ocorrências encontradas na Trilha Cachoeira dos Macacos - Volta.	51
Tabela 9 – Fatores de Correção para a Trilha Cachoeira dos Macacos - Volta.	51
Tabela 10 – A metodologia de Rocha et al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos - Volta.	51
Tabela 11 – Ocorrências encontradas nas Trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro.	52
Tabela 12 – Fatores de Correção para as Trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro.	52
Tabela 13 – A metodologia de Rocha et al. (2021) nas Trilhas Lago dos Espelhos.	52
Tabela 14 – A adaptação de Rocha et al. (2021) para o Circuito das Águas.	53
Tabela 15 – Simulação de Rocha et. al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida: Ocorrências.....	58
Tabela 16 – Simulação de Rocha et. al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida: Ocorrências: Fatores de Correção.....	58
Tabela 17 – Simulação de Rocha et al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida: Resultados.....	58

Tabela 18 – Simulação de Rocha et. al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Volta: Ocorrências.....	59
Tabela 19 – Simulação de Rocha et. al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Volta: Ocorrências: Fatores de Correção.....	59
Tabela 20 – Simulação de Rocha et al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Volta: Resultados.....	59
Tabela 21 – Simulação de Rocha et. al. (2021) nas trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro: Ocorrências.....	60
Tabela 22 – Simulação de Rocha et. al. (2021) nas trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro: Fatores de Correção.....	60
Tabela 23 – Simulação de Rocha et. al. (2021) nas trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro: Resultados.....	60
Tabela 24 – Simulação de Rocha et al. (2021) para o Circuito das Águas sem ocorrências....	61

LISTA DE SIGLAS

ANP	Área Natural Protegida
CETEC	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
ICMBio	Instituto Chico Mendes
IEF	Instituto Estadual de Florestas
LAC	Limite Aceitável de Câmbio
MG	Minas Gerais
NAGEA	Núcleo de Análise Geo-Ambiental
NBV	Número Balizador da Visitação
PEIb	Parque Estadual do Ibitipoca
ROVAP	Rango de Oportunidades para Visitantes em Áreas Protegidas
SC	Santa Catarina
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul
UC	Unidade de Conservação
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
VIM	Visitor Impact Management

LISTA DE SÍMBOLOS

CCE	Capacidade de Carga Específica
CCF	Capacidade de Carga Física
CCR	Capacidade de Carga Real
D	Disponibilidade do local
FC	Fator de Correção
FCac	Fator de Correção Acessibilidade
FCalag	Fator de Correção Alagamento
FCero	Fator de Correção Erosão
FCeven	Fator de Correção Fechamento Eventual
FCpre	Fator de Correção Precipitação
FCraiz	Fator de Correção Raízes Expostas
FCsoc	Fator de Correção Social
FCsol	Fator de Correção Brilho Solar
H _L	Horas limitantes de chuva por ano
H _{SL}	Horas limitantes de sol por ano
H _T	Horas totais em que o parque está aberto por ano
H _T	Horas totais de um ano
H _V	Horário de Visitação do local
M _A	Metragem de trilha com problemas de alagamento
M _{AM}	Metragem de trilha com acessibilidade média
M _{AR}	Metragem de trilha com acessibilidade ruim
M _L	Magnitude Limitante
M _{PE}	Metragem de trilha com problemas de erosão
M _R	Metragem de trilha com raízes expostas

M _S	Metragem de trilha sem cobertura vegetal
M _T	Magnitude Total
N	Espaço necessário por pessoa ou grupo
NV	Número de Vezes que uma pessoa ou grupo consegue visitar o lugar no dia
N _v	Número de Vezes que uma pessoa ou grupo consegue visitar o lugar no dia
S	Superfície disponível na trilha
SP	Superfície utilizada por cada pessoa
TD	Tempo Disponível
TN	Tempo Necessário
TO	Tempo Oferecido
TP	Tempo de Permanência
T _v	Tempo Necessário para cada Visita

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	19
1.2	JUSTIFICATIVA	22
1.3	OBJETIVO	24
1.4	MÉTODOS DE PESQUISA	24
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	24
2	REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1	O NÚMERO BALIZADOR DA VISITAÇÃO (NBV)	26
2.2	CIFUENTES E OS FATORES LIMITANTES	31
2.3	A METODOLOGIA ADAPTADA POR ROCHA ET AL. (2021) E ROCHA ET AL. (2020A)	33
3	METODOLOGIA	35
3.1	TRABALHO DE CAMPO E PROCESSAMENTO DE DADOS	35
3.2	FATORES DE CORREÇÃO, ROCHA ET. AL. (2021).....	40
3.2.1	FATOR DE CORREÇÃO SOCIAL – FC _{SOC} , ROCHA ET. AL. (2021).....	40
3.2.2	FATOR DE CORREÇÃO ACESSIBILIDADE – FC _{AC} , ROCHA ET. AL. (2021) 41	
3.2.3	FATOR DE CORREÇÃO EROÇÃO – FC _{ERO} , ROCHA ET. AL. (2021).....	41
3.2.4	FATOR DE CORREÇÃO PRECIPITAÇÃO – FC _{PRE} , ROCHA ET. AL. (2021) 42	
3.2.5	FATOR DE CORREÇÃO BRILHO SOLAR – FC _{SOL} , ROCHA ET. AL. (2021) 42	
3.2.6	FATOR DE CORREÇÃO ALAGAMENTO – FC _{ALAG} , ROCHA ET. AL. (2021) 43	
3.2.7	FATOR DE CORREÇÃO FECHAMENTO EVENTUAL – FC _{EVEN} , ROCHA ET. AL. (2021).....	43
3.2.8	FATOR DE CORREÇÃO RAÍZES EXPOSTAS (FCRAIZ).....	43
3.3	CAPACIDADES DE CARGA	44
3.3.1	CÁLCULO DA CAPACIDADE DE CARGA FÍSICA – CCF, ROCHA ET. AL. (2021).....	44

3.3.2	CÁLCULO DA CAPACIDADE DE CARGA REAL – CCR , ROCHA ET. AL. (2021).....	44
3.3.3	CAPACIDADE DE MANEJO – CM, CIFUENTES (1992)	44
3.3.4	CÁLCULOS DA CAPACIDADE DE CARGA EFETIVA – CCE, CIFUENTES (1992)	45
3.3.5	VISITANTES DIÁRIOS (VD) E ANUAIS (VA), CIFUENTES (1992)	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	RESULTADOS DO NBV ENCONTRADOS POR SILVA (2020)	46
4.1.1	CACHOEIRA DOS MACACOS - IDA.....	46
4.1.2	CACHOEIRA DOS MACACOS - VOLTA	47
4.1.3	LAGO DOS ESPELHOS	47
4.1.4	PRAINHA DAS ELFAS	48
4.2	RESULTADOS DA ADAPTAÇÃO DE ROCHA ET. AL. (2021).....	49
4.2.1	CACHOEIRA DOS MACACOS – IDA.....	50
4.2.2	CACHOEIRA DOS MACACOS – VOLTA	51
4.2.3	LAGO DOS ESPELHOS E LAGO NEGRO	52
4.2.4	CIRCUITO DAS ÁGUAS: RESULTADOS FINAIS	53
4.3	SIMULAÇÕES E COMPARAÇÃO GERAL	53
4.3.1	CACHOEIRA DOS MACACOS – IDA.....	58
4.3.2	CACHOEIRA DOS MACACOS – VOLTA	59
4.3.3	LAGO DOS ESPELHOS E LAGO NEGRO	60
4.3.4	SIMULAÇÃO: RESULTADOS FINAIS	61
4.4	SEGURANÇA DO TURISTA E RISCO GEOLÓGICO.....	61
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	66
	REFERÊNCIAS	68
	ANEXO A – MAPAS DE ÁREAS DISPONÍVEIS POR ATRATIVOS DO CIRCUITO DAS ÁGUAS, SILVA (2020)	71

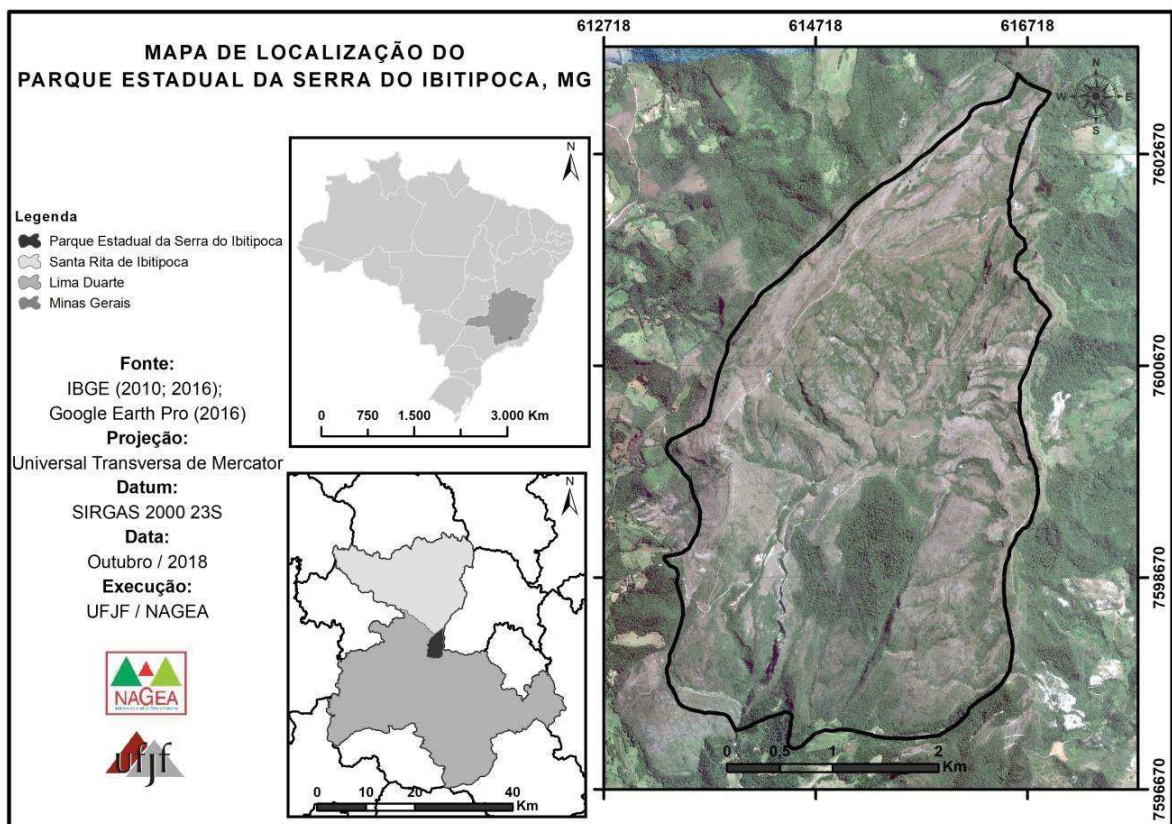
1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Abrangendo uma área de 1.488 hectares ou 14,8 quilômetros quadrados, o Parque Estadual do Ibitipoca (PEIb), pertence aos municípios de Lima Duarte-MG e Santa Rita do Ibitipoca-MG e possui localização geográfica entre 21°40' e 21°44'S e entre 43° 52' e 43°55'W, com altitude variando de 1.050 a 1.784 metros acima do nível do mar (DIAS et. al., 2002).

O PEIb é o parque mais visitado do estado de Minas Gerais. (SANCHES-PIVOTO, 2020). No período de 2011 a 2018, o referido parque recebeu um total de 619.792 visitantes, o que significa uma média de 77 mil visitantes anualmente ou 212 visitantes por dia. (MINAS GERAIS, 2022).

Figura 1 – Mapa de Localização do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais.



Fonte: Rocha et. al. (2021).

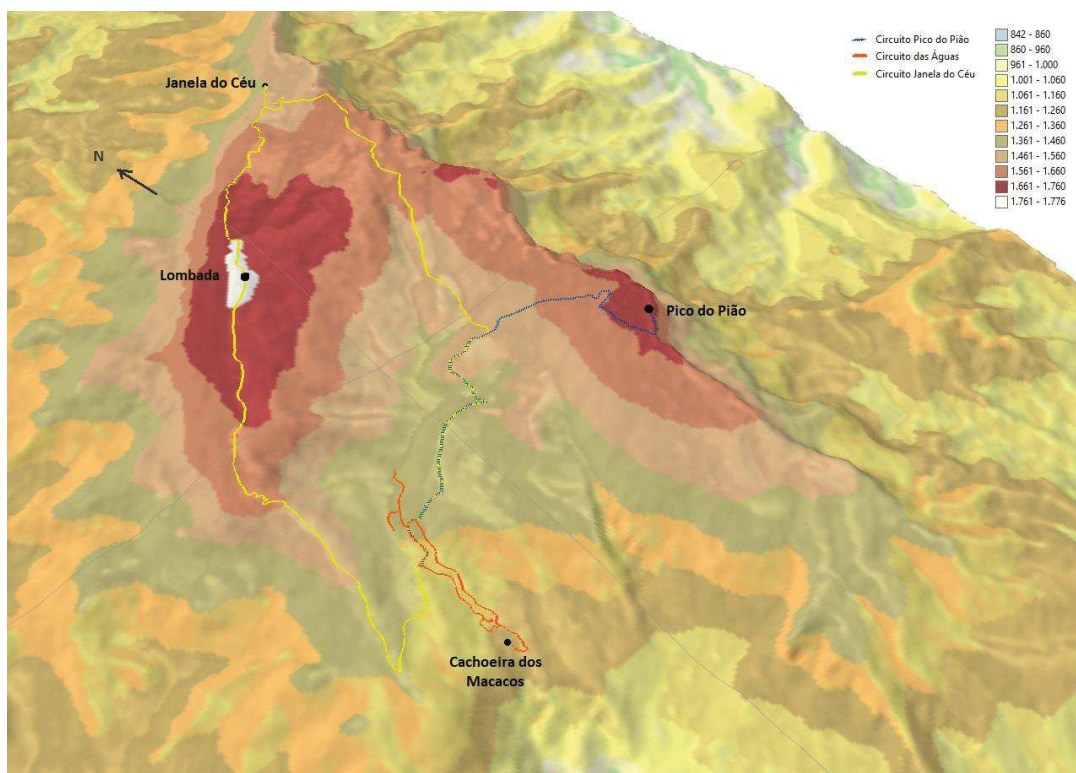
Além das belas paisagens e vistas exuberantes que trazem consigo fauna e flora únicas, o PEIb, está na região da Serra do Ibitipoca que integra o Complexo da Mantiqueira e é recheado de

história: desde meados do século XVII e XVIII já era conhecida como a Rota do Contrabando, onde se passavam os desvios de ouro advindos de São João Del Rei (CETEC, 1983; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2000; NETO, 2007).

