

Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável

**PAISAGENS E TRILHAS:** Uma Abordagem Sustentável para o Turismo de Visitação na Chapada dos Veadeiros - Goiás

Romero Gomes Pereira da Silva  
Dissertação de Mestrado

Brasília - DF, agosto de 2014



Universidade de Brasília  
Centro de Desenvolvimento Sustentável

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**PAISAGENS E TRILHAS:** Uma Abordagem Sustentável para o Turismo  
de Visitação na Chapada dos Veadeiros - Goiás

Romero Gomes Pereira da Silva

Orientador: Carlos Hiroo Saito

Dissertação de Mestrado

Brasília - DF, agosto de 2014

SILVA, ROMERO GOMES PEREIRA

**PAISAGENS E TRILHAS:** Uma Abordagem Sustentável para o Turismo de Visitação na Chapada dos Veadeiros – Goiás./ Romero Gomes Pereira da Silva.

Brasília, 2014.

92 p.: il.

Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias, somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Assinatura

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**PAISAGENS E TRILHAS: Uma Abordagem Sustentável para o Turismo  
de Visitação na Chapada dos Veadeiros - Goiás**

Romero Gomes Pereira da Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Desenvolvimento Sustentável.

Aprovado por:

---

Carlos Hiroo Saito, Doutor (CDS\UnB)  
(Orientador)

---

José Luiz de Andrade Franco, Doutor (CDS\UnB)  
(Examinador Interno)

---

Valdir Adilson Steinke, Doutor (GEA\UnB)  
(Examinador Externo)

Brasília-DF, agosto de 2014.

Dedico este trabalho a  
todos que colaboraram  
para seu desenvolvimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, familiares, e amigos pelo apoio e por resistiram a minha ausência, ansiedades e chatices.

Ao apoio irrestrito do orientador Carlos Hiroo Saito. Grato por todas as oportunidades e desafios oferecidos. A minha admiração pelo seu mérito de clarear ideias, propor novos questionamentos e delinear caminhos.

Ao professor Carlos Henke de Oliveira, respeito e agradecimento por ser amigo, professor, inventor e orientador um tanto “louco”. Sem ele não chegaria onde estou.

A Raquel Fetter, que levou o tema de estudo para o Laboratório de Ecologia Aplicada (ECOA), assim como sua disponibilidade de ajudar.

A todos os amigos do ECOA. Em especial, Everaldo e Ronaldo pela ajuda em campo, auxílios extras, pelas boas risadas e pelo companheirismo.

Aos amigos do mestrado, de disciplinas, de projetos e aos velhos amigos de Anápolis.

Ao corpo docente do CDS, assim como técnicos e funcionários.

A administração do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros em especial: Luciana, Rafael e Carla.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Durante toda execução do trabalho, muitas pessoas passaram pelo meu caminho e de alguma forma contribuíram. Deixo os meus sinceros agradecimentos a vocês.

“Sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês.”

Augusto Branco

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim terás o que colher.”

Cora Coralina

## RESUMO

Os sistemas de informações geográficas podem incorporar na análise da paisagem o conceito de *viewshed*, ou seja, a modelagem do “campo de visão” partindo de um alvo para mapear regiões visíveis. Essa abordagem é útil para conduzir o planejamento de trilhas, serve como apoio à tomada de decisões e reduz a subjetividade nas avaliações de impacto visual de possíveis empreendimentos. Mais importante que o modelo, é sua aplicabilidade no turismo de natureza. Ao aportar a análise no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, região de potencial turístico e de fragilidades ambientais, esse trabalho propõe investigar o modelo e suas variáveis de entrada frente às demandas do turismo de visitação, permitindo estabelecer um grau de confiança ao seu uso e, assim, propor dois tipos de aplicações. A primeira identificou quatro pontos estratégicos para a contemplação da paisagem na trilha dos Saltos e a segunda indicou regiões propícias à alocação de mirantes ou trilhas. Os resultados permitem, portanto, vislumbrar soluções relativamente baratas (ou menos custosas), tanto em termos financeiros, quanto em impactos ambientais, porém com grande potencial turístico em áreas protegidas.

Palavras-chave: *viewshed*, campo de visão, modelagem, paisagem, trilhas.



## **ABSTRACT**

The Geographic Information Systems can incorporate the concept of viewshed in the landscape analysis, or in other words, the modeling of the “vision field” starting from a target in order to map visible regions. This approach is useful to conduct the planning of trails, it works as a support to the decision-making and it reduces the subjectivity in the evaluations of visual impact of potential projects. More important than the model is its applicability in the tourism of nature. When performing the analysis in the national park of Chapada dos Veadeiros, region of touristic potential and environmental fragilities, this work proposes to investigate the model and its variables of entrance, facing the demands of visiting tourism, as it allows the establishment of a level of confidence to its use and, therefore, to propose two types of applications. The first has identified four strategic points to contemplate the landscape in the trail of Saltos and the second has indicated conducive regions to the allocation of viewpoints or trails. The results allow, thus, the visualization of relatively cheap (or less expensive) solutions, either in financial terms, or in environmental impacts, but with large touristic potential in protected areas.

Keywords: viewshed, vision field, modeling, landscape, trails.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Visibilidade dos pontos p1 e p4 que são visíveis a partir de p0.....	22
Figura 2 - Municípios que compõem a região da Chapada dos Veadeiros.....	25
Figura 3 - Áreas protegidas na região da Chapada dos Veadeiros .....	26
Figura 4 - Chapada dos Veadeiros vista do mirante da torre .....	27
Figura 5 - Unidades Geológicas na área do PNCV e entorno .....	28
Figura 6- Ocorrência de canela-de-ema ao longo da trilha das Cariquinhas (PNCV).....	29
Figura 7- Diversidade fitofisionômica na Chapada dos Veadeiros.....	30
Figura 8 - Mapeamento de uso da terra na região da Chapada dos Veadeiros.....	31
Figura 9 - Localização do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros .....	35
Figura 10 - Trilhas no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. ....	39
Figura 11 - Visitantes nas trilhas do PNCV. ....	40
Figura 12 - Cachoeira dos Saltos (80 e 120 m). Autor: SILVA, R.G.P. (2013).....	41
Figura 13 - Cachoeira das Cariquinhas.....	42
Figura 14 - Cânion II. ....	42
Figura 15- Fluxograma das etapas metodológicas.....	43
Figura 16 - MDE obtido no TOPODATA (INPE, 2008). ....	45
Figura 17 - Representação espacial do conceito de viewshed. ....	46
Figura 18 - Representação de um viewshed booleano (visível/não visível).....	50
Figura 19 - Representação do ponto de observação dos modelos.....	52
Figura 20 - Montagem do equipamento e Representação da visibilidade noturna .....	55
Figura 21 - Representação dos três modelos de viewshed e do trajeto percorrido .....	55
Figura 22 - Erros e acertos do modelo em relação aos dados reais.....	56
Figura 23- Identificação dos 17 pontos de observação na trilha dos Saltos. ....	60
Figura 24- Procedimento de tomadas de fotografias no ponto 1 da trilha.....	61
Figura 25 - Análise dos primeiros quatro pontos de viewsheds.....	64
Figura 26 - Área e redundância nos 17 viewsheds obtidos. ....	65
Figura 27- Contribuição para otimização do campo de visão ao longo da trilha. ....	67
Figura 28- Fotomosaicos panorâmicos (360°) dos 4 pontos elencados. ....	68
Figura 29- Cachoeira das Cariocas (superior) e Cachoeira dos Saltos (inferior) .....	71
Figura 30 - Representação de áreas de <i>viewshed</i> reverso. ....	73
Figura 31 - Localização de trilhas que chegam a pontos "singulares" (mirantes). ....	75
Figura 32 - Diversidade cênica na Chapada dos Veadeiros.....	76
Figura 33 - Vegetação na área de "intersecção de viewsheds" - cerrado rupestre.....	77
Figura 34 - Cachoeira dos Saltos realizada na área de "intersecção de viewsheds". ....	77
Figura 35 - Placa de entrada Mirante da Janela "Portaria Educativa – Entrada R\$ 10,00" ...	78
Figura 36 - Disponibilidade de escadas e corrimão ao longo da trilha - Mirante da Janela. .	79
Figura 37 - Cachoeira dos Saltos e vale do rio Preto avistado do Mirante da Janela. ....	80
Figura 38- Cerrado rupestre ao longo das trilhas que saem do Mirante da Torre.....	80
Figura 39- Vista das encostas do rio Preto ao fim da Trilha 3. ....	81
Figura 40- Vista do Mirante do Abismo. ....	81

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Proporção da distância percorrida entre visibilidade e não-visibilidade nos três modelos de viewsheds analisados.....	56
Tabela 2 - Comparação percentual entre os <i>viewsheds</i> modelados e o experimento de campo.....	57
Tabela 3 - Área de cada <i>viewshed</i> .....	62

## LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Localização em coordenadas geográficas dos principais pontos turísticos do PNCV.....	71
---	----

## **LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS**

ANDA-BRASIL - Confederação Nacional de Esportes Populares

APA - Área de Proteção Ambiental

CCR - Capacidade de Carga Recreativa

EMBRATUR - Empresa Brasileira de Turismo

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IVV – Internationaler Volkssporter Verbunder

LED - Light Emitting Diodes

LV - Linhas de Visão

MDE - Modelo Digital de Elevação

PNCV - Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros

RESBIO - Reserva da Biosfera

RPPN - Reserva Particular de Patrimônio Natural

SAPHIRA - Sistema de Aquisição, Processamento, Hospedagem e Integração de Informações sobre Recursos Ambientais