Situado em região de Bioma Mata Atlântica, o Parque tem relevo caracterizado por escarpas altas ou colinas de altitudes variáveis e apresenta paredões e grutas por toda sua extensão (MINAS GERAIS, 2020; CETEC, 1983). Segundo Rocha et. al. (2020a) trata-se de um “[...] local ímpar e frágil por suas formações em quartzito e que deve ser monitorado quanto aos impactos das visitas.”

O território do PEIb apresenta altitude sobrelevada em relação às áreas que o circundam, cujo relevo predomina colinas mais baixas Rodela (1998). Duas *cuestas* inclinadas para o interior do vale onde correm o Rio do Salto e o Córrego da Mata são destacadas no relevo: na primeira à oeste, encontra-se a Lombada, ponto mais alto do Parque; a segunda à leste, onde encontra-se o Pico do Pião, segundo ponto mais alto; ambos os rios percolam em direção ao sul rumo à queda da Cachoeira dos Macacos (Corrêa Neto, 1997).

Figura 2 – Mapa Hipsométrico do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais.



Fonte: Rocha et. al. (2021).

Com ampla área de preservação, o Parque Estadual do Ibitipoca é composto por três roteiros que contam com diversos lagos, grutas e cachoeiras abertos à visitação: Circuito das Águas, Circuito Janela do Céu e Circuito do Pião (MINAS GERAIS, 2014). No Circuito das Águas, tem-se os atrativos: Cachoeira dos Macacos, Ducha, Lago das Miragens, Lago dos Espelhos, Lago Negro, Prainha e Ponte de Pedra; no circuito Janela do Céu, tem-se os atrativos: Cachoeirinha, Cruzeiro, Gruta da Cruz, Gruta do Monjolinho, Gruta dos Fugitivos, Gruta dos Moreiras, Gruta dos Três Arcos, Janela do Céu e Lombada; por fim, no Circuito do Pião, tem-se os atrativos: Cachoeira do Encanto, Cachoeira da Pedra Furada, Gruta do Pião, Pico do Pião e Poço Campari (MINAS GERAIS, 2014).

Figura 3 – Trilhas e atrativos do Parque Estadual do Ibitipoca.



Fonte: Rocha et. al. (2020a).

1.2 JUSTIFICATIVA

Os centros urbanos, caracterizados pelo predomínio de tecnologias de concreto e pavimentação asfáltica, são modelos artificiais de urbanismo predominantes na sociedade. Dado a escassez de áreas verdes nessas regiões, é crescente a busca por esses ambientes naturais devido aos benefícios que elas proporcionam à saúde física e mental, como o ecoturismo e as atividades de educação ambiental (SILVA-MELO; MELO; GUEDES, 2020).

Com isso, a pressão sobre áreas naturais, a falta de planejamento e controle sobre o número de pessoas, assim como a falta de orientação aos visitantes, podem causar degradações ao ambiente natural devido ao uso intenso (FONTOURA e SIMIQUELI, 2006). Diante deste cenário, pesquisas que contemplem o planejamento e manejo das atividades turísticas em ambientes naturais se tornam de suma importância para as Áreas Naturais Protegidas (ROCHA et. al., 2020a, 2020b).

Em um contexto brasileiro, Áreas Naturais Protegidas (ANP) são denominadas Unidades de Conservação (UC), apresentadas como ricas em biodiversidade com fins de preservação (SILVA, 2020). Ainda Silva (2020), diz que a possibilidade de uso público relacionado ao ecoturismo proporcionado pela circulação em trilhas, faz a categoria “Parques” ser a mais ilustrativa e reconhecida UC.

Diversas são as metodologias criadas e adaptadas objetivando estabelecer o número máximo de visitantes que podem frequentar determinada área sem maiores impactos ao ambiente natural, a chamada Capacidade de Carga (FONTOURA e SIMIQUELI, 2006). Rocha et. al. (2021) citam várias metodologias abordadas nos parques brasileiros. Entre elas, a metodologia do Número Balizador de Visitação (NBV), criada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) em 2011, que tem como objetivo expressar, em números, a quantidade de visitantes que uma área natural pode receber, levando em conta as condições de manejo existentes (MINAS GERAIS, 2014). O NBV busca minimizar os impactos negativos devido à utilização pública em áreas naturais em contraponto com a maximização da qualidade da experiência do visitante (ICMBio, 2011; MINAS GERAIS, 2014).

Silva (2020) aplicou a metodologia NBV especificamente no Circuito das Águas, tendo como resultado 852 visitas/dia para o roteiro, um número elevado, superior àquele que, segundo a autora, considera-se saudável ao ambiente natural e à qualidade da experiência do visitante,

revelando uma não adequação da metodologia à realidade do Parque em questão: “O NBV demonstrou não ser adequado para a aplicação em Unidades de Conservação (UC) que possuem mais de uma atração localizada ao longo de um mesmo trecho de trilha, sendo indicada para locais abertos de grandes dimensões.”

Almeida (2015) considerou em seu trabalho, a metodologia do NBV mais avançada e menos subjetiva, apesar de apresentar um número de visitantes maior. O autor baseia-se no fato do NBV ser estimado para cada atração individualmente. Entretanto, a utilização de diferentes metodologias com aplicação no próprio PEIb como a adaptação proposta à metodologia de Cifuentes por Rocha et. al. (2021) e Rocha et. al. (2020a) tem revelado resultados mais objetivos e conservadores, que garantem margem de segurança à utilização da UC.

Rocha et. al. (2021) e Rocha et. al. (2020a) apresentaram em seu trabalho uma nova variação para o cálculo de capacidade de carga, mantendo como base a metodologia de Cifuentes (1992) e propondo modificações pontuais. No referido trabalho, os autores aplicaram metodologia adaptada no Parque Estadual do Ibitipoca e concluíram que tal adaptação se mostra menos conservadora em termos numéricos que Cifuentes, a metodologia original, entretanto essa característica poderá sofrer variações conforme a área em estudo (ROCHA, 2020b).

Rocha et. al. (2021), assim como Cifuentes (1992), fazem a quantificação de dados relativos à Capacidade de Carga Física (CCF), Capacidade de Carga Real (CCR) e Capacidade de Carga Efetiva (CCE) para a área em estudo a partir das condições físicas, biológicas e de manejo.

Vale ressaltar que, a metodologia de Cifuentes (1992) - a mais conhecida e mais utilizada para o cálculo da Capacidade de Carga - apresenta limitadores ambientais particulares de cada UC, trilha ou atrativo (ALMEIDA, 2015). Já a metodologia desenvolvida pelo ICMBio considera somente os limitadores físicos, como o Tempo Oferecido, o Tempo Necessário, o Tempo de Deslocamento e o Tempo de Permanência na atração (OMENA, 2014).

Determinar o NBV considerando os atrativos apenas como áreas planas, sendo essa uma metodologia que não faz aplicação de nenhum fator de correção, tem como resultado valores superestimados para o número de visitantes.

Se tratando de extensão das trilhas, o Circuito das Águas é menor – mais de duas vezes – que o Circuito Janela do Céu e apresentou, através do NBV, 852 visitantes por dia. O Circuito Janela

do Céu, calculado pela adaptação de Rocha et al. (2021), resultou em 457 visitantes diários, equivalente a metade da capacidade de carga do Circuito das Águas. Os fatos aqui apresentados justificam as diferenças de capacidade de suporte quanto a aplicação do NBV em comparação com as demais metodologias.

1.3 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é aplicar a adaptação da metodologia de Cifuentes (1992) proposta por Rocha et. al. (2021) a partir da comparação com a metodologia do NBV difundida pelo ICMBio (2011).

Como objetivo secundário, destaca-se sugestões de melhorias na gestão do Parque e na segurança dos visitantes.

1.4 MÉTODOS DE PESQUISA

O presente estudo consiste em um Estudo de Caso de caráter Explicativo, segundo Gil (2002), uma vez que se espera ao final deste, chegar a uma conclusão acerca do uso da metodologia de Rocha et. al. (2021) e aplicação em UC's de pequeno porte. E ainda, por se tratar de um estudo específico, de uma abordagem *in loco* com diversas variáveis, buscando a compreensão e posterior extrapolação dos resultados aqui obtidos para situações semelhantes.

Para tanto, inicialmente fez-se uma revisão bibliográfica acerca dos estudos da Capacidade de Carga em Áreas Naturais Protegidas sobre diferentes abordagens e metodologias, elencando pontos favoráveis e desfavoráveis quando da aplicação destas. O histórico de metodologias aplicadas no Parque Estadual do Ibitipoca e seus resultados, bem como o número de visitantes anual dos últimos anos, também foi considerado. Durante o desenvolvimento deste trabalho, esteve disponível para consulta o histórico de pesquisas e estudos do Núcleo de Análise Geo-Ambiental (NAGEA), da Faculdade de Engenharia, no referido Parque.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo foi organizado em 5 capítulos cujo conteúdo abordado são brevemente apresentados a seguir.

O Capítulo 1, Introdução, faz uma apresentação e contextualização do tema abordado, trazendo uma contextualização, a justificativa, o objetivo, e o método de pesquisa empregado neste trabalho. Por fim, é exposto a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2, Referencial Teórico, traz a metodologia do Número Balizador da Visitação (NBV). Na sequência, é apresentada a metodologia proposta por Rocha et. al. (2021). Ademais, é feito uma breve discussão acerca das metodologias mencionadas.

No Capítulo 3, Metodologia, é explicitado os procedimentos para a execução deste trabalho por meio da aplicação da adaptação de Rocha et. al (2021).

O Capítulo 4, Resultados e Análises, apresenta os resultados do trabalho e faz uma avaliação buscando uma relação de coerência entre os números e a realidade do Parque Estadual do Ibitipoca através de comparação com trabalhos publicados anteriormente.

No Capítulo 5, Considerações Finais, é redigido comentários acerca da pesquisa desenvolvida e apresenta sugestões para trabalhos futuros, se baseando no que foi exposto e discutido.

Por fim, apresenta-se as referências e anexos para a elaboração deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O NÚMERO BALIZADOR DA VISITAÇÃO (NBV)

Número Balizador da Visitação, ou simplesmente NBV, é o nome dado à metodologia desenvolvida pelo Instituto Chico Mendes (ICMBio) em 2011, visando o manejo de impactos da visitação em ambientes naturais protegidos. As metodologias Limite Aceitável de Câmbio (LAC) e Rango de Oportunidades para Visitantes em Áreas Protegidas (ROVAP) foram tomadas como referência (ICMBio, 2011).

O NBV tem como princípio o manejo da visitação como uma ferramenta de apoio à gestão da UC, a fim de que o seu uso público se torne saudável, justificando a criação das áreas de preservação. O manejo dos impactos da visitação faz o controle das alterações nos recursos naturais e culturais, evidenciando o planejamento e o monitoramento dinâmicos e contínuos como fundamentais nesse processo (ICMBio, 2011).

Para tanto, é importante controlar o número de pessoas que visitam determinado atrativo turístico de forma coerente às condições de manejo da UC, da infraestrutura fornecida e da demanda pela visitação. Assim, o NBV considera uma etapa de cálculo onde é definido um número balizador a partir da análise e mensuração de fatores limitantes relativos às condições do atrativo e qualidade da experiência, como: espaço disponível, infraestrutura, pessoal, equipamentos, serviços disponíveis, e outros (ICMBio, 2011).

“O monitoramento dá margem a um efeito em cascata na medida em que alterações na qualidade da experiência do visitante e nos aspectos físicos do ambiente, possibilitarão a implementação de ações de manejo bem como a mudança no valor numérico estabelecido quanto a quantidade de turistas permitidos” (SILVA, 2020).

Figura 4 – Ciclo de Manejo dos Impactos da Visitação.

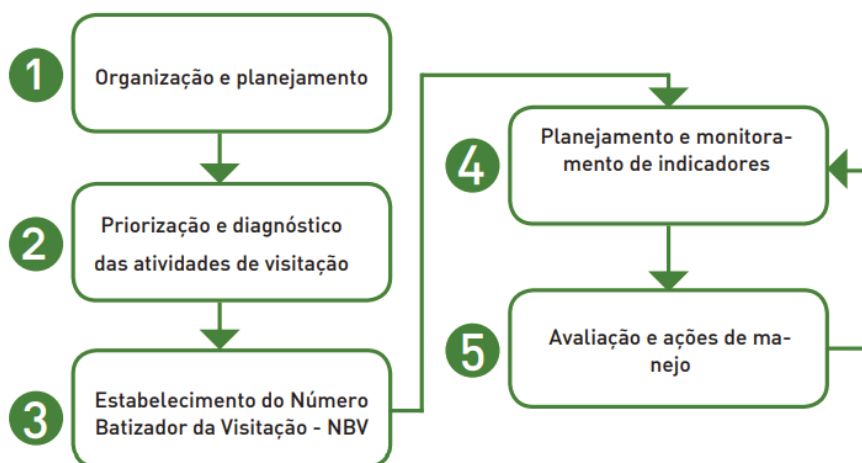


Fonte: Adaptado (ICMBio, 2011).