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

UC - Unidade de Conservação da Natureza

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

VGI - Informação Geográfica Voluntária

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE QUADRO	
LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS	
INTRODUÇÃO.....	1
<b>PARTE I - ASPECTOS GERAIS .....</b>	<b>5</b>
1 REFERENCIAL TEÓRICO .....	5
1.1 TURISMO DE NATUREZA .....	5
1.2 ÁREAS PROTEGIDAS E TURISMO.....	7
1.3 PLANOS DE MANEJO .....	11
1.4 MÉTODOS PARA PLANEJAMENTO E GESTÃO DE TRILHAS DE VISITAÇÃO ...	12
1.5 ECOLOGIA DA PAISAGEM NO PLANEJAMENTO DE TRILHAS DE VISITAÇÃO.	14
1.5.1 ANÁLISE DA PAISAGEM .....	17
1.5.2 ANÁLISE DA PAISAGEM E SIG .....	20
1.5.3 TÉCNICA DE VIEWSHED.....	21
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
2.1 ÁREA DE ESTUDO: CHAPADA DOS VEADEIROS .....	24
2.1.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA REGIÃO DA CHAPADA DOS VEADEIROS .	27
2.1.2 ASPECTOS ECONÔMICOS .....	32
2.1.3 O PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS (PNCV).....	34
2.1.4 TURISMO NO PNCV .....	37
2.1.5 CARACTERIZAÇÃO DAS TRILHAS DE VISITAÇÃO NO PNCV .....	38
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	43
2.2.1 LEVANTAMENTO DA BASE DE DADOS BÁSICA .....	44
2.2.2 APLICAÇÃO DOS MODELOS DE <i>VIEWSHED</i> .....	46
2.2.3 VALIDAÇÃO DE CAMPO DO MODELO DE <i>VIEWSHED</i> .....	47
2.2.4 IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS ESTRATÉGICOS .....	47
2.2.5 IDENTIFICAÇÃO DE NOVAS TRILHAS COM POTENCIAL TURÍSTICO .....	48
<b>PARTE II - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>49</b>
3 VALIDAÇÃO DO MODELO DE <i>VIEWSHED</i> COMO TÉCNICA DE APOIO AO PLANEJAMENTO DE TRILHAS DE VISITAÇÃO .....	49
3.1 GERAÇÃO DE MODELOS DE VIEWSHED.....	50

3.2 VALIDAÇÃO DO MODELO DE <i>VIEWSHED</i> .....	53
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	54
4 LOCALIZAÇÃO DE PONTOS ESTRATÉGICOS QUE REPRESENTAM A DIVERSIDADE PAISAGÍSTICA NA TRILHA DOS SALTOS DO PNCV .....	59
4.1 ANÁLISE DA PAISAGEM NA TRILHA DOS SALTOS .....	59
4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
5 DEFINIÇÃO DE NOVAS REGIÕES PARA ALOCAÇÃO DE TRILHAS E PONTOS DE OBSERVAÇÃO TURÍSTICA .....	69
5.1 APLICAÇÃO DO <i>VIEWSHED</i> REVERSO .....	69
5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	70
<b>PARTE III - INTEGRAÇÃO FINAL</b> .....	<b>82</b>
CONCLUSÃO .....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85

## INTRODUÇÃO

Caminhar é a prática espontânea de locomoção mais universal da humanidade. Ela se vislumbra como uma modalidade democrática, porque, sendo um exercício natural, se respeitados os limites dos praticantes, pode ser vivenciada por qualquer pessoa em qualquer idade, em qualquer espaço (DE GÁSPARI; SCHWARTZ, 2005). Além de democrática, é uma prática não competitiva. Não haverá vencedores ou derrotados se um grupo atravessar uma floresta. A vitória nesse caso será a experiência íntima de cada um (GASQUES, 1986).

Thoreau (2006) ao dissertar sobre a arte de caminhar faz um elogio ao homem em contato com a natureza. Para ele, andar a pé em uma floresta traz benefícios físicos e mentais. Para ele, quando o homem se afasta da vida atribulada dos centros urbanos e dos excessos do dia-a-dia ele se volta mais para o seu interior. Isso desperta a excitação de descobertas, a possibilidade de revelar novas habilidades e de forças cuja existência era insuspeita. Assim, o indivíduo se lança a novas experiências aguçando um conjunto de sensações como o prazer, a satisfação e o bem-estar (CARVALHINHO *et al.*, 2010).

Dado os benefícios de caminhar em trilhas junto à natureza, essa prática tem sido um recurso amplamente estimulado por proporcionar uma conscientização ambiental, a partir da experiência prática e da reflexão. Ela atua como forma de educação ambiental não formal e apresenta a melhor relação de custos e benefícios para a manutenção e preservação da natureza (FERREIRA, 2005). Para os gestores de áreas protegidas abertas ao uso público, ter uma boa frequência de visitação é uma forma de atrair mais atenção e justificativas ao poder público para a necessidade de investimentos e manutenção (KINKER, 2002).

Do ponto de vista técnico e de gestão, as trilhas de visitação no interior de áreas naturais são alvos de manejo e planejamento a fim de buscar aproximar o visitante da natureza, proporcionando-lhe satisfação com o contato e contemplação da paisagem. Recai, portanto, sob os administradores destas áreas a responsabilidade de resguardar os recursos paisagísticos e a biodiversidade, objetos de preservação, através de práticas conservacionistas e educativas. O prazer de caminhar junto à natureza pode vir com a disponibilidade de informações úteis para uma melhor assimilação do espaço, de infraestrutura básica que garanta segurança e conforto, de lugares propícios para interpretação, educação ambiental e atividades recreativas. Conciliar tais objetivos, por vezes conflitantes, é o grande desafio na gestão de áreas naturais onde é permitido o uso público (VASCONCELLOS, 1997).



Ao planejar e gerir uma trilha de visita o   necessário conhecer, portanto, as potencialidades e fragilidades do local. Trilhas utilizadas de forma desordenada e sem levar em conta os aspectos físicos como relevo, solo, hidrografia e vegeta o, por exemplo, podem contribuir para o desencadeamento de impactos negativos, potencializados pelo não entendimento da dinâmica física do local (MAGANHOTTO *et al.*, 2009). Para que o turismo de visita o seja sustentável, são importantes constantes análises da paisagem que possibilitem indicar as melhores áreas para realizar caminhadas, visando o bem-estar do visitante assim como a manuten o do ambiente preservado (COSTA, 2008).

Nesse panorama   pertinente o desenvolvimento de métodos e análises que permitam visualizar a dinâmica da paisagem, sob o ponto de vista do turista que busca a natureza pela simples contempla o, pelo prazer do exercício, do contato com os recursos naturais, pela companhia dos amigos, dos registros fotográficos, etc. (BECK, 1989). Esse tipo de análise poderá servir como estudo locacional de potenciais pontos para visita o e/ou contempla o da natureza, auxiliando no planejamento e gestão de trilhas de visita o. Nessa perspectiva, Fetter (2010) identificou áreas para aprecia o onde não era possível a visita o turística. Bartie e Mackaness (2006) elaboraram guias turísticos que auxiliam a interpreta o ambiental. Joly *et al.* (2009) e Jones (2006) relacionaram o design de paisagens com o apreço visual dado pelo visitante.

Para o alcance de tais esforços,   necessário obter e analisar um conjunto de dados relacionados aos elementos da paisagem que deem suporte na tomada de decisão de gestores e/ou administradores de áreas protegidas. Eles necessitam de uma base factual de dados para inferir o que pode ser disponibilizado ao turista por meio de informaçoes ou de a oes práticas evitando os danos ambientais. Assim, a constru o de modelos e simula oes na fase de planejamento se mostra como etapa fundamental para o entendimento do conjunto de dados da paisagem, bases para a análise ambiental (BORGES, 2011). Ao fazer uso de uma modelagem que leva em conta o campo de visão, o presente trabalho lança uma contribui o científica ao turismo de natureza ao possibilitar o conhecimento prévio dos locais visíveis (ou dos não visíveis) para a decisão e implanta o de projetos que causam impactos na paisagem (LANDOVSKY; MENDES, 2011).

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

O objetivo da dissertação é testar uma metodologia com base em geoprocessamento que permita integrar a valorização da paisagem nos processos de ordenamento e planejamento territorial visando à sustentabilidade no turismo de visitação na Chapada dos Veadeiros-GO.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar o potencial de uma metodologia de análise da paisagem no planejamento e manejo de trilhas para o turismo de visitação em áreas naturais;
- Identificar pontos estratégicos para interpretação e contemplação da natureza;
- Implementar o conceito de *viewshed* reverso de forma a identificar as regiões a partir das quais atrativos turísticos podem ser visíveis;
- Identificar novas rotas e regiões com potencial turístico;
- Compreender os benefícios do uso de modelagem no turismo de visitação.

Exposto o enquadramento temático e os objetivos deste trabalho que concernem na análise da paisagem na Chapada dos Veadeiros (Goiás), mais precisamente nas trilhas do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) e áreas do seu entorno, a estrutura da dissertação está dividida em três partes. A primeira parte do estudo (aspectos gerais) é realizada a fundamentação teórica e conceitual. Para tanto, foram levantados conceitos e tendências do turismo de visitação em áreas protegidas, bem como algumas especificidades e métodos de análise da paisagem com vistas no planejamento de trilhas de visitação.

Na segunda parte são apresentados os resultados em forma de artigos científicos da análise da paisagem na Chapada dos Veadeiros. No primeiro instante, um estudo de caso apresenta e demonstra a modelagem de *viewshed* como método eficiente na gestão de trilhas (Capítulo 3). Após o detalhamento do modelo, foram usadas duas aplicações que focam distintas estratégias para proporcionar certo grau de sustentabilidade ao turismo de visitação. A primeira (Capítulo 4) incorpora conceitos ecológicos à técnica de

geoprocessamento para definir pontos estratégicos de descanso, interpretação e educação ambiental. A segunda (Capítulo 5) faz uso de uma abordagem sistêmica da geografia na análise ambiental para localizar alvos potenciais a serem visualizados e assim definir áreas propícias a instalação de mirantes e novas rotas em áreas próximas à protegida.

Por mais que o ato de caminhar seja considerado algo simples e sem maiores pretensões, o fato de ser praticado junto à natureza requer a aplicação de métodos científicos para que ele não se torne um risco ambiental. Afora o caráter preventivo de impactos, o planejamento pode servir como ferramenta de conscientização ambiental. Posto a importância do planejamento e análise ambiental em trilhas de visitação baseada na análise da paisagem, a última parte (integração final) evidencia a compreensão do método frente aos diferentes resultados que precisam ser confrontados às demandas do turismo sustentável.

## PARTE I - ASPECTOS GERAIS

### 1 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 1.1 TURISMO DE NATUREZA

Após o século XIX, por influência do romantismo, começou a surgir entre artistas e intelectuais norte-americanos, uma valorização e apreciação estética das paisagens naturais. O divino passou a ser reconhecido na natureza selvagem (*wilderness*) e a sensação de satisfação dos humanos passou a ser relacionada a uma vida simples e próxima à natureza. Essa visão contrastava à visão dos pioneiros europeus que hostilizavam as florestas devido as possíveis ameaças que elas representavam (NASH, 1982; RUNTE, 1979).

Meyer-Arent (2007) considera que a Revolução Industrial teve um marco no fortalecimento da tendência de visitação de espaços naturais, já que as pessoas passaram a ter tempo disponível para atividades recreativas contrapondo com o crescimento da concentração populacional nos centros urbanos, na melhoria no padrão de vida e na popularização do automóvel. Apesar de criar condições, a busca de tempo para recreação e lazer não foi algo incorporado na vida das pessoas como previsto. O manifesto publicado como “O direito à preguiça” (LAFARGUE, 1880) retrata o luta contra o padrão capitalista que explorava cada vez mais a força de trabalho. O manifesto se constitui numa defesa do direito dos trabalhadores (classe proletária) ao tempo de lazer e descanso como um elemento fortalecedor do corpo e do espírito dos operários.

Nos Estados Unidos o desenvolvimento do turismo junto à natureza surgiu concretamente após a criação do Parque Nacional de Yellowstone (WYOMING, EUA), criado em 1872. Dada a beleza da região e o fato de várias outras áreas com características similares terem desaparecido diante do processo de colonização, o Estado achou necessário preservar aquela área para que as futuras gerações pudessem desfrutar das suas belezas naturais. Este fato impulsionou o surgimento de uma rede de proteção ambiental de parques protegidos, cuja principal atividade dos parques era o turismo de visitação. A criação do parque extrapolou fronteiras e seu modelo foi replicado em diversos países como Canadá, Nova Zelândia, Austrália, África do Sul, México, Argentina, Chile, Equador, Venezuela e Brasil, entre outros (MEYER-ARENDE, 2007).

No Brasil, a definição das primeiras áreas de proteção passou ao largo da tradição romantista e incorporou mais características racionalistas (vindas do iluminismo). Dessa

forma, a área de proteção era muito mais relacionada ao seu valor político e instrumental para o progresso do que base para contemplação e outro valor estético (PÁDUA, 2002). Assim, as primeiras propostas de criação de parques (parque em Sete Quedas e na Ilha do Bananal) feitas por André Rebouças (1838 – 1898) em 1876, desconsideraram o papel inspirador e vislumbrou a potencialidade do turismo, atividade econômica que na época já parecia ser promissora. (SANTOS; GRISI, 1999)

De acordo com Mckercher *et al.* (2002) o turismo de natureza engloba ecoturismo, turismo de aventura, turismo de visitação (caminhas). D' Amore (1993) relaciona todas essas tendências a dois fatores: a procura por qualidade de vida, quando o homem sente a necessidade de achar um espaço fora do urbano e do caos, que lhe transmita calma e alivie o estresse; e o surgimento e fortalecimento de uma ética ambiental.

Marinho (2003) relata que as práticas de lazer e recreação junto à natureza estão ampliando em número de praticantes e em modalidades de atividades. Além daqueles que buscam uma simples caminhada, contemplação da paisagem e contato com um recurso natural (rio, cachoeira), há ainda um crescimento do número daqueles que querem aventurar-se em expedições em alta montanha, *bungee-jumping*, *trekking*, *rafting*, *rappel*, *slide*, escalada, canoagem, rapel, *mountain-bike* e longas caminhadas. Essas atividades se caracterizam como turismo de aventura.

O turismo de visitação é uma importante parte do turismo de natureza, feito através de caminhadas em áreas naturais que consiste numa atividade desportiva de andar a pé pelo prazer do exercício físico e/ou contato com a natureza. É uma prática não competitiva, que se realiza sobre caminhos pré-determinados e planejados, que buscam aproximar pessoas da natureza e intervêm sobre aspectos turísticos ambientais e culturais (GABRIEL *et al.*, 2005).

As caminhadas na natureza, como uma prática de desporto, foram impulsionadas na França, após a Segunda Guerra Mundial, com objetivo de estimular as atividades no interior das províncias e na periferia das grandes cidades destruídas pela guerra, uma vez que o meio rural apresentava sequelas do período de guerra (ANDA-BRASIL, 2014). As caminhadas em áreas naturais têm o objetivo de: aproximar as pessoas da paisagem seja por interesse meramente de descanso e/ou de aventura, possibilitar a fuga dos ambientes urbanos conturbados e permitir o contato com recursos naturais como rios, cachoeiras, cavernas (RODRIGUES, 2006).

Ainda que caminhar seja uma prática essencialmente desportiva, a sua associação ao turismo de natureza tem sido crescente e benéfica para o desenvolvimento local. Entre os benefícios desta associação destacam-se as necessidades de alojamentos, hotéis, guias, restaurantes que favorecem o desenvolvimento socioeconômico, pois levam ao estabelecimento de iniciativas complementares à economia local (GONÇALVES; SANTOS, 2003).

Afora a prática amadora onde indivíduos partem da sua livre vontade para caminhar em áreas naturais, existem ONG's, associações, confederações e até uma federação internacional (Internacionaler Volksporfer Verbunder - IVV), com sede na Alemanha. Essa entidade máxima agrega confederações de 52 países, dentre elas o Brasil, com mais de 7.500 circuitos registrados e 20 milhões de adeptos (IVV, 2014). Tais instituições têm um papel importante na difusão e estímulo da prática de caminhada junto à natureza, promoção eventos, em representar e defender a caminhada e a manutenção dos recursos naturais perante os poderes constituídos. A Confederação Nacional de Esportes Populares, denominada de "Anda-Brasil", organiza e cadastra os circuitos nacionais, realizando a interlocução com entidades internacionais para qualificar e promover os roteiros e circuitos brasileiros. Em oito anos de existência a confederação contabiliza aproximadamente 100 mil associados (ANDA-BRASIL, 2014).

Dado o potencial, organização e o crescente interesse de turistas ficarem próximos à natureza, a caminhada em trilhas assume-se como um recurso importante para o lazer das pessoas e na conservação dos recursos naturais. Adicionalmente, quando bem planejadas e manejadas, trilhas podem aumentar o interesse do caminhante pela natureza e também pelo patrimônio histórico-cultural da região visitada, possibilitando promover o turismo do local visitado e minimizando as chances (que são grandes) de ocorrer impactos negativos (WALL, 1997).

## **1.2 ÁREAS PROTEGIDAS E TURISMO**

Estima-se que um terço da biodiversidade mundial esteja concentrado nos territórios brasileiros (ARRUDA *et al.*, 2001). A proteção de toda essa biodiversidade e o estabelecimento de espaços territoriais especialmente protegidos em toda a Unidade da Federação é atribuição do Poder Público como descrito na Constituição Federal, Capítulo VI – Do Meio Ambiente, Art. 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III, e VII (BRASIL, 1988). Uma das estratégias para alcançar os objetivos nacionais de conservação é o estabelecimento de áreas de proteção. Entende-se que esta é a melhor forma de diminuir a perda de

diversidade, conforme assinalado no artigo 8 da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB, 2013).

Das cinco tipologias de áreas protegidas existentes no Brasil (unidades de conservação da natureza; áreas de preservação permanente; reserva legal; terra indígena; áreas de reconhecimento internacional), a unidade de conservação da natureza (UC) é a que apresenta maior reconhecimento. Este fato está relacionado a dois fatores: em primeiro, por concentrar em um único instrumento e terminologia todas as principais tipologias anteriores de áreas protegidas que foram criadas no País desde os anos 1930; em segundo, porque, há uma consolidação normativa relacionada ao surgimento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela lei nº 9.985, regulamentado pelo decreto nº 4.340 (BRASIL, 2000). O SNUC estabelece critérios e normas para a criação, implantação e a gestão de UCs (MEDEIROS; GARAY, 2006).

Dos vários objetivos do SNUC, vale à pena ressaltar o Capítulo II, Art. 4º, inciso XII: “favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o ecoturismo” (BRASIL, 2000). Para que esse objetivo seja posto em prática deve-se considerar, em primeiro lugar, qual é a categoria da unidade de conservação da natureza, pois nem todas permitem a visitação pública para o lazer ou recreação.

O SNUC divide as categorias de UCs federais em dois grupos: proteção integral e uso sustentável. Cada um desses grupos possui categorias de unidades e características próprias. O grupo de proteção integral é formado por cinco categorias, sendo elas: estação ecológica, reserva biológica, parque nacional, monumento natural e refúgio de vida silvestre. Já no grupo de uso sustentável, as categorias são: Área de proteção ambiental, área de relevante interesse ecológico, floresta nacional, reserva extrativista, reserva de fauna, reserva de desenvolvimento sustentável, reserva particular do patrimônio natural (ICMBIO, 2013a).

O conjunto de Unidades de Conservação da Natureza, sob jurisdição federal, acrescido das demais áreas protegidas, estaduais e municipais, e adicionado das RPPN's, oferece rica diversidade cultural e condições para o desenvolvimento do turismo de natureza, no Brasil, com exceção das Reservas Biológicas e Estações Ecológicas, que não são utilizadas no turismo. Em geral, dentre as áreas protegidas, os Parques Nacionais, Estaduais e Municipais, as Florestas Nacionais, e as Áreas de Proteção Ambiental - APA's

são as escolhidas como locais preferenciais para execução do turismo de natureza (SAAB; DAEMON, 2000).

Os parques nacionais são a mais popular e antiga categoria de unidades de conservação da natureza. Nos termos do artigo 11 da Lei nº 9.985 (BRASIL, 2000), os parques nacionais, estaduais ou municipais têm como objetivo principal “a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico”. Para alcançar este objetivo, cada parque tem seu plano de manejo, elaborado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), balizado no conhecimento dos ecossistemas, dos processos naturais e das interferências antrópicas positivas ou negativas que os influenciam ou os definem e considerando os usos que o homem faz do território (ICMBIO, 2013a).

Até junho de 2014, o Brasil possuía 68 parques nacionais. Destes, 26 estão abertos oficialmente à visitação, com controle de entrada e cobrança de ingresso. O campeão de visitantes é o Parque Nacional da Tijuca, no estado do Rio de Janeiro. Os demais – com exceção do Pico da Neblina (AM) e do Araguaia (TO), fechados por questões jurídicas envolvendo sobreposição com terras indígenas – recebem algum fluxo de pessoas, embora em níveis diferentes de planejamento, normas e controle. Somente no ano de 2012, foram recolhidos aos cofres do ICMBio 24,3 milhões de reais oriundos de ingressos e serviços nos parques nacionais (ICMBIO, 2013b).