Em cada ciclo contém adaptações com base nos resultados do monitoramento realizado, de forma que seja constantemente aprimorado a gestão do uso público (ICMBio, 2011).

O NBV é estabelecido em cinco etapas, podendo cada uma delas ser ajustada às particularidades de cada UC, dispostas a seguir. (ICMBio, 2011; MINAS GERAIS, 2014; ALMEIDA, 2015)

Figura 5 – Etapas da metodologia NBV.



Fonte: ICMBio (2011).

A Etapa 1 é a fase de organização e planejamento do modo como o manejo de impactos da visitação será desenvolvido, na qual é estabelecendo uma equipe capacitada. É feito o levantamento de informações documentais sobre a visitação na UC, como Plano de Manejo, Programa de Uso Público, mapas, zoneamento, estudos acadêmicos sobre a visitação no local, relatórios técnicos, e afins. Por último, uma agenda de atividades é definida, contendo informações a respeito das atividades a serem realizadas, as tarefas nelas contidas, os participantes, a duração e as datas estimadas (ICMBio, 2011).

Na Etapa 2 é feita a descrição e priorização das atividades e dos lugares que serão objeto da visitação através da classificação destes por ordem de importância para o manejo. Nessa etapa, também é válida uma consulta aos atores sociais envolvidos com a área natural protegida, com o intuito de uma análise a lugares onde os gestores podem não ter um contato frequente, como grutas, cavernas, trilhas longas e outros.

Ao levantar tais informações, parte-se para uma análise qualitativa com o objetivo de fazer a priorização das atividades, questionando: quais as atividades de visitação existentes na UC; quantas pessoas a praticam diariamente e mensalmente; e por fim, quais são os lugares de impactos tanto ambientais quanto de qualidade da experiência mais evidentes. Após respostas, é listado uma relação das atividades de visitação existentes na UC e os locais em que são praticadas, sendo cada uma destas, uma opção de priorização a partir de três critérios: intensidade da demanda, impactos evidentes e zona em que a atividade está inserida (ICMBio, 2011).

Quadro 1– Referências para a priorização por critérios: Demanda Visitantes.

Demanda dos Visitantes	Pontuação
Grande Demanda – local procurado por mais de 70% dos visitantes. Maior demanda do que a capacidade de oferecer serviços, infraestrutura e equipamentos de apoio.	3
Demanda em níveis razoáveis, ou seja, 40% a 70% dos visitantes desejam visitar o local. Bom equilíbrio entre os equipamentos, infraestrutura e serviços e a quantidade de visitantes.	2
Pouca demanda (menos de 40% dos visitantes). Área visitada por grupos específicos.	1

Fonte: ICMBio (2011).

Quadro 2 – Referências para a priorização por critérios: Impactos Evidentes.

Impactos Evidentes	Pontuação
Impactos visíveis, conhecidos e registrados. Impactos que geram queixas dos visitantes.	3
Impactos pouco evidentes. Impactos dispersos. Baixa intensidade de impactos ou em nível inicial	2
Ainda não há evidências perceptíveis dos impactos e nem dados Não há pesquisas relacionadas a impactos	1

Fonte: ICMBio (2011).

Na Etapa 3 é feito o cálculo do Número Balizador da Visitação propriamente dito, o NBV, após a identificação das condições de manejo existentes. O NBV leva em consideração a disponibilidade (D) do local (em área, metros lineares ou quantidade); a necessidade (N) por pessoa ou grupo de pessoa (em área, metros lineares ou quantidade) e o número de vezes (NV) em que um grupo ou uma pessoa teria condições de visitar determinado lugar em um dia (ICMBio, 2011):

O NV é determinado pelo Tempo Oferecido (TO) dividido pelo Tempo Necessário (TN). O Tempo Necessário (TN) para realizar a atividade em um dia será determinado pela soma do Tempo de Deslocamento (TD) com o Tempo de Permanência (TP) na atração (ICMBio, 2011). É importante salientar que o NBV é calculado quando o controle do número de visitantes se torna viável e necessário na busca por uma qualidade da experiência do visitante melhor e maior proteção do patrimônio cultural e natural (ICMBio, 2011).

Alguns quesitos são referenciados em ICMBio (2011) para auxiliar no cálculo do NBV, como:

- uma pessoa requer 2 (dois) m² para mover- se livremente em trilhas;
- em áreas abertas, como praias, lagos, cachoeiras, piscinas, o espaço requerido por uma pessoa é de 4m²;
- em cavernas, o espaço requerido por uma pessoa nas áreas de salões é de 2 (dois) m²;
- em mirantes, considera-se que cada pessoas requer 1 m linear;

O NBV é então calculado como sendo:

$$NBV = D/N \times NV \quad (1)$$

Onde:

D = disponibilidade do local (em área, metros lineares ou quantidade);

N = necessidade por pessoa ou grupo (em área, metros lineares ou quantidade);

NV = número de vezes que uma pessoa ou grupo teria condições de visitar o lugar no dia;

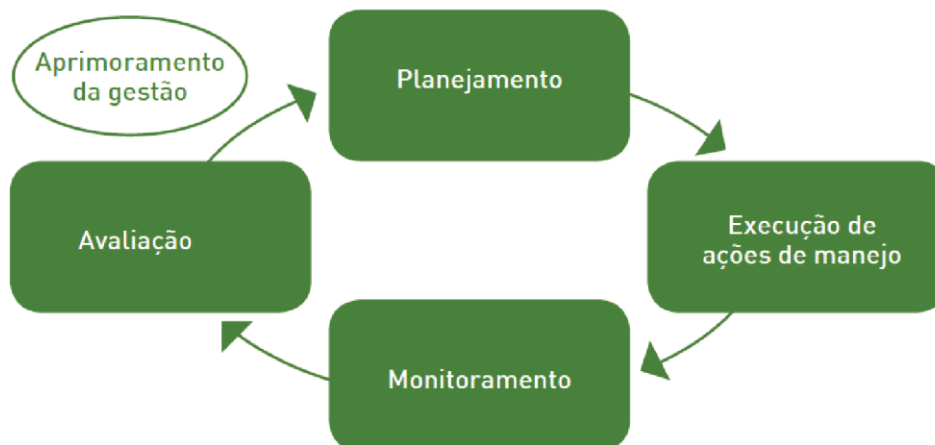
A etapa 4 é dedicada ao monitoramento dos impactos da visitação, através de indicadores que irão permitir mensurar as mudanças na qualidade ambiental e na experiência do visitante. Tais indicadores podem ser sociais ou de qualidade ambiental, no qual o primeiro demonstra impactos da visitação da UC no seu entorno social, enquanto que o segundo, demonstram a influência da visitação dessas no ambiente da UC (ICMBio, 2011).

Os indicadores são definidos a partir da literatura científica, opinião dos visitantes e gestores, e verificação do Plano de Manejo e do Plano de Uso Público. A partir da definição destes, faz-se um estudo das condições máximas e mínimas aceitas na mensuração de cada um dos indicadores, chamada de especificação de padrões. Por fim, de posse dessas informações, procede-se o estabelecimento de uma estratégia de monitoramento através da elaboração de uma Matriz de Monitoramento de Impactos, sendo essa uma ferramenta de registro dos indicadores (ICMBio, 2011).

Por fim, a Etapa 5 é dedicada à avaliação dos indicadores monitorados e planejamento das ações de manejo. Nessa etapa são colhidas informações sobre o nível e o tipo dos impactos do uso público da UC, sendo recomendado a realização dessa fase ao menos uma vez por ano. Em casos em que a linha de base é pior que o padrão estabelecido, é indicado propor ações de manejo, identificando as causas a fim de propor uma correta solução dos problemas (ICMBio, 2011).

São inúmeras as alternativas para o manejo a fim de minimizar os impactos negativos da visitação, como: alteração no tempo e/ou frequência do uso; adequação do tipo de uso e/ou comportamento dos visitantes; redução do uso em locais de maior impacto, entre outros. Assim, o sistema de manejo adaptativo proposto pela metodologia NBV é da seguinte forma, (ICMBio, 2011):

Figura 6 – Sistema Adaptativo de Manejo proposto em conjunto com o NBV.



Fonte: ICMBio (2011).

A revisão do NBV pode ser proposta:

“Se as condições de manejo iniciais forem mantidas e o NBV alcançar seu limite, mas o monitoramento apontar que a intensidade de uso está além do aceitável influenciando diretamente os indicadores de qualidade da experiência ou dos recursos naturais e culturais, o NBV deverá ser reduzido.

Se melhoram as condições iniciais de manejo (recuperação de trilhas, implantação de nova área de acampamento, disponibilização de novos serviços, construção de novo mirante, implantação de sinalização, dentre outros) (...)” (ICMBio, 2011).

2.2 CIFUENTES E OS FATORES LIMITANTES

As metodologias de capacidade de carga surgiram nos anos 1970 e desde então são usadas de forma a guiar os gestores no manejo de Áreas Naturais Protegidas (SILVA, 2020). Pesquisa feita ainda por Silva (2020), revela que, desde o ano 2000, 65% dos trabalhos de capacidade de carga utilizaram a metodologia proposta por Miguel Cifuentes.

As metodologias de viés qualitativo como o NBV não foram tão frequentes nos trabalhos de capacidade de carga, possivelmente pelas dificuldades de implementação e etapas complexas (SOUZA; PADOVAN, 2006; LIMBERGER; PIRES, 2014). Em geral, a recomendação é pelo uso da metodologia de Cifuentes para trilhas e atrativos que porventura estejam localizados ao longo dessas trilhas (PAGANELLI et. al., 2012).

A metodologia de Cifuentes quantifica dados relativos à Capacidade de Carga Física (CCF), Capacidade de Carga Real (CCR) e Capacidade de Carga Efetiva (CCE) decorrente do local objeto de estudo, baseado nas condições físicas, biológicas e de manejo (CIFUENTES, 1992). Por último, são apresentados o número de visitas diárias e anuais que determinada UC poderá receber.

Os níveis de capacidade de carga apresentados têm a seguinte relação:

$$CCF \geq CCR \geq CCE \quad (2)$$

A CCF refere-se apenas ao espaço ocupado por uma pessoa, ao comprimento da trilha, ao horário de visitação e ao tempo necessário para percorrer o percurso. É usual considerar o espaço ocupado por uma pessoa igual a 1m².

$$CCF = (S / SP) \times Nv \quad (3)$$

Onde:

S = superfície disponível em metros (comprimento da trilha);

SP = superfície utilizada por cada pessoa em metros;

Nv = número de vezes que é possível fazer visitas em um determinado dia respeitando o horário de funcionamento da unidade de conservação; Equivale à:

$$Nv = Hv / Tv \quad (4)$$

Onde:

Hv = Horário de visitação do local;

Tv = Tempo necessário para cada visita;

Em uma próxima etapa, à CCF é aplicado uma série de fatores de correção particulares de cada trilha, ajustando a capacidade de suporte à realidade da ANP, chegando a um número menor de visitantes, que é chamado de CCR.

Os fatores de correção funcionam através de uma relação estabelecida entre magnitude limitante e magnitude total:

$$FC = 1 - (M_L / M_T) \quad (5)$$

Onde:

FC é Fator de correção;

M_L a Magnitude limitante;

M_T a Magnitude total;

Na sequência, a CCR é corrigida segundo uma Capacidade de Manejo (CM), que considera as variáveis pessoas, equipamentos e infraestrutura disponíveis, chegando à CCE. Por fim, com a CCE é calculado o número de visitantes diários e anuais. O cálculo dessas variáveis será apresentado no Capítulo 3.

Em Cifuentes (1992), os fatores de correção utilizados são:

- Fator de correção social (FCsoc);
- Fator de correção acessibilidade (FCac);
- Fator de correção erosão (FCero);
- Fator de correção precipitação (FCpre);
- Fator de correção brilho solar (FCsol);
- Fator de correção alagamento (FCalag);
- Fator de correção fechamento eventual (FCeven).

Uma vez que estes são particulares de cada trilha, os fatores de correção funcionam diminuindo o número de visitantes proporcionalmente aos problemas encontrados, ajustando a capacidade de suporte à realidade encontrada (SILVA, 2020)

A metodologia criada por Cifuentes não considera o perfil do visitante e as atividades realizadas por estes, além da sua percepção sobre a qualidade da experiência, como no caso das metodologias de viés qualitativos, porém, adequa-se perfeitamente quando se trata de pequenas extensões, como no caso de trilhas, e situações nas quais o capital de investimento e o material humano disponível para realização do trabalho é relativamente baixo (PIRES, 2005).

2.3 A METODOLOGIA ADAPTADA POR ROCHA ET AL. (2021) e ROCHA ET AL. (2020a)

A obtenção de parâmetros quantitativos é necessária para guiar o trabalho de manejo e gestão buscando a preservação das UC's (FONTOURA, SIMIQUELI, 2006). Ao passo que, os autores

Burgardt e Moreira (2014) fizeram a aplicação da metodologia de Cifuentes e entenderam que outras metodologias também serão úteis para diagnosticar os impactos causados pela visitação e, portanto, propor medidas que visam a minimização desses impactos.

Alguns autores experimentaram a mescla de metodologias - como Schutte (2009) - que em seu trabalho utilizou as metodologias Visitor Impact Management (VIM) e de Cifuentes como complementares, sendo estas metodologias de viés qualitativo e quantitativo, respectivamente.