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), responsável pela gestão das Unidades de Conservação da Natureza (UC), tem incentivado o fim da obrigatoriedade do acompanhamento de guias turísticos dentro das áreas naturais e se possível a gratuidade de entrada nos parques. Em 2008, o instituto emitiu uma portaria (Instrução Normativa nº8 - ICMBIO, 2008) que estabelece como princípio que, exceto em casos de excepcional fragilidade do ecossistema, a contratação de condutores não deveria ser por imposição, mas apenas uma recomendação. A presença de trilhas autoguiadas e ações que foquem a sinalização nas trilhas e em locais que ofereçam perigo passaram a ser priorizadas nas gestões das UC's.

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV), em Goiás, primeira UC que criou a obrigatoriedade do turista ter um guia acompanhando durante a visitação acabou com a essa regra no final do ano de 2012. O plano de manejo do parque, de 2009, já



estabelecia que o serviço fosse apenas uma indicação. Com acesso livre e gratuito, as trilhas foram sinalizadas e algumas modificações pontuais foram feitas para dar segurança ao turista. Nesse caso, o visitante para entrar no parque é obrigado a assinar um termo de responsabilidade (ICMBio, 2009).

Independente da gratuidade ou obrigatoriedade de guias, Boo (1999) aborda que os parques nacionais, estaduais e municipais são cada vez mais visitados por interessados no turismo de natureza. Eles não só estão recebendo um número maior de visitantes a cada ano, como também seus administradores estão começando a ver o turismo como uma nova fonte de renda e emprego. Porém, para incorporar o turismo e manter o equilíbrio entre custos e benefícios, os parques precisam estar mais bem preparados. Esse novo contexto de visitação sem a presença de guias torna ainda mais importante o planejamento das trilhas de visita o, tanto para assegurar a segurança dos visitantes e aumentar a satisfa o durante a visita, quanto para garantir a conserva o dos recursos naturais e da paisagem.

  importante planejamento e normas aos operadores, guias, turistas e administradores das áreas protegidas onde se permite o uso público, para que haja controle sobre as atividades exercidas dentro deles. Essa organiza o   vital para desencadear educa o ambiental, divulga o de informa es de cunho científico, assim como gerar renda com a visita o, seja para o próprio parque ou para a popula o local. Se a comunidade   envolvida com a unidade no manejo do turismo e se benefícios são obtidos, ela será aliada   prote o. Caso contrário, continuará a pressionar a unidade, usando seus recursos diretamente para subsistência de forma insustentável (KINKER, 2002).

Vários estudos evidenciam problemas estruturantes no desenvolvimento do turismo dentro de áreas protegidas no Brasil (DOUROJEANNI, 2002; MAGRO, 1999). Os problemas mais apontados são os déficits de serviços especializados e de experiência profissional. Além disso, pode-se apontar a desinforma o dos residentes locais em rela o às áreas protegidas e o que elas representam para eles. A falta de capacita o das comunidades para a prática da atividade turística e os baixos investimentos fazem o turismo de natureza operar em muitos locais de forma amadora, oferecendo riscos ao turista e sem explorar todos os potenciais benefícios (SILVA, 2013). Desta forma, fica notória a necessidade de estrutura o de planos que reflitam em a es estruturantes e educativas que minimizem os impactos negativos e não sejam apenas documentos que cumprem as formalidades de planejamento e gestão de áreas protegidas.

Os impactos referem-se a um conjunto de modificações ou sequência de eventos, provocados pelo desenvolvimento da atividade nas localidades receptoras. Os impactos resultam de um processo e não de eventos pontuais (RUSCHMANN, 1997). As variáveis que provocam impactos têm natureza e intensidades diversas, mas os resultados são geralmente irreversíveis quando ocorrem no ambiente natural. O fato de ser frequentemente dirigido a ambientes ecologicamente frágeis, que têm limitada capacidade de suportar pressões, faz com que a probabilidade do turismo de natureza causar impactos negativos aumente. Daí a importância do planejamento, para que o uso público de áreas protegidas seja executado seguindo princípios sustentáveis (RUSCHMANN, 1997).

Para que o impacto negativo seja minimizado, é necessário um conjunto de ações que lidam com operações do dia-a-dia, relativo à interação homem/natureza. Essas ações são denominadas de manejo que precisa ser planejado de modo que o meio ambiente não sofra apenas impactos negativos e o turista tenha não apenas uma experiência agradável, mas seja levado, por meio da interpretação da natureza e do lazer dirigido, a incorporar mudanças de atitudes e comportamentos. Desta forma, é importante que se tenha conhecimento do ambiente físico e de suas fragilidades, dos processos ecológicos e também das atividades humanas que ocorrem nessas áreas, e em seu entorno (CEBALLOS-LASCURAIN, 1996).

### **1.3 PLANOS DE MANEJO**

O plano de manejo é o instrumento oficial de planejamento das UCs (BRASIL, 2000). Mais do que um documento, trata-se de um processo dinâmico que, utilizando técnicas de planejamento ecológico identifica quais zonas são adequadas para receber visitantes, quais tipos de atividades podem ser desenvolvidos em cada uma delas e sua capacidade de suporte. O plano deve definir critérios e normas e indicar a infraestrutura e os recursos humanos necessários para haver o desenvolvimento da região e proteção da área (BRASIL, 2000).

Os planos de manejo que guiam as gestões das áreas protegidas sempre ressaltam a importância de algumas medidas para minimizar os problemas mais perceptíveis. A adoção de boas práticas ambientais, a disponibilização de informação sobre a fauna, flora e geologia local e prestação de serviços direcionados para a boa fruição do patrimônio natural são itens sempre presentes. Porém, quando executados, muitos planos não cumprem essas medidas, por haver certo descompasso entre as informações levantadas durante o

planejamento e a qualidade das propostas para mitigar os impactos, que são cada vez mais genéricas (DOUROJEANNI, 2002).

A escassez de informações básicas e de metodologias que obedecem a critérios técnico-científicos para a adequada gestão de áreas protegidas distanciam os plano de manejo das práticas sustentáveis. Mesmo em países onde as condições estruturais e financeiras dão suporte à gestão sustentável de áreas protegidas, a adoção destas metodologias tem-se mostrado um desafio, principalmente na gestão dos distintos interesses que intervêm no desenrolar do processo de planejamento e manejo. No Brasil, onde ainda se discute o despreparo de pessoal, falta de verbas, desestruturação institucional, regularização fundiária e implantação de infraestrutura básica para visitação, a aplicação de tais metodologias na maioria das vezes, mesmo descritas em planos de manejo, não saem do papel (PIRES, 2005a).

Frente aos entraves de se implementar um plano de manejo, fica a responsabilidade dos gestores e administradores de áreas protegidas, principalmente daquelas com potencial turístico de fazer a adequação entre espaços e atividades, orientação de distribuição e a dispersão de usuários, ou seja, o zoneamento dos espaços de lazer, que garantam a satisfação da experiência recreativa com níveis razoáveis de qualidade ambiental e com viabilidade sustentável (PIRES, 2005a).

#### **1.4 MÉTODOS PARA PLANEJAMENTO E GESTÃO DE TRILHAS DE VISITAÇÃO**

Embora se critique a fragilidade técnica do conteúdo dos planos de manejo (DOUROJEANNI, 2002), administradores de áreas protegidas e pesquisadores vêm se esforçando, nos últimos 40 anos, para encontrar métodos e soluções práticas para torná-los mais efetivos. Um exemplo claro é a adaptação do conceito de capacidade de carga animal (utilizado para avaliar o número máximo de animais que uma área pode suportar sem comprometer os recursos disponíveis) para capacidade de carga do turismo em áreas protegidas. A capacidade de carga tornou um dos principais parâmetros que define o número de visitantes considerado adequado para trilhas em áreas naturais, dando certo grau de cientificidade ao gerenciamento de trilhas de visitação dentro de UCs (TAKAHASHI, 1998).

Nos idos da década de 1990, diversos métodos (CIFUENTES, 1992) passaram a estar presentes em programas de planejamento e manejo de áreas protegidas e incorporados dentro dos seus planos de manejo. O método mais utilizado é o da Capacidade de Carga

Recreativa (CCR) que determina o número de visitantes que uma área pode suportar sem comprometer a integridade dos recursos naturais. Com o passar do tempo, os administradores das áreas naturais protegidas foram percebendo que, embora o número de visitantes estivesse adequado aos limites propostos pela aplicação do método de CCR, os níveis de impactos no ambiente continuavam a crescer.

Dias (2003) critica a capacidade de carga, porque os impactos não dependem apenas do número de pessoas, pois poucos visitantes podem gerar mais problemas em função do seu comportamento inadequado. Além disso, o número de pessoas considerado ideal não indica que ações podem ser tomadas para minimizar ou solucionar impactos observados nas trilhas de visitação. Sendo assim plausível o aprofundamento de diferentes enfoques do conceito capacidade de carga que consideram outros fatores como limitantes para a execução e planejamento do turismo de natureza (PIRES, 2005a). São fatores limitantes, portanto:

-A carência de estratégias que ampliem o leque de atividades dentro de áreas protegidas. Priorizar apenas uma atividade (ex: visita à cachoeira) aumenta a intensidade de uso de um determinado lugar e, com o passar do tempo, diminui o nível de satisfação do usuário. Isso ocasiona o deslocamento de turistas para outras destinações (CERRO, 1995).

-A falta de "unidades de uso" ou adaptações que podem ser fisicamente absorvidas numa determinada área, como locais estratégicos para a permanência e descanso de pessoas, apreciação da paisagem, estacionamento e circulação de veículos, placas informativas, etc. (SOWAMAN, 1987).

-O excesso de materiais como placas informativas ou instalações de segurança que venha afetar a paisagem, agregando-lhe uma série de artefatos que alterem a sua unidade natural, dando um ar de artificialidade (BOULLÓN, 2002).

-A incapacidade de lidar com distintos interesses dentro de áreas naturais. Nesse caso é notável a carência de conhecimento e técnicas para estabelecer níveis aceitáveis de uso recreativo que não interfiram indevidamente em atividades de caráter não recreativo, no sentido de reduzir a viabilidade econômica de algum recurso natural que é explorado em uma área (SOWAMAN, 1987).

-A carência de informações da paisagem, de forma a balizar ações de gestores de áreas naturais e capacitação da comunidade local. Por exemplo, uma área com relevo

acidentado e com densa vegetação arbustiva ou arbórea terá uma maior capacidade de absorção visual do que uma área plana e com cobertura vegetal escassa, logo oferece mais oportunidades de atividades de interpretação e educação ambiental (CERRO, 1993).

-A pouca disseminação de conhecimentos sobre normas e legislação sobre áreas protegidas, bem como sobre condutas desejáveis pelos visitantes, na forma de ações de educação ambiental e cultural geral, ou ainda a constante veiculação de campanhas de conduta consciente em áreas protegidas, como as que um dia foram desenvolvidas pelo próprio Ministério do Meio Ambiente.

Ainda que os fatores limitantes à visitação estejam separados em categorias, é importante ressaltar as similaridades e a existência de sobreposições de conteúdos e significados dos mesmos. Isso evidencia o quão necessário é uma investigação sistemática dos elementos e dos fatores passíveis de causar impactos positivos e negativos e a integração de outras metodologias com o estudo de capacidade de carga, que agreguem fatores físicos, ecológicos, administrativos ou gerenciais (PIRES, 2005a). Para isto, diversos métodos vêm sendo desenvolvidos para construir a integração destes dados, sendo que os que mais se aproximam de uma visão integradora seriam aqueles que se utilizam da concepção da ecologia e planejamento da paisagem (NUCCI, 2001).

### **1.5 ECOLOGIA DA PAISAGEM NO PLANEJAMENTO DE TRILHAS DE VISITAÇÃO**

A ecologia de paisagens constitui uma área de conhecimento, surgida nos anos de 1930-40, na Europa (especialmente Alemanha e Holanda), cujo enfoque inicial ressaltava a percepção, uso e ordenamento do espaço de vida do homem, tendo sido concebida principalmente por geógrafos (TURNER, 2005). Alexander Von Humboldt considerado o pioneiro da geografia física e da geobotânica trouxe para estas ciências o conceito entendido atualmente como paisagem, dando a este seu caráter geográfico. Para ele, o termo paisagem não agrega apenas aspectos físicos do meio-ambiente, mas também o seu principal interventor, o homem (SOARES FILHO, 1998).

A definição de paisagem não pode ser compreendida como sendo uma simples disposição de elementos geográficos. A paisagem é uma unidade do meio natural, sendo resultante dos sistemas naturais em interação com os sistemas sociais, dando origem ao meio ambiente global, ou seja, os sistemas ambientais. Nessa perspectiva, os elementos físicos, biológicos e oriundos do homem agem e reagem com os outros de modo dinâmico, contemplando-se um conjunto inseparável e característico, continuamente interagindo e

evoluindo ao longo do tempo (BERTRAND, 1972). Deste modo, vão se definindo as diferentes paisagens, sob diversas interferências espaciais. A paisagem torna-se assim complexa e dinâmica. Altera-se conforme as necessidades sociais se modificam, podendo ser revigorada, extinta ou reconfigurada com o intuito de atender aos preceitos sociais (SANTOS, 2004).

A delimitação das diferentes paisagens, algumas vezes, não é facilmente visualizada, principalmente tratando-se de um ambiente natural. Uma vez que espacialmente as distinções entre uma paisagem e outra ocorrem de forma aleatória, elas vão se definindo a medida que características dominantes são observadas em um mesmo espaço físico, permitindo o estabelecimento de limites, o que também não pode ser dado como definitivo. As paisagens muitas vezes podem se caracterizar pelas descontinuidades, apresentando-se em pontos distintos num mesmo território (BERTRAND, 1972).

A análise estética da paisagem, baseada apenas pela percepção ou pelo aspecto visível, foi difundida como um método de análise de algumas correntes geográficas, sobretudo pela Geografia Humana. Esta concepção foi considerada, por Santos (2004), como insuficiente para entender o significado da organização espacial, pois também seria necessário entender a paisagem a partir da interpretação da realidade existente entre as interações homem e natureza.

Áreas protegidas destinadas ao uso turístico tornaram-se, principalmente, objeto de apropriação estética, projetado e divulgado através das formas de olhar e, transformado em produto comercializado pelo marketing da atividade turística (SILVA, 2004). Para que a percepção visual seja um instrumento que possibilita difundir as paisagens como produto com valor de troca, é necessário ir além da abordagem estética e focar em uma abordagem mais geográfica (COSTA, 2004). Segundo Metzger (2001) esta abordagem privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território.

A qualidade cênica, apesar de seu valor de uso indireto, é um componente importante da qualidade de vida da população (relação homem/paisagem). Características qualitativas e quantitativas afetam o apelo estético da paisagem e podem ser analisados sob uma ótica científica. Uma análise científica que reflita a qualidade cênica deve observar elementos visuais como forma, textura, cor, linha, escala, espaço e diversidade. Além disso, a análise da qualidade cênica da paisagem deve compreender e conhecer aspectos físicos como terra, água, vegetação, estruturas e elementos artificiais. Reconhece-se assim, a necessidade de avaliar essa qualidade cênica, de tal forma que os gestores possam tomar

decisões sobre uma base factual de dados para conservação dos recursos naturais (SHAFER *et al.*, 1969).

Nos anos de 1980, pesquisadores norte-americanos começaram a imprimir um enfoque mais biológico à ecologia de paisagens, com a preocupação de relacionar padrões espaciais aos processos ecológicos em ambientes naturais ou modificados, percebidos por qualquer espécie biológica e não apenas pelo homem (METZGER, 2001). Dentro desse contexto, a ecologia de paisagens é definida como aquela que estuda a estrutura e a dinâmica de mosaicos heterogêneos e suas causas e consequências ecológicas (WIENS, 1999).

No estudo, planejamento e manejo de trilhas de visitação, com base na análise da paisagem, o enfoque ecológico deve situar-se em primeiro plano, tal que leve em consideração os fatores naturais para definição de traçados de trilhas, como variedade de vegetação, proximidade com corpos d'água, relevo, observação de animais, de forma a reduzir os possíveis impactos (CARVALHO; NOLASCO, 2007; MAGRO; FREIXÊDAS, 1998). Outros estudos focam na qualidade cênica das paisagens através de uma abordagem geográfica e estética para assim correlacionar a sensibilidade do público ao estado da paisagem, explorando assim as potencialidades locais (JOLY *et al.*, 2009).

O planejamento, construção e manejo de trilhas em áreas protegidas embasados no inventariamento e análise da paisagem podem desencadear atividades formativas e informativas através de diferentes abordagens (estética, geográfica e ecológica). Ou seja, a paisagem ao longo de um caminho pode ser entendida através de um processo interpretativo e perceptivo. Esta é uma forma do turismo de visitação agregar valores sustentáveis ao investir na maior conscientização e sensibilização à proteção da área visitada e à comunidade local (GUIMARÃES, 2008).

Quando bem planejadas, as trilhas de visitação podem fazer uso da diversidade de formas de ver e perceber a paisagem, em mapas, folders e no estabelecimento de locais estratégicos para descanso e apreciação da natureza. O maior desafio das trilhas é fazer com que o visitante compreenda a complexidade multiforme de realidades, valores, sentimentos e significados coexistentes num só processo: indivíduo e mundo, conhecimento objetivo e subjetivo (SILVA, 2004).

### 1.5.1 ANÁLISE DA PAISAGEM

Independente da abordagem (estética, geográfica ou ecológica), a análise da paisagem é feita sob um espaço ou porção de terreno e determinada pela percepção desse território. Ou seja, há uma realidade espacial a qual o homem assimila a partir de uma fonte de informação assimilável. Essa fonte de informação é obtida pelo inventariamento da paisagem (RAMOS; AGUILÓ, 1988).

O inventário da paisagem, de acordo com Griffith (1995), consiste na análise dos seus componentes devidamente cartografados. São muitas as maneiras de se fazer este inventário. Sendo duas formas as mais utilizadas: uma mais abrangente que identifica a paisagem com o meio biofísico na sua totalidade (paisagem total) e outra que se restringe aos aspectos visuais (campo de visão).

O inventário da paisagem total é constituído de uma análise, interpretação e integração dos componentes da paisagem e tem a finalidade de estabelecer os tipos de paisagem. Neste caso não se realiza propriamente um inventário da paisagem, pois o que se inventaria são os distintos aspectos parciais que a compõem. O inventário dos componentes da paisagem pode ser realizado mediante trabalho de campo com fotografia aérea, mapas topográficos ou imagens de satélite. Esses levantamentos permitem reconhecer quase todos os elementos componentes da paisagem (formações de vegetação, usos do solo, estruturas e edificações, formas do terreno, formas de água superficial, etc.) e seus atributos ou características visuais, como por exemplo, a altura, forma, cor, transparências (SCHUURMANS; VAN SHIE, 1978).

Quando a análise da paisagem se enquadra no estudo mais geral do meio físico e se conta com os inventários detalhados de cada elemento do meio, não é necessário, em geral, realizar um levantamento para cada elemento da paisagem. A seleção e interpretação de dados dos inventários parciais em termos de suas implicações visuais surgem como um esforço interdisciplinar para descrever, inventariar, analisar e gerir as suas características visuais diante a percepção humana (BURLEY, 2000). Neste caso, a análise é denominada de inventário do campo de visão.

Os campos de visão são parcelas ou subdivisões de grandes regiões que exibem, relativamente em poucos hectares, características visuais essencialmente homogêneas e específicas do local (GRIFFITH, 1976). Eles são definidos pela região circunscrita entre as linhas virtuais de fechamento visual em um terreno definidas pelo relevo e/ou pela



vegetação. É dentro dessa região que pode ocorrer o inventário, que informe o conteúdo e diversidade ali existente. (TEIXEIRA, 2005).