Rocha et al. (2021) e Rocha et al. (2020a) defendem em seu trabalho o uso de uma metodologia de capacidade de suporte de custo reduzido, menos subjetiva e que possa ser aplicada pelos próprios funcionários das unidades, auxiliando gestores de áreas protegidas no manejo sustentável das áreas de conservação. Para tanto, considerando a praticidade da Metodologia de Cifuentes, propuseram a esta a criação do fator de correção Raízes Expostas (FCraiz), no mesmo método dos fatores anteriores, a importância desse fator está na ameaça de prejuízos ao indivíduo arbóreo e no risco de queda aos visitantes.

Ainda foram propostas alteração no critério de rampas no fator Acessibilidade – rampas até 12% de inclinação foram consideradas leves – segundo parâmetros relacionados à erosão no solo devido a velocidade de escoamento da água e alteração no critério de mapeamento de campo do fator Cobertura Vegetal – passou-se a considerar não somente o dossel, mas também a vegetação lateral que seja suficiente para atenuar o sol aos visitantes no decorrer das trilhas – (ROCHA et. al. 2021; ROCHA et al. 2020a).

Ademais, Rocha et al. (2021) e Rocha et al. (2020a) também propuseram a conversão das ocorrências pontuais em ocorrências lineares – considerando o valor de 1 metro – dado que uma erosão pontual se não for corrigida, com o passar do tempo torna-se linear. E, por fim, a mudança de distâncias horizontais para distâncias inclinadas, considerando a diferença entre elas com a distância inclinada sempre sendo maior (ROCHA et. al 2020a). Segundo os autores as alterações sugeridas foram no sentido de tornar o resultado mais realista para as condições dos parques brasileiros.

3 METODOLOGIA

3.1 TRABALHO DE CAMPO E PROCESSAMENTO DE DADOS

Conforme elucidado em capítulos anteriores, este presente estudo tomará como referência a metodologia brasileira proposta por Rocha et. al. (2021) em suas pesquisas a partir da adaptação de Cifuentes (1992). Para tanto, foi realizado trabalho de campo no Parque Estadual do Ibitipoca no dia 12 de novembro de 2022, no qual percorreu-se o Circuito das Águas em sua totalidade, considerando as trilhas e atrativos que compõem o roteiro.

Na jornada pelas trilhas do mencionado circuito, fez-se o uso de aparelhos GPS de Navegação modelos *Garmin GPSMap 76CSx*, nos quais as trilhas foram mapeadas e registrou-se, através da demarcação de *waypoints*, trechos onde foram verificados possíveis impactos nas trilhas. Estes impactos podem ser de caráter físico – como a erosão e o alagamento – e também de caráter biológico – como a vegetação presente ao redor das trilhas e a existência de raízes expostas. Os dados são descarregados e posteriormente processados em computador usando o *software GPS TrackMaker*. As cartas apresentadas neste trabalho estão dispostas Sistema de Coordenadas UTM 23S e DATUM SIRGAS 2000.

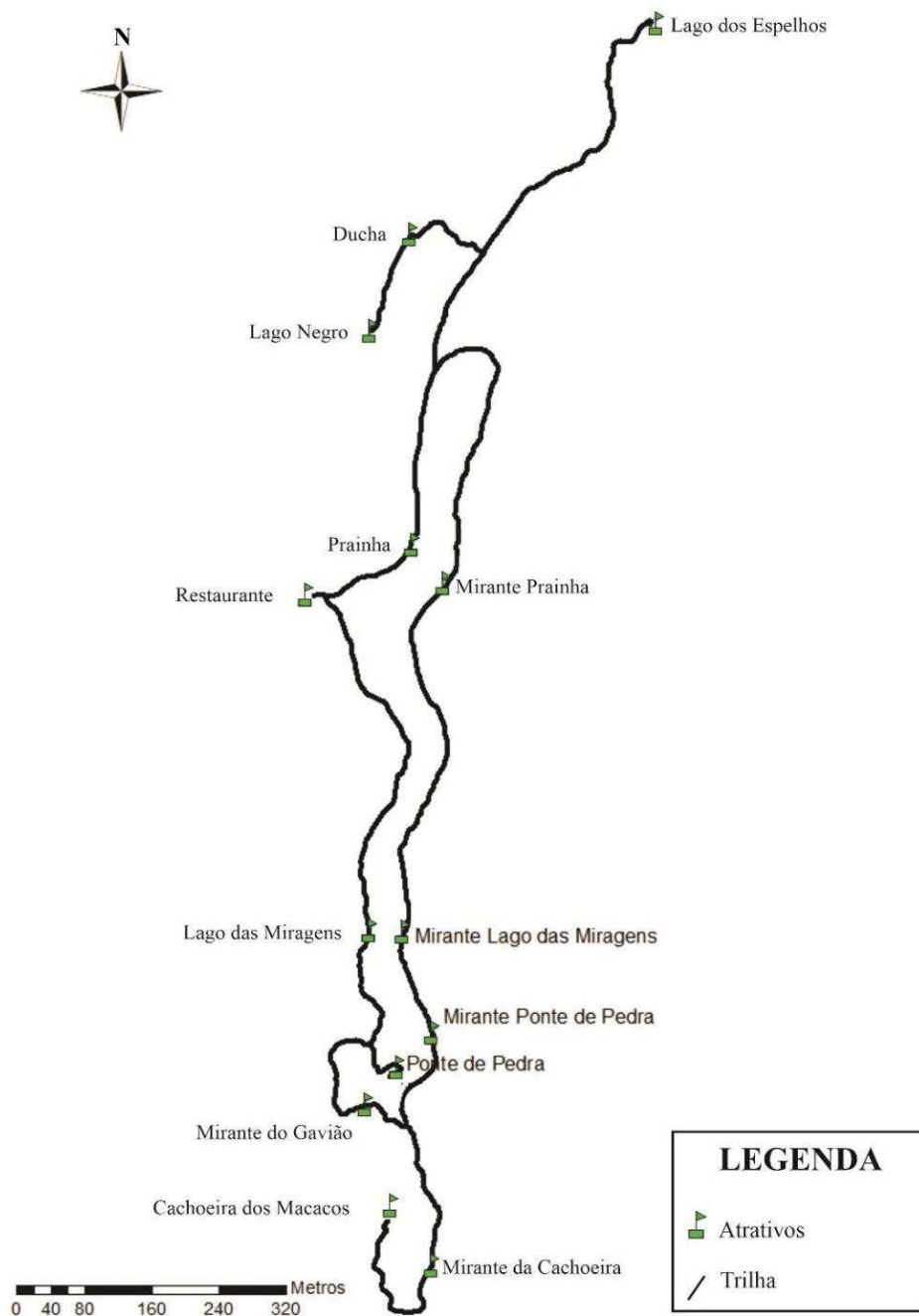
Figura 7 – Aparelho GPS de Navegação usado no trabalho de campo.



Fonte: Autor (2022).

Para as ocorrências lineares, verifica-se com o próprio *software* em uso, o comprimento destas, através da ferramenta “Calcular Comprimento”. Para as ocorrências pontuais, adota-se 1m linear para cada pontualidade, de forma que, ao final do processamento, o número de ocorrências pontuais de determinada ocorrência representará a magnitude em metros de lineares destas que, devem ser somados às ocorrências lineares de mesma categoria.

Figura 8 – Circuito das Águas - PEIb.



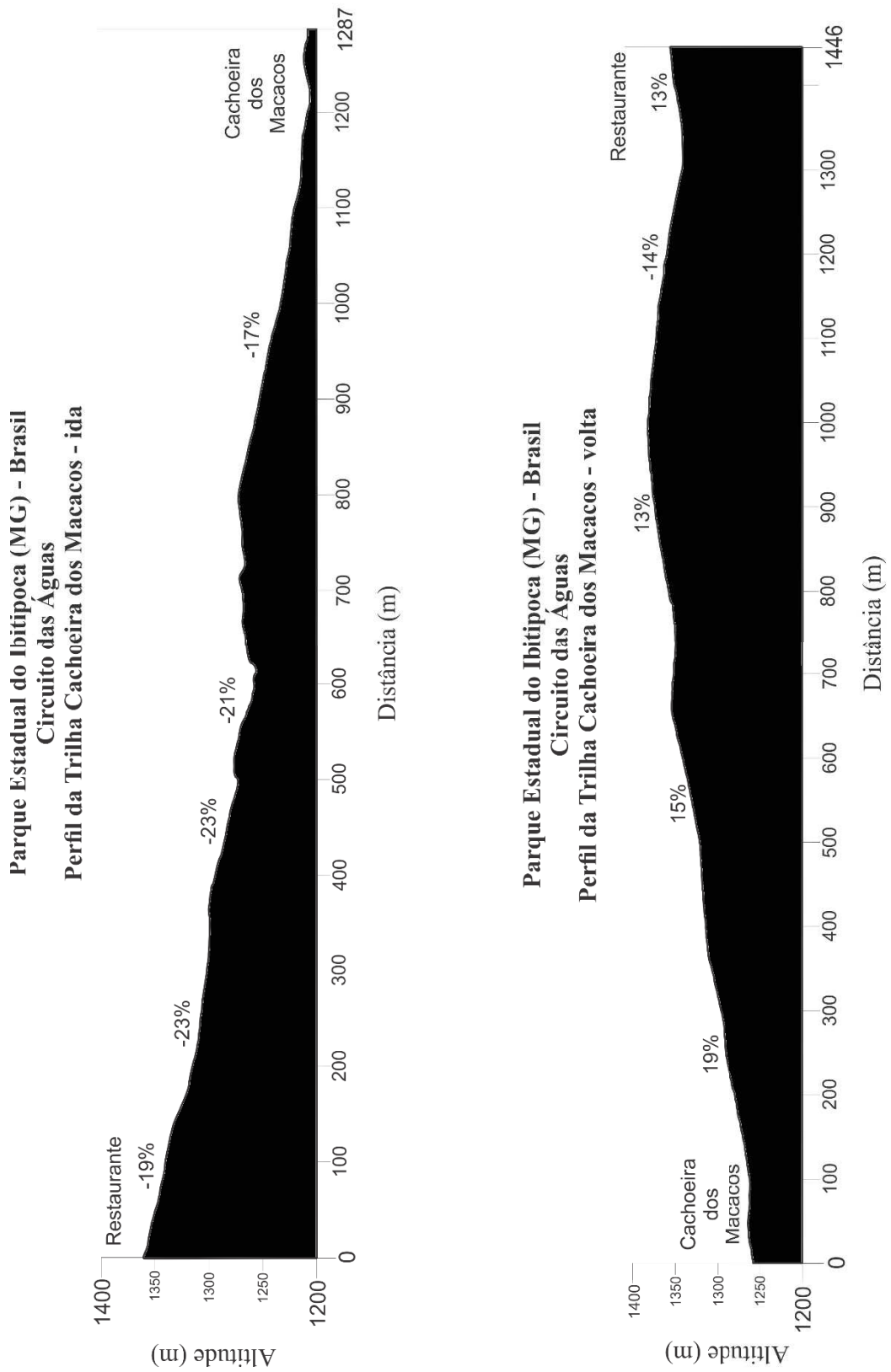
Fonte: Rocha et. al. (2020a).

É importante esclarecer que este presente trabalho não produzirá perfil longitudinal das trilhas como sugere a metodologia de Rocha et. al. (2021), uma vez que, em campo, fez-se o uso de aparelhos GPS de Navegação, sendo estes equipamentos que apresentam menor precisão se tratando de altimetria. Para esse fim, será adotado perfis longitudinais fornecidos pela equipe NAGEA na ocasião da publicação de Silva (2020), que percorreu os Circuitos deste Parque com o uso de aparelhos GPS Geodésico modelo *Ashtech Promark 2*. O uso de receptores GNSS geodésicos traz maior precisão, permitindo a produção de um perfil longitudinal mais realista e coerente, como sugere as imagens a seguir.

Ao decorrer desse trabalho, será usual referir-se a trilha que passa pelos atrativos Prainha, Lago das Miragens, Ponte de Pedra e Cachoeira dos Macacos, nessa ordem, como “Cachoeira dos Macacos – Ida”, enquanto que a trilha que liga o atrativo Cachoeira dos Macacos ao Restaurante passando pelo paredão de Santo Antônio será denominado “Cachoeira dos Macacos – Volta” (Vide Figura 8 e Figura 9).