Segundo Griffith e Valente (1979) em vez de tratar as paisagens de determinada região como um conjunto contínuo de terra, a sua divisão em campo de visão sistematiza e possibilita uma análise e manejo mais direcionado. Neste sentido, pode-se delimitar a área de um campo de visão de modo semelhante à determinação da capacidade de uso da terra. Determinam-se os parâmetros de cada paisagem individual inventariando as combinações dos fatores naturais (geomorfologia, hidrologia e ecologia) e sociais (uso da terra já presente no local). Sobrepondo os vários mapas individuais desses fatores, revela-se a semelhança ou o agrupamento dos elementos visuais que compõem cada campo de visão.

Os campos de visão são analisados e avaliados por profissionais, ora denominados arquitetos paisagistas. No geral, esses profissionais consideram seis fatores: A forma (a massa ou aspecto do objeto); a definição espacial; a luz (nas diversas intensidades e ângulos de incidência); a distância do observador com o campo de visão; a posição do observador (superior, inferior ou normal); a sequência (a disposição visual dos cenários da paisagem). Os três primeiros estão diretamente relacionados com a paisagem, enquanto que os últimos traduzem a relação física e temporal do observador com a paisagem (BURLEY, 2000).

Para prognosticar o efeito da visita em diferentes unidades de visão, é comum que os arquitetos da paisagem realizem ligeiros arranjos, como por exemplo: Trocar pontos de vistas ou alterar as posições do observador. Esses arranjos trabalham com a homogeneidade e a heterogeneidade nas unidades visuais a fim de analisar possíveis impactos visuais que qualquer alteração (construção de mirante, proposições de trilha) traz ao observador (TEIXEIRA, 2005).

Litton (1974) destacou que cada tipo de estrutura de paisagem exige um manejo específico para proporcionar, por exemplo, a sua preservação. Se for possível distinguir unidades visuais diferentes, também é possível avaliar os fatores visuais que determinam essas diferenças entre uma série de paisagens. Isso abre possibilidades aos gestores de áreas naturais inferir em fatores específicos (altura de observação, topografia, vegetação) para manejar a paisagem. Os resultados da análise visual da paisagem têm grande utilidade no planejamento e avaliação de impactos visuais em empreendimentos, principalmente em áreas protegidas (LOVEJOY, 1979).

Mapear as áreas visíveis a partir de um ponto ou conjunto de pontos de observação é o primeiro passo para posteriores avaliações. O mapeamento permite visualizar em que medida cada área contribui para a percepção da paisagem e a obtenção de certos parâmetros globais que permitam caracterizar um território em termos visuais. Arquitetos paisagistas trabalham em cima destes mapas e do entendimento das limitações físicas do território e da sua relação com a percepção visual para proporem modificações necessárias (LITTON, 1972; WEDDLE, 1973)

Desde 1931, existem métodos manuais para produzir mapas de visibilidade por meio de esquemas de campo, embora este tipo de análise só tenha sido focado de forma sistemática nos últimos anos da década de setenta, com a utilização massiva de computadores nos estudos de planejamento e análise da paisagem (ELSNER; TRAVIS, 1976).

O procedimento de análise do campo de visão, segundo Blanco (1979), pode contemplar as seguintes fases:

a) seleção dos elementos do território que contribuem com mais força para a definição de paisagem. Geralmente, os mais determinantes serão o relevo e a vegetação, variando em importância relativa segundo o território;

b) estudo do significado das características de cada um dos componentes selecionados com respeito à diferenciação da paisagem. Nesta fase os arquitetos da paisagem levam em conta as características de cada componente mais relevante na paisagem (altitude relativa, complexidade topográfica, estrutura horizontal e vertical das formações vegetais, coloração e estabilidade das mesmas, distribuição da vegetação e usos do solo, entre outras);

c) caracterização da estrutura visual do território, mediante índices assinalados a cada ponto do território ou por compartimentação do território em unidades ou bacias visuais “independentes”;

d) combinações dos aspectos elementares e determinação do resultado a cada ponto do território;

e) classificação em tipos e valoração dos mesmos se for o caso.

### 1.5.2 ANÁLISE DA PAISAGEM E SIG

O mapeamento de paisagens e as análises das mudanças no uso da terra ajudam a medir o grau de transformações ambientais (GOBSTER *et al.*, 2004). A compreensão das transformações na paisagem, decorrentes das diferentes formas de uso e ocupação do solo através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, vêm se tornando, nos últimos anos, uma importante ferramenta no auxílio ao planejamento e manejo ambiental, especialmente ao se tratar da recuperação de áreas que apresentam alta vulnerabilidade natural (SILVA *et al.*, 2003).

O manejo e análise de paisagens têm apresentado um grande desenvolvimento e aplicação no diagnóstico e solução de questões ambientais nos últimos anos. Por um lado, eles fornecem teorias e conceitos para entender problemas ambientais em escalas pequenas, permitindo uma reciprocidade entre conceito e objeto pertinente a cada escala de análise. Esses fatores associados ao uso de sistemas de geoinformação possibilitam que a investigação possa processar dados conceitualmente coerentes com modelos que descrevam e expliquem escalas desde locais, até regionais e continentais (SANDERSON, 1999; TURNER, 2001)

Independentemente dos objetivos ou do local a ser alvo de planejamento, a análise da paisagem exige a espacialização de um conjunto amplo de dados que necessitam ser comparados, sobrepostos e avaliados. O uso dos sistemas computacionais capazes de governar bancos de dados georeferenciados passam, portanto, a ser imprescindíveis haja vista a eficiência dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que permitem a formulação de diagnósticos, prognósticos, avaliação de alternativas de ação e manejo ambiental (HENDRIX *et al.*, 1988).

Para a caracterização quantitativa da estrutura de uma paisagem, diversos programas computacionais de estatística espacial vêm sendo desenvolvidos, sendo que muitos executam suas análises no ambiente do próprio SIG. Esses programas caracterizam a fragmentação de uma paisagem, fornecendo valores quantitativos de extensão de área e de distribuição espacial dos diferentes tipos de fragmentos que compõem uma paisagem (HESSBURG *et al.*, 2000). Esse tipo de análise é fundamental para o planejamento da conservação e a restauração florestal que consideram a fragmentação do meio ambiente como a causa de extinção de espécies e empobrecimento da biodiversidade.

Além da fragmentação, outra abordagem relacionada à análise da paisagem é o diagnóstico do campo ou bacia de visão. Ou seja, em ambiente SIG é possível planejar a

melhor localização dos elementos da paisagem em relação a um observador (ou vice-versa) de forma a atender objetivos turísticos ou de proteção da área (SLY; KAY, 2001). Muitos estudos utilizam esta abordagem para verificar se a localização dos elementos na paisagem está apropriada. Sendo, assim, útil para a tomada de decisão e implantação de projetos que causam impactos na paisagem (LANDOVSKY; MENDES, 2011).

O estudo do campo visual da paisagem é considerado importante na elaboração e implantação de projetos, por permitir a avaliação das alterações nos aspectos visuais do território através de simulações de cenários e da visualização tridimensional. Determinar a área visível de uma paisagem a partir de um ponto de vista pré-estabelecido é um procedimento relativamente simples. Porém, tanto o objeto dessa análise quanto seus métodos de cálculo podem ter consideráveis variações (LANDOVSKY; MENDES, 2011).

A modelagem do território é uma das importantes aplicações de um SIG e um problema interessante nessa área é a determinação de pontos do terreno que podem ser vistos a partir de um determinado ponto de observação. Essa análise em ambiente SIG depende dos modelos numéricos de terreno (ou elevação). Com estes modelos cada vez mais acurados, os mapas de visibilidade serão mais assertivos para avaliar a qualidade da paisagem, para diferentes datas ou cenários alternativos. Possibilitando assim, dar maior fundamentação aos processos de tomada de decisão no planejamento territorial (LANDOVSKY; MENDES, 2011).

Para o turismo de visitação em áreas naturais é importante obter esse tipo de informação, pois ela pode subsidiar diretrizes de políticas públicas e planejamento integrado no campo da gestão e análise ambiental (GUIMARÃES, 2008). Estudos na área que usam a abordagem do campo visível objetivam encontrar um número e a posição de guarda-parques para cobrir uma região (FRANKLIN; VOGT, 2006), planejamento de melhores caminhos, localização de torres de observação ou monitoramento de fogo (WANG *et al.*, 1996).

### **1.5.3 TÉCNICA DE VIEWSHED**

O *viewshed* é um conceito que busca explicar a existência do campo visível, ou seja, de uma região formada por todos os pontos na paisagem que sejam visíveis a partir de um dado local (DE FLORIANI *et al.*, 1999). O *viewshed* também representa uma geotecnologia que busca especializar o conceito de campo visual, como tal, corresponde a uma operação padrão que necessita de um Modelo Digital de Elevação (MDE), um determinado ponto ou

alvo de observação posto a uma altura acima da superfície da terra e um alcance máximo de visibilidade (FISHER, 1993).

Softwares de SIG utilizam a expressão *viewshed* para a função que realiza a análise de visibilidade. Outro termo empregado nos estudos de visibilidade é bacia visual, definida como a superfície a partir da qual um ponto ou conjunto de pontos é visível ou, de forma recíproca, é a superfície visível a partir de um ponto ou conjunto de pontos. Em espanhol utiliza-se o termo equivalente *cuenca visual* para este mesmo tipo de análise (BOLOS, 1992).

A análise ou cálculo de *viewshed* é uma função comum à maioria dos softwares de SIG (ArcMap, Erdas Imagine, Idrisi, entre outros). A base do cálculo é feita sobre um MDE, através do valor de elevação de cada pixel deste modelo, que determina a visibilidade entre os pontos de vista (previamente estabelecidos) e as demais posições no terreno. Além do MDE, são necessários para o cálculo os dados relacionados com a altura da vegetação e dos edifícios existentes na área de estudo (que em alguns casos funcionam como barreiras visuais) e a definição da altura de observação.

Após a seleção do ponto de visualização é calculada a linha de visão para todos os outros pontos dentro da área de interesse. O algoritmo de *viewshed* calcula a diferença de elevação a partir de um pixel ponto de vista em relação aos demais pixels, gerando perfis entre as posições predefinidas e qualquer outro ponto do terreno. Para determinar a visibilidade a partir do ponto de vista estabelecido, cada pixel na linha de visada entre este ponto de vista e o limite de visão estabelecido é analisado. Se a superfície da terra se eleva acima da linha de visão, então o alvo está fora de vista, caso contrário, a área está dentro do campo de visão (FISHER, 1996).

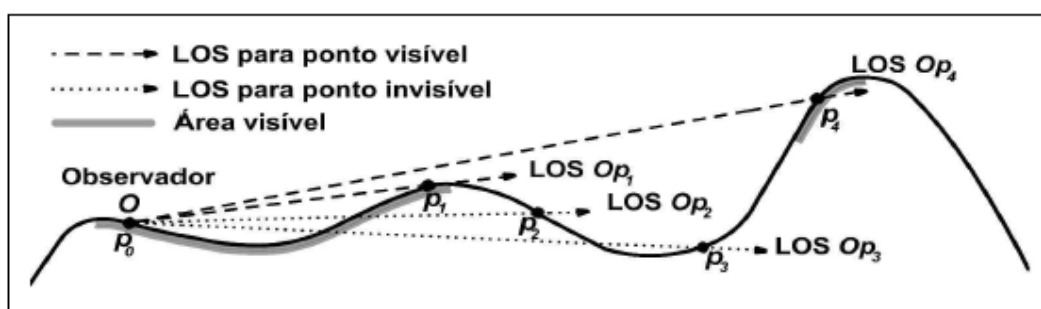


Figura 1- Visibilidade dos pontos  $p_1$  e  $p_4$  que são visíveis a partir de  $p_0$ . Fonte: (KAUČIČ; ZALIK, 2002)

Para Magalhães *et al.* (2008), grande parte dos problemas referentes à visibilidade no ambiente SIG envolve o cálculo de *viewshed* e, em geral, são problemas de otimização

relacionados ao melhor posicionamento de recursos, a minimização de impactos visuais, planejamento de caminhos, entre outros. São aplicações da técnica de *viewshed*: Localização propícia para a instalação de parques eólicos (MÖLLER, 2006), monitoramento de incêndios (SAWADA *et al.*, 2006), planejamento de tele conexões, proteção de alvos contra ataques terroristas (VANHORN; MOSURINJOHN, 2010), planejamento urbano (WILSON *et al.*, 2008), gestão e avaliação de paisagens (FETTER *et al.*, 2012), conservação de espécies ameaçadas de extinção (CAMP *et al.*, 1997), estudo de sítios arqueológicos (LAKE *et al.*, 1998), dentre outros.

A aplicação da técnica em estudos para a implementação de atividades relacionadas ao turismo de natureza ainda é incipiente e podemos citar os trabalhos de análise da qualidade visual de paisagens (GERMINO *et al.*, 2001), elaboração de guias para visitantes (BARTIE; MACKANESS, 2006), apreciação visual e design de paisagens (JOLY *et al.*, 2009; JONES, 2006) e apreciação visual de áreas em que não é permitida visitação (FETTER, 2010).

O uso da análise de campo de visão permite ir além de estudos ecológicos e buscam integrar a compreensão de um local histórico particular e dos eventos que ocorreram lá. O valor cênico representado por índices ecológicos na paisagem pode ser relacionados as causas as quais visitantes ou moradores fazem uso de uma área. Os valores contextuais ajudam a interpretar um significado do local histórico com relação aos povos, aos lugares e aos eventos entorno dele. A análise do campo de visão permite, portanto, explorar a organização visual através das características geográficas e culturais da paisagem (WHEATLEY; GILLINGS, 2000).

A integração entre as geotecnologias e o turismo de natureza é bastante útil. A espacialização das informações ambientais pode ser utilizada na realização de inventário dos recursos potencialmente exploráveis para fins turísticos, e na avaliação de possíveis conflitos entre uso atual e legislação, facilitando a tomada de decisão. Especificamente, a modelagem do campo de visão baseada na técnica de *viewshed* possibilita avaliar e propor novos desenhos de trilhas e mirantes em áreas especialmente ricas em termos cênicos. Essa avaliação pode ocorrer de duas formas: a) a partir de pontos previamente definidos, comparar os pontos entre si quanto à riqueza e qualidade dos respectivos campos de visão, de modo a hierarquizá-los (FETTER *et al.*, 2012) e b) a partir da definição de pontos de interesse (campos de visão) que recursivamente podem indicar o melhor local de observação, definindo, por exemplo, o traçado de trilhas.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO: CHAPADA DOS VEADEIROS**

A região da Chapada dos Veadeiros corresponde a uma área dentro da microrregião do nordeste goiano num território que abrange uma área de 21.475,60 km<sup>2</sup> composta por oito municípios goianos: São João D'Aliança, Alto Paraíso de Goiás, Campos Belos, Cavalcante, Colinas do Sul, Monte Alegre de Goiás, Nova Roma e Teresina de Goiás (Figura 2). A região incorpora os relevos mais elevados do centro do Brasil, com alguns segmentos ultrapassando 1.600 metros de altitude. A população total desse território é de 60.267 habitantes, dos quais 21.398 vivem na área rural, o que corresponde a 35,51% do total. Destes, 3.347 são agricultores familiares.

A Chapada dos Veadeiros é alvo de políticas governamentais para a conservação da biodiversidade e de apoios à comunidades tradicionais. Aí se encontram diversos tipos de áreas protegidas (Figura 3). O PNCV, localizado na área de estudo, é uma das unidades de conservação da natureza mais importantes no bioma cerrado. Vinte reservas particulares de patrimônio natural (RPPN's) situadas nos seus arredores contribuem para a conservação dos seus atributos e o engajamento da comunidade em ações voltadas ao desenvolvimento sustentável (ICMBio, 2012). Além de áreas de proteção da natureza, existem seis comunidades Quilombolas e uma terra indígena (MDA, 2014). Isso demonstra a grande importância de se preservar o que se constitui na área contínua mais bem conservada do cerrado em Goiás (BARBOSA, 2008).