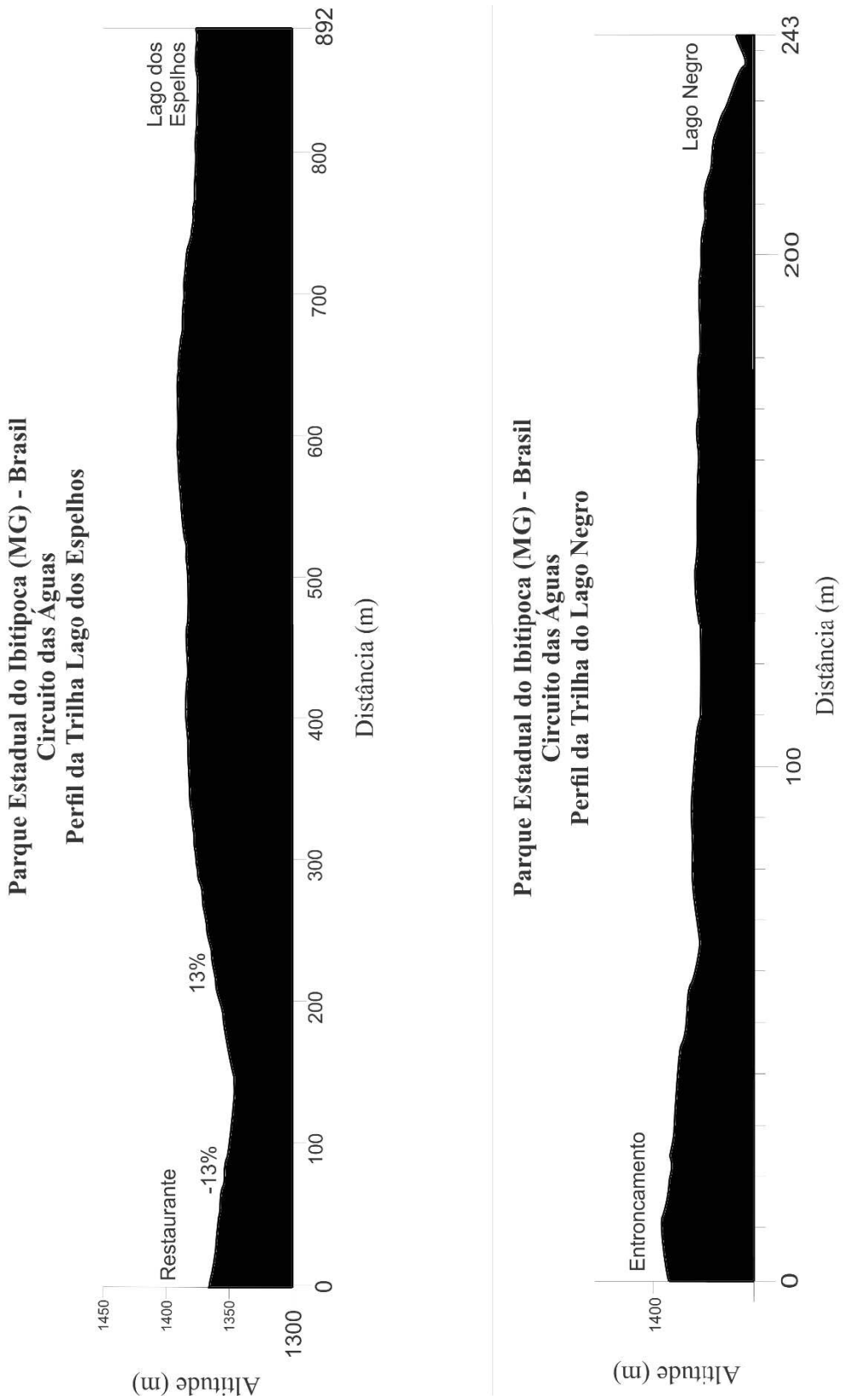
É importante destacar que este trabalho feito com receptores GNSS, seja de navegação ou geodésico, considera sempre a distância inclinada para os cálculos, sendo este um detalhe que muitas vezes passa despercebido. Na prática, do ponto de vista técnico, percorremos a distância inclinada ao invés da distância horizontal ou topográfica. Fazendo um paralelo com redes de água e esgoto que acompanham a inclinação do terreno, o caminhante percorre a distância inclinada que é sempre maior que a distância horizontal. Métodos tradicionais de topografia medem as distâncias horizontais que, em áreas de relevo acidentado, podem trazer uma diferença significativa.

Figura 9 – Perfil Longitudinal das Trilhas Cachoeira dos Macacos Ida e Volta.



Fonte: Silva (2020).

Figura 10 - Perfil Longitudinal das Trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro.



Fonte: Silva (2020).

3.2 FATORES DE CORREÇÃO, ROCHA ET. AL. (2021)

Nesse tópico, é apresentado os fatores de correção considerados na aplicação da metodologia. As alterações propostas por Rocha et. al. (2021) está nos fatores de acessibilidade e raízes expostas. Demais fatores seguem a procedimento de Cifuentes (1992).

A acessibilidade é mensurada através do perfil longitudinal das trilhas segundo os critérios: rampas com até 12% de inclinação são consideradas leves; entre 12 e 20%, as rampas recebem classificação média; e rampas maiores que 20% são classificadas como ruins. Em casos de notória dificuldade do turista em percorrê-las devido a aclave, declive ou qualquer outra irregularidade na superfície, foi feito a marcação de *waypoints* e o registro de algumas fotografias que serão apresentados no decorrer deste trabalho.

Para as raízes expostas foi observado, principalmente, trechos em que elas transpassam o curso das trilhas, de forma que possam causar algum impedimento ou dificuldade ao turista. Em relação a vegetação, o critério é observar em campo os fragmentos de trilha nos quais há em torno destas, vegetação bastante o suficiente, de forma a causar sombra na extensão do fragmento; entende-se que nesses intervalos o turista tem maior conforto frente àqueles onde o sol incide diretamente.

3.2.1 FATOR DE CORREÇÃO SOCIAL – FC_{SOC}, ROCHA ET. AL. (2021)

O recomendado pela metodologia é fazer o gerenciamento da visitação considerando grupos de até 10 pessoas nas trilhas, sendo a distância entre grupos de pelo menos 50 metros, de modo que, seja possível garantir maior controle do fluxo de visitantes e a satisfação desses. Assumindo que cada uma das 10 pessoas ocupe 1 metro linear na trilha, e considerando a distância entre grupos, são necessários 60 metros para comportar um grupo. Logo, o cálculo do número de grupos (N_{grupos}) em uma trilha é:

$$N_{\text{grupos}} = S / 60 \quad (6)$$

Onde:

S é o comprimento da trilha;

Então, o número de pessoas (N_p) em uma trilha é calculado por:

$$N_p = N_{grupos} \times 10 \quad (7)$$

Portanto, o Fator de Correção Social é calculado por:

$$FC_{SOC} = 1 - (M_L / M_T) \quad (8)$$

Onde:

M_L é a diferença entre o comprimento da trilha (S) e o número de pessoas (N_p);

M_T é o comprimento total da trilha (S);

3.2.2 FATOR DE CORREÇÃO ACESSIBILIDADE – FC_{AC} , ROCHA ET. AL. (2021)

Para o fator acessibilidade, as rampas de Acessibilidade Leve não entram no cálculo; as rampas de Acessibilidade Média têm peso 1,0; E, as rampas de Acessibilidade Ruim tem peso 1,5.

$$FC_{AC} = 1 - (M_{AR} \times 1,5 + M_{AM} \times 1,0) / M_T \quad (9)$$

Onde:

M_{AR} é a metragem total da trilha com acessibilidade ruim;

M_{AM} é a metragem total da trilha com acessibilidade média;

M_T é o comprimento total da trilha (S);

Conforme mencionado, para esse fator será tomado como referência os valores apresentados por Silva (2020), tendo em vista a qualidade da precisão dos equipamentos utilizados e que rampas é uma característica que não sofre grandes alterações ao longo do tempo.

3.2.3 FATOR DE CORREÇÃO EROSÃO – FC_{ERO} , ROCHA ET. AL. (2021)

A metodologia destaca a diferença entre erosão e erodibilidade: aqui não é avaliado a erodibilidade dos solos, pois dependeria de equipamentos e um tempo maior de monitoramento; apenas são observados trechos com algum tipo de erosão pontual ou linear.

$$FC_{ERO} = 1 - (M_{PE} / M_T) \quad (10)$$

Onde:

M_{PE} é a metragem total da trilha com problemas de erosão;

M_T é o comprimento total da trilha (S);

3.2.4 FATOR DE CORREÇÃO PRECIPITAÇÃO – FC_{PRE} , ROCHA ET. AL. (2021)

Para esse fator de correção, é considerado um período chuvoso de novembro a março, totalizando 151 dias, precipitação média de 5h/dia e horário de funcionamento do parque de 10h/dia. A chuva prejudica o visitante no deslocamento sobre as trilhas com a ameaça de escorregamentos e raios (CIFUENTES, 1992 e ROCHA ET. AL., 2021).

$$FC_{PRE} = 1 - (H_L / H_T) \quad (11)$$

Onde:

H_L são as horas de chuva por ano ($151 \times 5 = 755$);

H_T são as horas totais em que o parque está aberto por ano ($365 \times 10 = 3650$);

3.2.5 FATOR DE CORREÇÃO BRILHO SOLAR – FC_{SOL} , ROCHA ET. AL. (2021)

Relacionado ao conforto e qualidade da experiência do turista durante a visitação. Trechos onde há visitação atenuante do brilho solar torna a visitação mais prazerosa, enquanto que em trilhas abertas o turista enfrentará mais dificuldade. Nesse trabalho, conforme mencionado, será considerado como trecho com cobertura vegetação a soma da cobertura vegetação de fato (dossel) e também a vegetação lateral das trilhas.

$$FC_{SOL} = 1 - (H_{SL} / H_T) \times (M_S / M_T) \quad (12)$$

Onde:

H_T são as horas totais em que o parque está aberto por ano ($365 \times 10 = 3650$);

M_S é a metragem de trilha sem cobertura vegetal;

M_T é o comprimento total da trilha (S);

H_{SL} são as horas limitantes de sol por ano. Para calcularmos leva-se em consideração que o intervalo de maior incidência solar durante o dia é de 5 horas (10h às 15h) e que na época das chuvas a precipitação ocorre em grande parte do meio para o fim do dia. Então, o período de precipitação pode ser dividido em 2 horas pela manhã (10h – 12h) e 3 horas à tarde (12h – 15h) e, portanto, no período das chuvas desconsideramos as 3 horas da tarde, ficando com apenas 2h de incidência intensa de luz solar no dia considerando 151 dias de período chuvoso. Já no período da estiagem, temos 5 horas diárias de incidência intensa do brilho solar por 214 dias, logo (ROCHA ET. AL., 2021):

$$H_{SL} = 2 \times 151 + 5 \times 214 = 1372 \text{ horas.}$$

3.2.6 FATOR DE CORREÇÃO ALAGAMENTO – FC_{ALAG} , ROCHA ET. AL. (2021)

Trechos com alagamento são associados a falhas de drenagem ou áreas onde a água tende a estagnar. A presença de água nas trilhas prejudica o deslocamento do visitante, forçando um desvio ou até mesmo os deixando expostos a riscos de acidentes ou quedas, além de que, o pisoteio dos turistas tende a aumentar os danos às trilhas.

$$FC_{ALAG} = 1 - (M_A / M_T) \quad (13)$$

Onde:

M_A é a metragem total da trilha com problemas de alagamento;

M_T é o comprimento total da trilha (S);

3.2.7 FATOR DE CORREÇÃO FECHAMENTO EVENTUAL – FC_{EVEN} , ROCHA ET. AL. (2021)

Reflete acerca do fechamento semanal dos parques para fins de manutenção. Nesses períodos a visitação estará impedida.

$$FC_{EVEN} = 1 - (H_C / H_T) \quad (14)$$

Onde:

H_C são as horas por ano em que o parque estará fechado;

H_T são as horas totais de um ano;

3.2.8 FATOR DE CORREÇÃO RAÍZES EXPOSTAS (FCRAIZ)

$$FC_{ALAG} = 1 - (M_R / M_T) \quad (15)$$

Onde:

M_R é a metragem total da trilha com raízes expostas;

M_T é o comprimento total da trilha (S);

3.3 CAPACIDADES DE CARGA

3.3.1 CÁLCULO DA CAPACIDADE DE CARGA FÍSICA – CCF, ROCHA ET. AL. (2021)

A Capacidade de Carga Física refere-se apenas ao espaço ocupado por uma pessoa, aqui adotado 1 m² e que no caso das trilhas se traduz em 1 m linear, ao comprimento da trilha, ao horário de visitação e ao tempo necessário para percorrer o percurso. Os valores encontrados são altos, pois ignoram aspectos relativos ao relevo e condições de manutenção das trilhas. Seria um valor para uma situação ideal e fictícia como se os parques fossem planos e as trilhas sem nenhum problema físico

3.3.2 CÁLCULO DA CAPACIDADE DE CARGA REAL – CCR , ROCHA ET. AL. (2021)

É aplicada a CCF uma série de fatores de correção para ajustar a capacidade de suporte à realidade encontrada, uma vez que, os fatores de correção são particulares de cada trilha, e funcionam diminuindo o número de visitantes proporcionalmente aos problemas encontrados. Nessa metodologia são adotados os fatores de correção apresentados no subcapítulo 3.2.

$$CCR = CCF \times (FC_{soc} \times FC_{ac} \times FC_{ero} \times FC_{pre} \times FC_{sol} \times FC_{alag} \times FC_{even} \times FC_{raiz}) \quad (16)$$

3.3.3 CAPACIDADE DE MANEJO – CM, CIFUENTES (1992)

A metodologia considera as variáveis pessoas (funcionários), equipamentos (utilizados nas atividades de manejo) e infraestrutura (intervenções antrópicas – pontes, corrimões, abrigos, entre outros) para o cáculo, classificando como insatisfatório (0), pouco satisfatório (0,25), satisfação média (0,5), satisfatório (0,75) e muito satisfatório (1).

No caso do Parque Estadual do Ibitipoca, pode-se considerar essas variáveis muito satisfatórias. Isto é, nas variáveis Pessoal, Infraestrutura e Equipamentos foi considerado o valor 1,0 (ROCHA et. al., 2021).

$$CM = (1,0 + 1,0 + 1,0)/3 = 1,0 \quad (17)$$

3.3.4 CÁLCULOS DA CAPACIDADE DE CARGA EFETIVA – CCE, CIFUENTES (1992)

A Capacidade de Carga Efetiva representa o número máximo de visitas por dia que podem ser permitidas na área de estudo e é calculada pela equação abaixo:

$$CCE = CCR \times CM \quad (18)$$

3.3.5 VISITANTES DIÁRIOS (VD) E ANUAIS (VA), CIFUENTES (1992)

O número de visitantes diários é calculado conforme equação abaixo:

$$VD = CCE / N_v \quad (19)$$

Onde:

N_v = número de vezes que é possível fazer visitas por pessoa em um dia (Vide Item 2.2).

Por fim, o número de visitantes anuais é calculado por:

$$VA = VD \times 365 \quad (20)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS DO NBV ENCONTRADOS POR SILVA (2020)

Nesse tópico é apresentado os resultados encontrados no trabalho de Silva (2020) na aplicação da metodologia do NBV explicitado no Item 2.1. Em seu trabalho, Silva (2020) leva em consideração três roteiros para esse circuito, assim como Rocha et. al. (2021): Trilha do Lago dos Espelhos, Trilha Cachoeira dos Macacos Ida (saindo do Restaurante) e Trilha Cachoeira dos Macacos Volta (retorno pelo Paredão de Santo Antônio). A ressalva está na atração Prainha das Elfas, que não está inserida nas trilhas supracitadas.

Para determinar o NBV, os fatores de manejo considerados são o espaço disponível para banhistas e o mínimo necessário por pessoa, o comprimento e a largura da trilha, além do espaço disponível no guarda corpo dos mirantes e o necessário para cada pessoa nas atrações. Para o cálculo da disponibilidade da atração em metros quadrados, foi feito o uso do *software ArcGIS* 10.2, e os mapas são apresentados no a Anexo A.

4.1.1 CACHOEIRA DOS MACACOS - IDA

Para a Trilha de ida da Cachoeira dos Macacos partindo do Restaurante é considerado os seguintes atrativos: Lago das Miragens, Ponte de Pedra, Mirante do Gavião, Mirante da Cachoeira dos Macacos, Cachoeira dos Macacos e a própria trilha. A seguir é apresentado os resultados:

Tabela 1 – Cálculo do NBV para Cachoeira dos Macacos – Ida.

Atrativo	TO	TN	NV	D	N	NBV	TD/TP
Cachoeira dos Macacos – IDA	08:30	02:30	3	1.286,91	2	2.188	TD: 1h 15min
Lago das Miragens	08:30	04:30	2	452	6	142	TD: 2h 30min
Ponte de Pedra	08:00	04:00	2	95	6	32	TD: 3h TP: 1h
Mirante do Gavião	08:30	03:15	3	6	1	16	TD:3h TP: 15min
Cachoeira dos Macacos	07:00	06:00	1	963	6	187	TD:4h TP: 2h
Mirante Cachoeira dos Macacos	08:00	03:15	2	4	1	10	TD:3h TP: 15min

FONTE: SILVA (2020).

Para o número de visitantes permitidos (NBV) para essa trilha, é considerado o valor do fator do maior atrativo ou do atrativo chamariz (Cachoeira dos Macacos), portanto, 187 pessoas por dia.

4.1.2 CACHOEIRA DOS MACACOS - VOLTA

Para a Trilha Cachoeira dos Macacos - Volta é considerado os atrativos: Prainha, o Mirante do Lago das Miragens, Mirante da Prainha, Mirante da Ponte de Pedra e a própria trilha. Os números são apresentados na tabela seguinte:

Tabela 2 – Cálculo do NBV para Cachoeira dos Macacos – Volta.

Atrativo	TO	TN	NV	D	N	NBV	TD/TP
Prainha	09:00	04:00	2	887	6	333	TD: 2h TP: 2h
Cachoeira dos Macacos – Volta	09:45	02:30	4	1.445,99	2	2.820	TD: 1h 15min
Mirante Lago das Miragens	09:30	01:45	5	5	1	27	TD: 1h 15min TP: 15min
Mirante Ponte de Pedra	08:40	02:35	3	8	1	27	TD:3h TP: 15min

FONTE: SILVA (2020).

Logo, o número de visitantes permitidos para essa trilha (NBV) será de 333 pessoas por dia, referente ao maior atrativo que, nesse caso, é o atrativo chamariz.

4.1.3 LAGO DOS ESPELHOS

A Trilha Lago dos Espelhos comporta os seguintes atrativos: Ducha, Lago Negro, Lago dos Espelhos e a própria trilha. Os fatores de manejo são apresentados a seguir:

Tabela 3 – Cálculo do NBV para Lago dos Espelhos

Atrativo	TO	TN	NV	D	N	NBV	TD/TP
Ducha	09:20	02:20	4	800	6	533	TD: 1h 40min TP: 1h
Lago negro	09:20	02:20	4	10	6	7	TD: 1h 40min TP: 1h
Lago dos Espelhos	08:00	05:00	2	475	6	127	TD: 3h TP: 2h
Trilha Lago dos Espelhos	10:00	02:00	5	1.134,72	2	2.837	TD:1h

FONTE: SILVA (2020).

Portanto, o número de visitantes permitidos (NBV) será de 127 pessoas por dia, referente ao maior atrativo que também, nesse caso, é o atrativo chamariz.

4.1.4 PRAINHA DAS ELFAS

Por último, foi estabelecido, individualmente o NBV para a atração Prainha das Elfas, pois se trata de uma atração isolada que não perpassa por outras e não apresenta trilha. As variáveis utilizadas para cálculo são apresentadas a seguir:

Tabela 4 – Cálculo do NBV para Prainha das Elfas

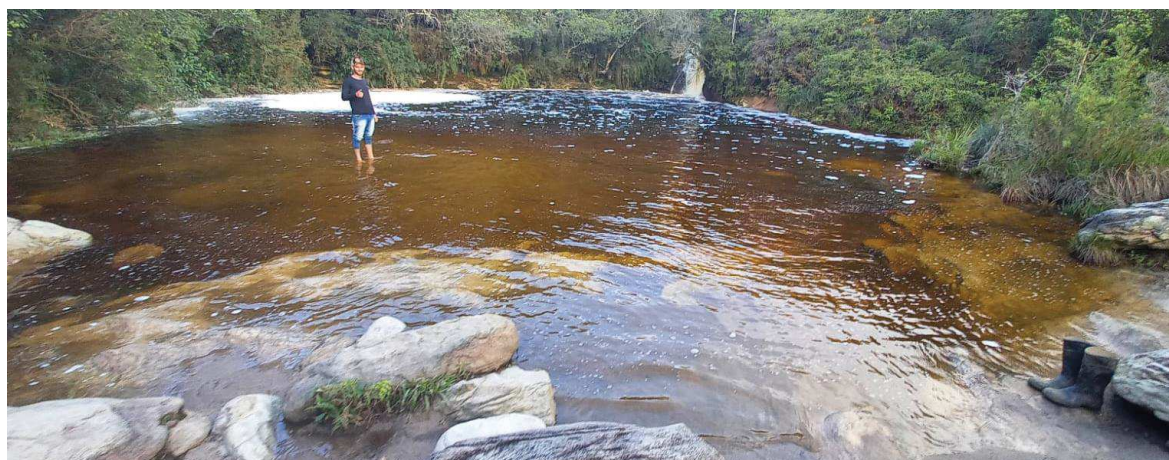
Atrativo	TO	TN	NV	D	N	NBV	TD/TP
Prainha das Elfas	09:30	03:30	3	454	6	205	TD: 1h 30min TP: 2h

FONTE: SILVA (2020).

Logo, o número de visitantes permitidos (NBV) será de 205 pessoas por dia para este atrativo.

Portanto, o somatório do NBV de todas as atrações chega num total de 852 turistas diários permitidos no Circuito das Águas. Uma constatação de campo se torna importante destacar: na época das cheias o nível das águas sobe – fazendo com que a faixa de areia habitual em alguns atrativos desapareça – diminuindo, por consequência, o espaço disponível para visitantes.

Figura 11 – Espaço disponível no Lago dos Espelhos no período chuvoso



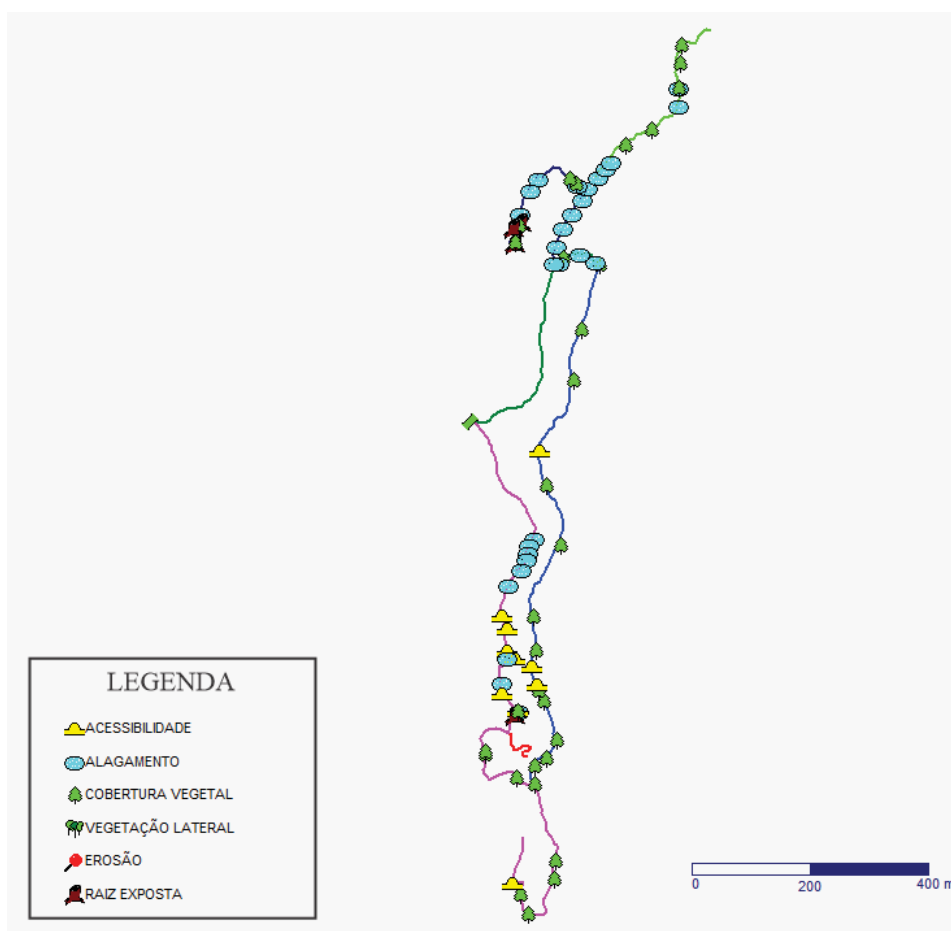
Fonte: Autor (2022).

4.2 RESULTADOS DA ADAPTAÇÃO DE ROCHA ET. AL. (2021)

Do processamento dos dados através do *software Trackmaker*, obteve-se como resultado os pontos de ocorrência expostos na Figura 10. Ressalta-se que cada *waypoint* é uma ocorrência encontrada no decorrer das trilhas que, podem ser de caráter pontual ou linear: Acessibilidade Ruim, Alagamento, Cobertura Vegetal, Erosão, Raízes Expostas e Vegetação Lateral.

Neste trabalho, foi considerado que o Circuito das Águas é constituído de três principais vertentes: a trilha Cachoeira dos Macacos – Ida, a trilha Cachoeira dos Macacos – Volta e agrupamento das trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro. Na sequência, foi contabilizado todas as ocorrências encontradas segundo sua categoria e tipo (linear ou pontual) com auxílio do *software Microsoft Excel* de forma a obter-se maior praticidade e organização dos dados. Os dados são apresentados nos itens seguintes conforme divisão pré-estabelecida.

Figura 12 – Mapa de Ocorrências do Circuito das Águas, PEIb, Minas Gerais.



Fonte: Autor (2022).

4.2.1 CACHOEIRA DOS MACACOS – IDA

Esse trecho de ida tem um comprimento de 1.464 metros e conta com vários atrativos, destacando o Lago das Miragens, Ponte de Pedra, Mirante do Gavião, Mirante da Cachoeira e o final na Cachoeira dos Macacos. O tempo estimado para percorrer todos os atrativos é aproximadamente 1 hora e 15 minutos e as ocorrências encontradas estão na tabela seguinte.

Tabela 5 – Ocorrências encontradas na Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida.

Tipo de Ocorrência	Lineares (m)	Pontuais (m)	Total (m)
Acessibilidade Média	570	0	570
Acessibilidade Ruim	317	0	317
Alagamento	147	1	148
Cobertura Vegetal	232	0	232
Erosão	0	0	0
Raízes Expostas	0	1	1
Vegetação Lateral	89	0	89

Fonte: Autor (2022).

Para os fatores de correção, calculados conforme item 3.2, obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 6 – Fatores de Correção para a Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida.

FCac	FCal	FCbsol	FCero	FCeven	FCprec	FCraiz	FCsoc
0,245	0,893	0,738	1,000	0,858	0,812	0,999	0,166

Fonte: Autor (2022).

A aplicação dos fatores de correção é feita através de multiplicação simples da CCF por cada um destes, conforme explicado no item 3.2.2. Para os demais, é considerado o subcapítulo 2.2 e os itens 3.3.3, 3.3.4 e 3.3.5. Tem-se então os seguintes resultados:

Tabela 7 – A metodologia de Rocha et al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida.

Índice	Valor
CCF	11.072
CCR	206
CCE	206
VD	25
VA	9.125

Fonte: Autor (2022).

4.2.2 CACHOEIRA DOS MACACOS – VOLTA

Esse trecho apresenta relevo bastante acidentado, tem uma extensão de 1.446 metros e oferece diversos mirantes com vista para o rio do Salto que funcionam como locais de descanso e contemplação. O tempo de percurso estimado é de 1 hora e 15 minutos e as ocorrências se encontram na Tabela 8.

Tabela 8 – Ocorrências encontradas na Trilha Cachoeira dos Macacos – Volta.

Tipo de Ocorrência	Lineares (m)	Pontuais (m)	Total (m)
Acessibilidade Média	1.255	0	1.255
Acessibilidade Ruim	0	0	0
Alagamento	50	1	51
Cobertura Vegetal	354	0	354
Erosão	0	0	0
Raízes Expostas	0	0	0
Vegetação Lateral	144	0	144

Fonte: Autor (2022).

Para os fatores de correção, calculados conforme item 3.2, obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 9 – Fatores de Correção para a Trilha Cachoeira dos Macacos – Volta.

FCac	FCal	FCbsol	FCero	FCeven	FCprec	FCraiz	FCsoc
0,132	0,965	0,776	1,000	0,858	0,812	1,000	0,166

Fonte: Autor (2022).

A aplicação dos fatores de correção é feita através de multiplicação simples da CCF por cada um destes, conforme explicado no item 3.2.2. Para os demais, é considerado o subcapítulo 2.2 e os itens 3.3.3, 3.3.4 e 3.3.5. Tem-se então os seguintes resultados:

Tabela 10 – A metodologia de Rocha et al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Volta.

Índice	Valor
CCF	15.568
CCR	132
CCE	132
VD	16
VA	5.840

Fonte: Autor (2022).

4.2.3 LAGO DOS ESPELHOS E LAGO NEGRO

Essas trilhas juntas somam 1.135 metros e exigem cerca de 1 hora para percorrer todos os seus atrativos, com destaque para a Prainha, Ducha, Lago Negro e o final no Lago dos Espelhos. As ocorrências encontradas são apresentadas a seguir considerando o agrupamento dessas trilhas.

Tabela 11 – Ocorrências encontradas nas Trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro.

Tipo de Ocorrência	Lineares (m)	Pontuais (m)	Total (m)
Acessibilidade Média	400	0	400
Acessibilidade Ruim	0	0	0
Alagamento	231	3	234
Cobertura Vegetal	76	0	76
Erosão	0	0	0
Raízes Expostas	54	1	55
Vegetação Lateral	142	0	142

Fonte: Autor (2022).

Para os fatores de correção, calculados conforme item 3.2, obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 12 – Fatores de Correção para as Trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro.

FCac	FCal	FCbsol	FCero	FCeven	FCprec	FCraiz	FCsoc
0,648	0,794	0,724	1,000	0,856	0,812	0,952	0,167

Fonte: Autor (2022).

A aplicação dos fatores de correção é feita através de multiplicação simples da CCF por cada um destes, conforme explicado no item 3.2.2. Para os demais, é considerado o subcapítulo 2.2 e os itens 3.3.3, 3.3.4 e 3.3.5. Tem-se então os seguintes resultados:

Tabela 13 – A metodologia de Rocha et al. (2021) nas Trilhas Lago dos Espelhos.

Índice	Valor
CCF	12.485
CCR	515
CCE	515
VD	46
VA	16.790

Fonte: Autor (2022).

4.2.4 CIRCUITO DAS ÁGUAS: RESULTADOS FINAIS

Tabela 14 – A adaptação de Rocha et al. (2021) para o Circuito das Águas.

Trilha	Visitantes Diários
Cachoeira dos Macacos - Ida	25
Cachoeira dos Macacos – Volta	16
Lago dos Espelhos e Lago Negro	46
TOTAL	87

Fonte: Autor (2022).

Portanto, conforme os cálculos apresentados e o resumo mostrado na Tabela 10, tem-se um número máximo de 87 visitantes diários para o Circuito das Águas do Parque Estadual do Ibitipoca.

4.3 SIMULAÇÕES E COMPARAÇÃO GERAL

Conforme apresentado no tópico anterior, a adaptação de Rocha et. al. (2021) revela um número máximo de 87 visitantes diários para o Circuito das Águas do Parque Estadual do Ibitipoca. Silva (2020) em seu trabalho aplicou a metodologia NBV neste mesmo Circuito e teve como resultado 852 visitas/dia, um número elevado, cerca de 10 vezes superior ao encontrado pela adaptação de Rocha et al. (2021).

A exemplo da Cachoeira dos Macacos, o atrativo mais famoso e mais frequentado do Circuito das Águas, Silva (2020) chegou a um número de 187 visitantes diários através da metodologia do NBV. Na região da Cachoeira dos Macacos em época de seca é possível encontrar uma faixa de areia para o visitante utilizar como uma praia. Porém, na época das chuvas a realidade é outra, esse trecho desaparece e sobram apenas as lajes de rocha como mostra a Figura a seguir datada em novembro de 2022. A imagem, que mostra 12 visitantes acomodados no atrativo, por si só já sugere ser inviável comportar tamanha quantidade de turistas – se for levado em consideração o período das cheias – pois seria demandado um controle rígido do tempo de permanência no atrativo de cada um dos indivíduos que por lá se acomodarem.

Figura 13 – Acomodação de visitantes na Cachoeira dos Macacos.



Fonte: Autor (2022).

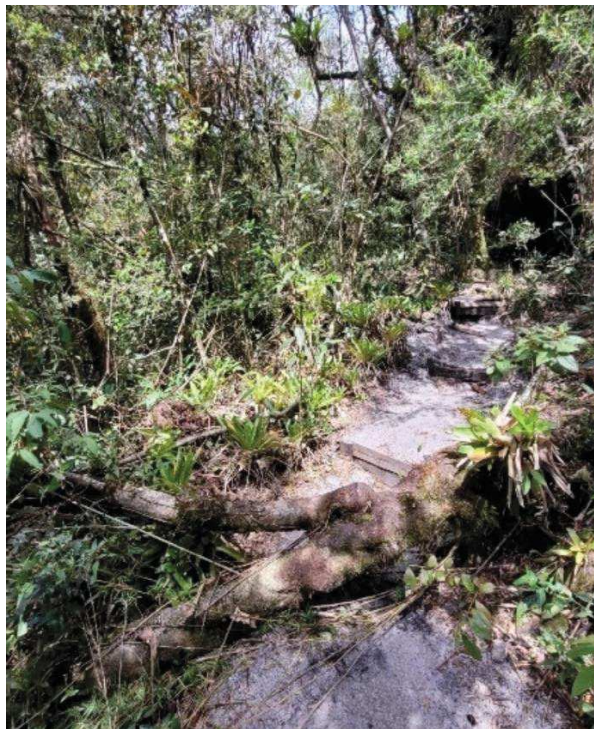
Todavia, os números apresentados pela adaptação de Rocha et al. (2021), em geral, apresentam-se mais conservadores, fazendo com que por vezes sejam alvo de críticas por parte dos gestores, assim como a metodologia que lhe deu origem, de Cifuentes. Para se obter resultados melhores no método, basta entendê-lo. É preciso deixar claro que a existência de ocorrências ao longo das trilhas – como pontos de alagamento e de raízes expostas – reduzem significativamente o número de visitantes que a área está apta a receber. Os gestores devem trabalhar esses pontos através do manejo das trilhas, de forma a melhorar as condições da área aos visitantes e possibilitar o aumento do número. As Figuras 12 e 13 ilustram o que seriam problemas de alagamento de raízes expostas respectivamente.

Figura 14 – Ponto Alagamento em Trilha do Circuito das Águas.



Fonte: Autor (2022).

Figura 15 – Ponto de Raiz Exposta no Parque Estadual do Ibitipoca.



Fonte: Autor (2022).

Um bom exemplo de manejo de trilhas é apresentado na Figura 14, no qual o alagamento do trecho ocorre devido a falha de drenagem de águas que cruzam o eixo da trilha, caso esse volume de água não seja corretamente direcionado, pode dar início a um processo erosivo no local. A solução encontrada foi uma intervenção, através de manilhas de concreto, de forma a conduzir a água para a canaleta de captação ao lado oposto da trilha, sendo um recurso que pode ser facilmente replicado em casos semelhantes.

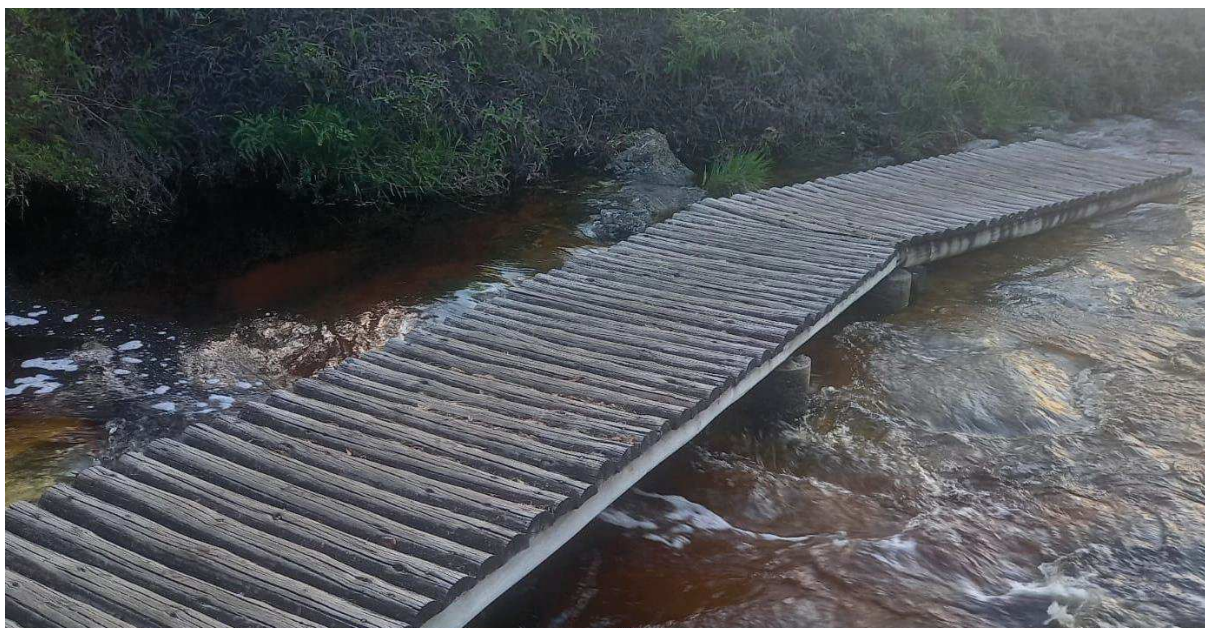
Assim como alagamentos e raízes expostas, o fator acessibilidade também merece atenção dos gestores que, com o manejo correto, podem melhorar as condições para aumento do número de visitantes. O fator acessibilidade não está restrito somente às rampas, mas também aos pontos onde os turistas têm algum tipo de dificuldade em realizar o percurso. A Figura 15 traz uma intervenção feita sobre determinado trecho do Rio do Salto nas proximidades do atrativo Prainha que está inserido no Circuito das Águas, na foto, tem-se aquilo que certamente um dia já foi um ponto de dificuldade ao visitante (acessibilidade ruim), nesse caso, devido a água corrente. A construção de uma ponte reduz as ocorrências na trilha, facilita a travessia e possibilita aumento no fluxo de visitantes.

Figura 16 – Intervenção de Drenagem no Parque Estadual do Ibitipoca.



Fonte: Autor (2022).

Figura 17 – Intervenção de Acessibilidade no Circuito das Águas.



Fonte: Autor (2022).

Nos tópicos seguintes serão apresentados resultados hipotéticos nos quais foi considerada uma situação onde todas as ocorrências mencionadas seriam solucionadas através do manejo das trilhas. É, portanto, uma simulação da adaptação de Rocha et. al. (2021) para uma situação ideal, onde todas as ocorrências possíveis (alagamento, erosão e raízes expostas) serão consideradas como zeradas.

Nesse caso, os fatores de correção referentes às ocorrências mencionadas ficam iguais a 1,0. Para as ocorrências de cobertura vegetal e vegetação lateral, é considerado que a soma dessas sejam iguais ao comprimento da trilha, de forma que o fator de ocorrência também seja 1,0 como as anteriores. Os demais, dependem de fatores imutáveis como rampas, comprimento das trilhas, precipitação e horário de funcionamento do Parque, logo, não sofreram modificações nessa simulação.

4.3.1 CACHOEIRA DOS MACACOS – IDA

Tabela 15 – Simulação de Rocha et. al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida:
Ocorrências.

Tipo de Ocorrência	Lineares (m)	Pontuais (m)	Total (m)
Acessibilidade Média	570	0	570
Acessibilidade Ruim	317	0	317
Vegetação	1.384	0	1.384
Alagamento	0	0	0
Erosão	0	0	0
Raízes Expostas	0	0	0

Fonte: Autor (2022).

Tabela 16 – Simulação de Rocha et. al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida:
Ocorrências: Fatores de Correção

FCac	FCal	FCbsol	FCero	FCeven	FCprec	FCraiz	FCsoc
0,245	1,000	1,000	1,000	0,858	0,812	1,000	0,166

Fonte: Autor (2022).

Tabela 17 – Simulação de Rocha et al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Ida:
Resultados.

Índice	Valor
CCF	11.072
CCR	314
CCE	314
VD	39
VA	14.235

Fonte: Autor (2022).

4.3.2 CACHOEIRA DOS MACACOS – VOLTA

Tabela 18 – Simulação de Rocha et. al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Volta: Ocorrências.

Tipo de Ocorrência	Lineares (m)	Pontuais (m)	Total (m)
Acessibilidade Média	1.255	0	1.255
Acessibilidade Ruim	0	0	0
Vegetação	1.446	0	1.446
Alagamento	0	0	0
Erosão	0	0	0
Raízes Expostas	0	0	0

Fonte: Autor (2022).

Tabela 19 – Simulação de Rocha et. al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Volta: Fatores de Correção.

FCac	FCal	FCbsol	FCero	FCeven	FCprec	FCraiz	FCsoc
0,132	1,000	1,000	1,000	0,858	0,812	1,000	0,166

Fonte: Autor (2022).

Tabela 20 – Simulação de Rocha et al. (2021) na Trilha Cachoeira dos Macacos – Volta: Resultados.

Índice	Valor
CCF	15.568
CCR	176
CCE	176
VD	22
VA	8.030

Fonte: Autor (2022).

4.3.3 LAGO DOS ESPELHOS E LAGO NEGRO

Tabela 21 – Simulação de Rocha et. al. (2021) nas trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro:
Ocorrências.

Tipo de Ocorrência	Lineares (m)	Pontuais (m)	Total (m)
Acessibilidade Média	400	0	400
Acessibilidade Ruim	0	0	0
Vegetação	1.446	0	1.446
Alagamento	0	0	0
Erosão	0	0	0
Raízes Expostas	0	0	0

Fonte: Autor (2022).

Tabela 22 – Simulação de Rocha et. al. (2021) nas trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro:
Fatores de Correção.

FCac	FCal	FCbsol	FCero	FCeven	FCprec	FCraiz	FCsoc
0,648	1,000	1,000	1,000	0,856	0,812	1,000	0,167

Fonte: Autor (2022).

Tabela 23 – Simulação de Rocha et. al. (2021) nas trilhas Lago dos Espelhos e Lago Negro:
Resultados.

Índice	Valor
CCF	12.485
CCR	942
CCE	942
VD	85
VA	31.025

Fonte: Autor (2022).

4.3.4 SIMULAÇÃO: RESULTADOS FINAIS

Tabela 24 – Simulação de Rocha et al. (2021) para o Circuito das Águas sem ocorrências.

Trilha	Visitantes Diários
Cachoeira dos Macacos - Ida	39
Cachoeira dos Macacos – Volta	22
Lago dos Espelhos e Lago Negro	85
TOTAL	146

Fonte: Autor (2022).

Portanto, considerando a simulação feita, na qual haveria uma situação de trilha ideal com todas as ocorrências zeradas (alagamento, erosão, e raízes expostas) e solo fértil possibilitando vegetação passível de formar sombras ao longo das trilhas, tem-se um número máximo de 146 visitantes diários para o Circuito das Águas do Parque Estadual do Ibitipoca.

O resultado na simulação é cerca de 70% superior ao encontrado no item 4.2 que considera os dados de campo de novembro/2022 e a adaptação de Rocha et. al. (2021), demonstrando que o tratamento das ocorrências possibilita um número de visitantes maior, porém ainda menores que os exorbitantes resultados do NBV.

4.4 SEGURANÇA DO TURISTA E RISCO GEOLÓGICO

É importante destacar neste trabalho uma observação feita ainda em campo que se faz necessário trazer ao debate e propor recomendações de soluções aos gestores deste Parque. O Paredão de Santo Antônio é uma parede vertical rochosa, que pode ser avistado por praticamente todo o Circuito das Águas, tem no seu topo uma das trilhas de acesso a Cachoeira dos Macacos e na base é acompanhado pelo curso das águas do Rio do Salto.

Ao longo das trilhas sobre o Paredão, diversos são os mirantes instalados que fazem vista para os principais pontos atrativos do Circuito das Águas. Esses mirantes, assim como alguns trechos ao seu entorno, contam com barreiras de proteção na forma de guarda-corpo, estes por sua vez não apresentam continuidade, havendo alguns pontos em que simplesmente deixam de existir, deixando os visitantes expostos a um sério risco de queda.

Figura 18 – O Paredão de Santo Antônio.



Fonte: Autor (2022).

O Parque Estadual do Ibitipoca é de uma formação geológica muito frágil e quebradiça, sendo grande parte formada por rochas do tipo quartzito (ROCHA et. al., 2020a). Os visitantes ao caminharem muito próximos à borda do Paredão ou até mesmo sentarem nelas (situação flagrada em campo) estão completamente expostos ao risco. As Figuras 17 e 18 expõem a situação mencionada: na parte superior é mostrada uma situação onde há descontinuidade do guarda-corpo; à direita é mostrada uma região onde o Paredão apresenta algum tipo de descolamento (soltaram placas em algum momento); na parte inferior está parte do atrativo Prainha, local onde muitos visitantes se acomodam em contemplação.

O ideal, nesse caso, seria que o guarda-corpo acompanhasse toda a extensão do Paredão devido a sua constituição geológica ser quartzito. A sua erosão dá origem ao solo arenoso que aumenta o risco de escorregamentos principalmente no período chuvoso. O acidente em Capitólio (MG) ocorreu numa área com geologia semelhante ao Parque Estadual do Ibitipoca.

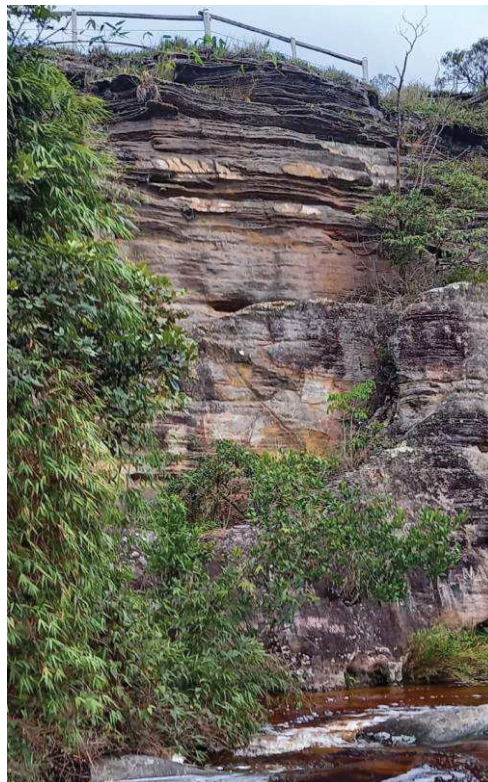
Na Figura 19, é mostrada uma placa que sinaliza o risco de queda em mais um trecho de descontinuidade dos guarda-corpos que não impede o turista de se aproximar da borda para contemplação, fazer registro fotográfico ou até mesmo se sentar na região.

Figura 19 – Os riscos do Paredão de Santo Antônio.



Fonte: Autor (2022).

Figura 20 – Guarda-corpo e os riscos do Paredão de Santo Antônio.



Fonte: Autor (2022).

Figura 21 – Placa sinalizadora no Paredão de Santo Antônio.



Fonte: Autor (2022).

Figura 22 – Descontinuidade do guarda-corpo no Paredão de Santo Antônio.



Fonte: Autor (2022).

Figura 23 – Descontinuação do guarda-corpo no Paredão de Santo Antônio.



Fonte: Autor (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O uso público das Unidades de Conservação tem aspecto por vezes controverso, pois deve ser garantido o direito ao meio ambiente equilibrado ao mesmo tempo em que a visitação é difundida sob as áreas de preservação. No caso do Parque Estadual do Ibitipoca, as características ambientais por lá encontradas acenam para uma aceleração dos impactos nas trilhas se considerado a probabilidade do fluxo turístico desordenado, podendo ocasionar processos erosivos principalmente na época de chuvas.

As metodologias focadas na qualidade da experiência durante a visitação, como no caso do NBV, demandam um planejamento anterior bem estabelecido para que se tornem eficazes, ao passo que as metodologias quantitativas – como a adaptação de Rocha et al. (2021) – se apresentam como partida para iniciar a gestão e o planejamento do uso público de UC, devendo ser acompanhada por outros programas de monitoramento e educação ambiental (SILVA, 2020).

De fato, em um primeiro momento, é necessário um número balizador de visitantes. Posteriormente, os gestores devem dar início a gestão propriamente dita, através de monitoramento, sinalização, manejo e trabalhos educativos com a comunidade a fim de avaliar o nível de impacto admissível.

Questões como o grau de dificuldade das trilhas – distância e perfil do terreno – bem como a avaliação da experiência do visitante e sua percepção ao ambiente devem ser levantadas. Schutte (2009) indica a aplicação de metodologias quantitativas e qualitativas em conjunto, de forma a fundamentar as tomadas de decisões dos gestores de UC's.

Uma metodologia de capacidade de suporte de custo reduzido e que possa ser aplicável pelos próprios funcionários das unidades, pode auxiliar os gestores de áreas protegidas a fazer o manejo sustentável de suas trilhas. Ademais, o levantamento dos impactos antrópicos, das raízes expostas, da cobertura vegetal, da erosão, e do alagamento feitos por meio de receptores GNSS complementando pela acessibilidade através das rampas, permite formar inventário detalhado de cada trilha.

O NBV revela, através de seus números exorbitantes de capacidade de suporte, uma não adequação em aplicações em Unidades de Conservação de pequeno porte como é o caso do

PEIb. Colocar em prática o que sugere os números, caracteriza trabalhar com a capacidade de carga em um patamar superior ao que é considerado saudável ao ambiente natural e à qualidade da experiência de visitação.

Em UC's de pequena extensão, a adaptação de Rocha et al. (2021) tem se mostrado mais indicado, uma vez que os fatores ambientais associados, aliados à grande demanda de visitação, exigem caráter mais conservador quanto ao estabelecimento do número máximo de visitantes diários. Por outro lado, a metodologia NBV se mostra mais indicada em UC's de maiores extensões ou locais abertos – como por exemplo o Parque Nacional do Iguaçu – nos quais não apresentem trilhas com uma sucessão de atrativos com dimensões desiguais e que os fatores ambientais sejam de menor relevância.

Ademais, as metodologias de capacidade de suporte desde que foram criadas, apresentam-se como instrumentos para o ordenamento e planejamento do uso público de áreas naturais. Variadas metodologias foram e ainda são criadas a partir de adaptações, e, portanto, uma metodologia não será mais importante ou prevalecerá sobre as outras. O que deve ser proposto é o estudo sobre as características físicas e sociais da UC, visando estabelecer a metodologia que mais se adequa aos atributos encontrados.

Nenhuma metodologia de capacidade de carga é suficiente para dar conta da complexidade dos ecossistemas. O monitoramento deve ser constante e periódico, é através dele que os gestores irão saber se o valor encontrado poderá ser ampliado ou reduzido ao longo do tempo. É interessante acompanhar os impactos na água (análises físico-químicas e biológicas em pontos de maior frequência de turistas), na vegetação (se há regeneração ou não) e na fauna que circula por essas áreas. O importante é manter a resiliência dessas áreas protegidas e em harmonia com a visitação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Marcello Pinto de. **Avaliação do Manejo da Visitação no Parque Nacional do Caparaó-MG**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015, 62p.
- CETEC. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Diagnóstico ambiental de Minas Gerais. Belo Horizonte; 1983, 158p.
- CIFUENTES, M. **Determinación de Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas**. Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1992.
- FONTOURA, L. M. & SIMIQUELI, R. F. **Análise da capacidade de carga antrópica nas trilhas do Circuito das Águas do Parque Estadual do Ibitipoca, MG**. Monografia (especialização), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006. 80p.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Plano Diretor de Organização Territorial e Desenvolvimento do Turismo em Conceição de Ibitipoca**. Belo Horizonte, 2000. 325p.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002
- ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério de Meio Ambiente. Roteiro Metodológico para Manejo de Impactos de Visitação: com Enfoque na Experiência do Visitante e na Proteção dos Recursos Naturais e Culturais. Brasília: ICMBio, 2011, 88 p.
- NETO, L. M. et al. Orchidaceae do Parque Estadual de Ibitipoca, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica [online]**, v. 21, n. 3, 2007, pp. 687-696. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000300015>>. Acesso em: 17 Dezembro 2022
- MINAS GERAIS. Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais. Adendo ao Plano de Manejo do Parque Estadual do Ibitipoca: Atualização do estudo de capacidade de carga contido no Programa de Visitação - Encarte 2. Belo Horizonte: IEF, 2014, 67p.

MINAS GERAIS. Instituto Estadual de Florestas. Parque Estadual do Ibitipoca. **Portal Meio Ambiente MG**. Disponível em:

<<http://www.ief.mg.gov.br/component/content/192?task=view>> . Acesso em: 26 de abril de 2020

MINAS GERAIS. Secretaria-Geral. Agencia Minas. **Parque Estadual do Ibitipoca amplia número de visitantes diários**. Disponível em:

<<https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/parque-estadual-do-ibitipoca-amplia-numero-de-visitantes-diarios>> . Acesso em: 17 Dezembro 2022

OMENA, Michel T. R. N. de. Parque Nacional de São Joaquim: **Do papel a realidade: Uma proposta para a gestão do uso público**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014, 164p.

ROCHA, C. H. B., FONTOURA, L. M., VALE, W. B. D., CASTRO, L. F. D. P., DA SILVA, A. L. F., PRADO, T. D. O., & DA SILVEIRA, F. J. Carrying capacity and impact indicators: analysis and suggestions for sustainable tourism in protected areas–Brazil. **World Leisure Journal**, v. 63, n. 1, p. 73-97, 2021. <https://doi.org/10.1080/16078055.2021.1888000>

ROCHA, C. H. B.; VALE, W. B.; CASTRO, L. F. S.; PARAVIDINO, J. M.; SILVA, A. L. F.; PRADO, T. O.; SILVEIRA, F. J. Resiliência e Capacidade de Suporte do Parque Estadual do Ibitipoca (MG). **Principia**, Juiz de Fora, v. 20, n. 1, p. 12-23, 2020a.

ROCHA, C. H. B.; CASTRO, L. F. P; VALE, W. B. Em busca de uma metodologia de capacidade de suporte em trilhas: aplicação no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *In: Poletto, C. et. al. (Org.). Congresso Internacional de Engenharia Ambiental e 10ª Reunião de Estudos Ambientais, 2020, Porto Alegre. Anais...* Porto Alegre: Editora GFM, p. 270-289, 2020b.

SANCHES-PIVOTO, A.; ALVES, A.F.; DIAS, V.N. Efeitos e transformações gerados pelo turismo no contexto territorial do parque estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, São Paulo, v. 14, n.2, p. 46-63, maio/ago. <http://dx.doi.org/10.7784/rbtur.v14i2.1751>

SCHUTTE, Michel de Souza. **Pedra do Sino**: impacto sobre a biota e capacidade de carga turística de uma trilha no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. 2009. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

SILVA, A.L.F. 2020. **Levantamento do estado da arte das metodologias de capacidade de suporte com aplicação no Circuito das Águas, Parque Estadual do Ibitipoca, MG, Brasil**, 161p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.

ANEXO A – MAPAS DE ÁREAS DISPONÍVEIS POR ATRATIVOS DO CIRCUITO DAS ÁGUAS, SILVA (2020)