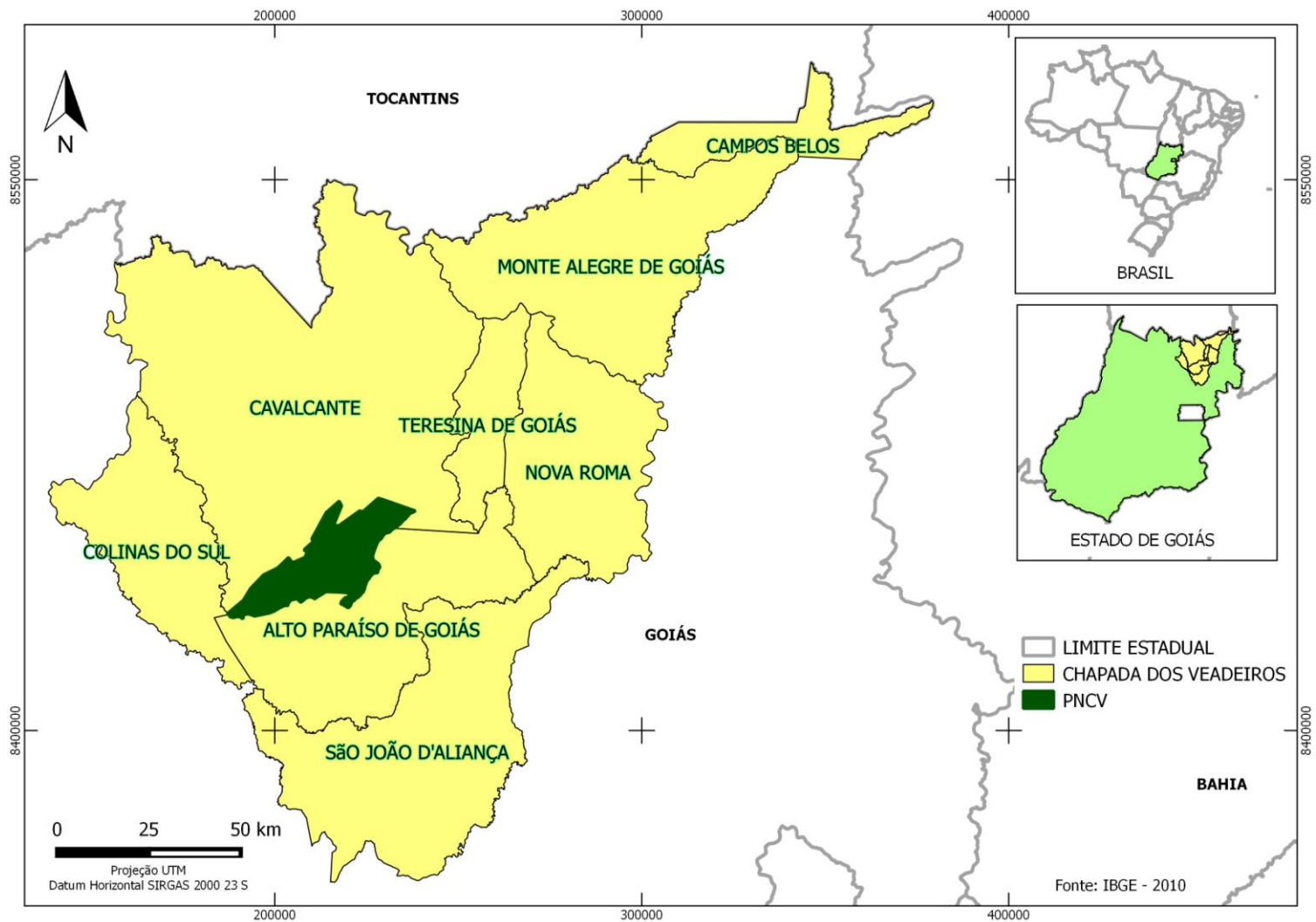


Figura 2 - Municípios que compõem a região da Chapada dos Veadeiros



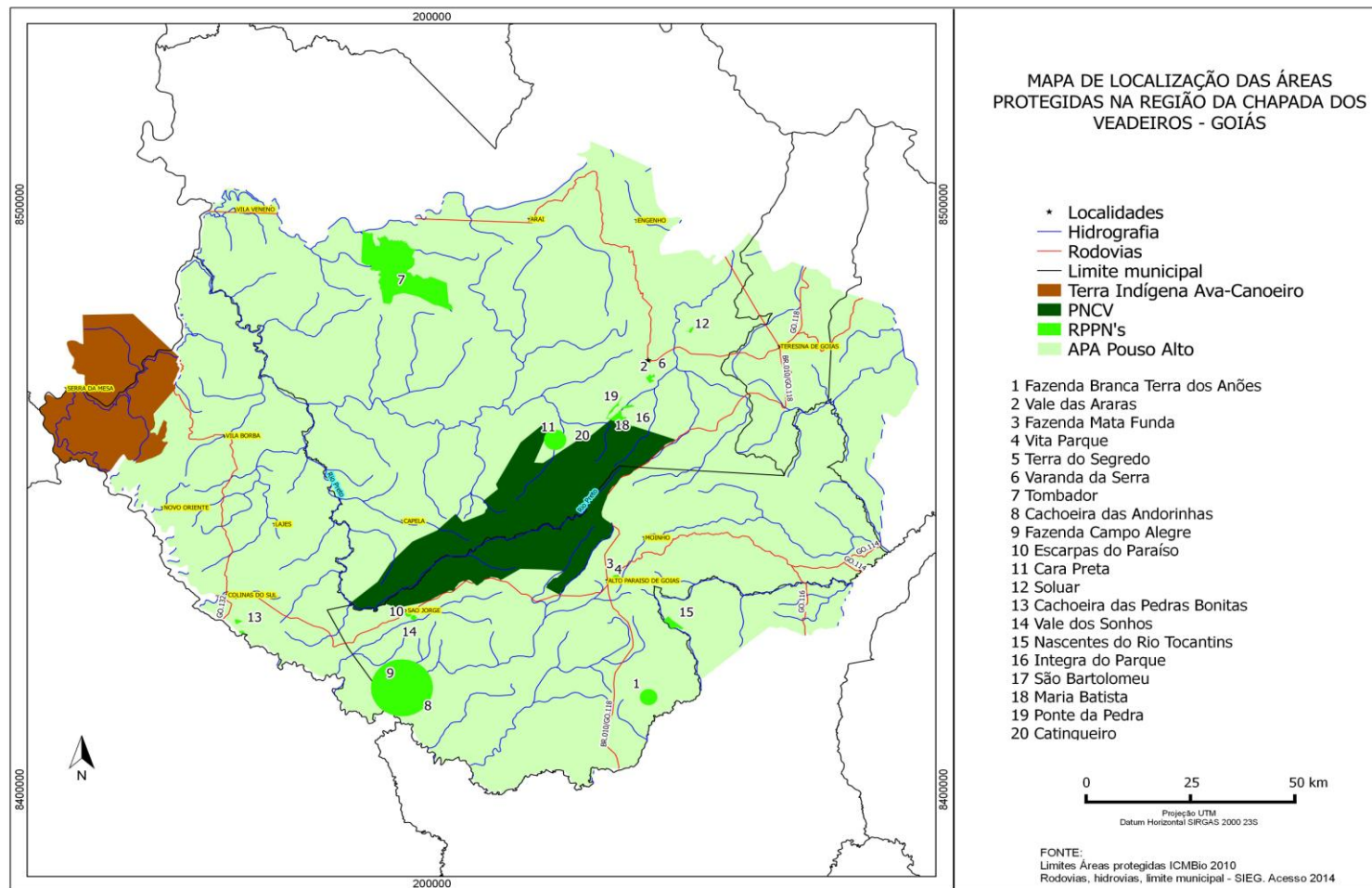


Figura 3 - Áreas protegidas na região da Chapada dos Veadeiros

### 2.1.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA REGIÃO DA CHAPADA DOS VEADEIROS

O cenário paisagístico da Chapada dos Veadeiros representa a geodiversidade do Brasil central. Ou seja, expressa as particularidades do meio físico, compreendendo as rochas, o relevo, a vegetação, o clima, os solos e as águas, subterrâneas e superficiais desta região. Tais atributos são decorrência da atuação cumulativa de processos geológicos que, por sua vez, originou um espaço onde propiciou o desenvolvimento da diversidade biológica e cultural ao longo do tempo (VEIGA, 2002).



Figura 4 - Chapada dos Veadeiros vista do mirante da torre. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)

As formas de relevo se destacam na geomorfologia da região da Chapada dos Veadeiros. As chapadas são residuais, de superfícies mais antigas que foram desgastadas com o tempo (LIMA, 2001). A Chapada está inserida na porção norte da Faixa de Dobramentos e Cavalgamentos Brasília, na província Estrutural do Tocantins. Dentro dos limites do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros predominam, amplamente, metassedimentos de baixo grau metamórfico atribuídos ao Grupo Araí e rochas de composição granítica que compõe o embasamento da região (Figura 5). Sobrepondo o Grupo Araí em discordância erosiva, ocorre, a sul da região da Chapada, uma sequência psamo-pelito-carbonática, atribuída ao Grupo Paranoá, que se estende ao longo da Serra Geral do Paranã, ocupando áreas nas regiões de Alto Paraíso, São João d' Aliança, São Gabriel e Distrito Federal (Figura 5) (SAMPAIO, 2007).

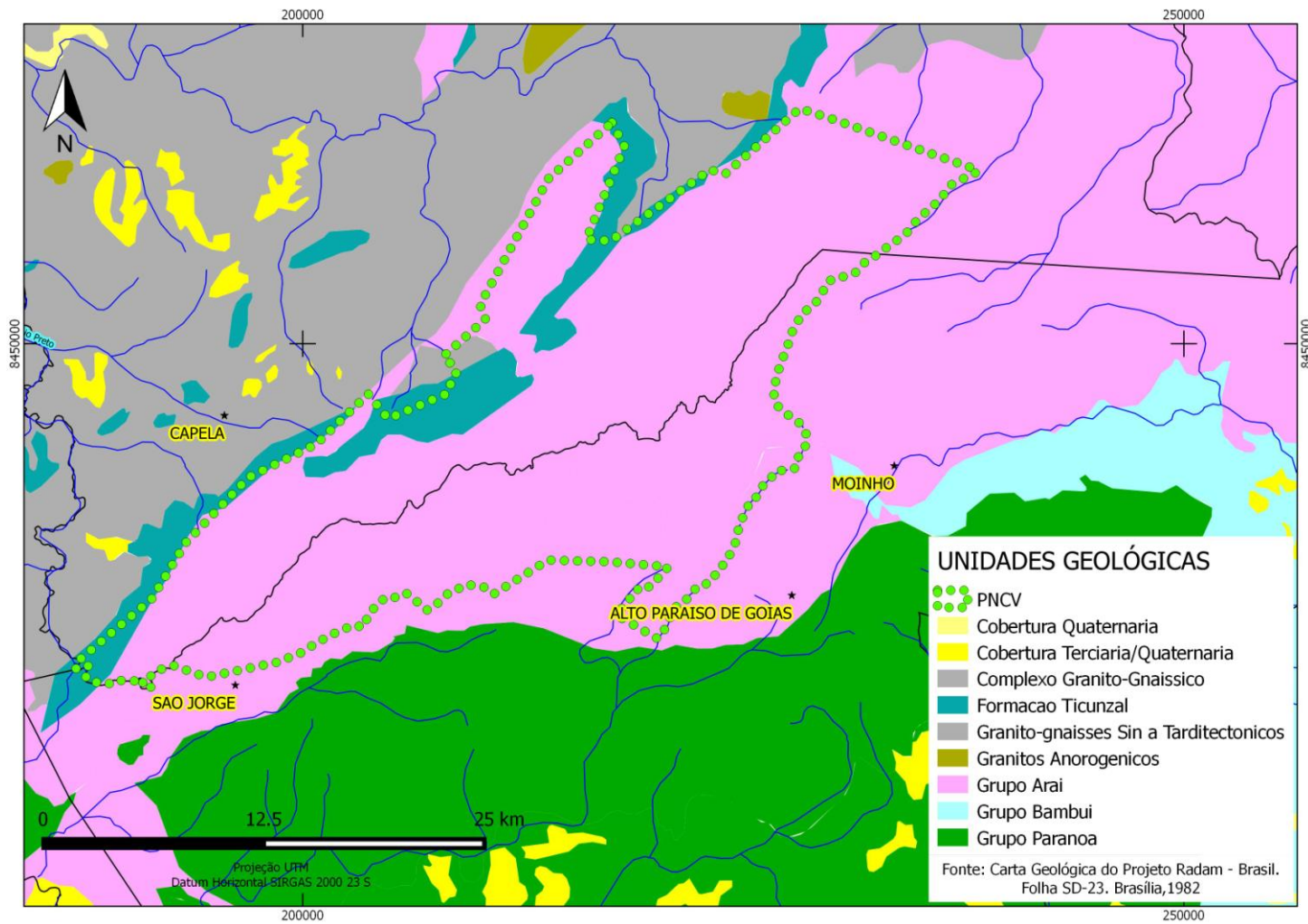


Figura 5 - Unidades Geológicas na área do PNCV e entorno

A Chapada dos Veadeiros é marcada por estruturas geológicas ligadas a movimentos tectônicos antigos, como dobramentos, falhamentos e fraturas. Como ocorre em quase todo o território goiano, essas estruturas têm marcante papel na elaboração das feições de relevo. Do ponto de vista altímetro é um lugar singular no contexto da geografia goiana, já que apresenta a maior extensão de terras elevadas do estado e também o seu ponto culminante, na chamada “Serra do Pouso Alto”, que atinge 1.676m de altitude (OLIVEIRA, 2007).

Apesar da maior parte do bioma cerrado ser formado por latossolos, existe na Chapada uma grande variedade de outros solos e isso pode ser verificado pela vasta diversidade de tipos de vegetação (RIBEIRO *et al.*, 1998). Predominam na região cambissolos, solos litólicos e latossolos vermelho-amarelo (FELFILI *et al.*, 2007). Estes solos são altamente permeáveis, se assemelhando aos solos arenosos, o que permite a sobrevivência de espécies como a canela-de-ema que preferem áreas drenadas e de altitude (Figura 6). São solos muito suscetíveis a erosões e voçorocas, caso a vegetação seja destruída.



Figura 6- Ocorrência de canela-de-ema ao logo da trilha das Carioquinhas (PNCV). Autor: SILVA, R.G.P. (2014)



Quanto à flora característica, a Chapada está inserida nos domínios do bioma cerrado de altitude e apresenta três formações: savânica, florestal e rupestre (Figura 7). Os cerrados formados em regiões de altitude apresentam características de transições de cerrados savânicos para campos rupestres, contendo espécies de plantas das duas formações (Figura 8). Nessas fitosionomias há endemismo da flora de campos rupestres mesclados a espécies de cerrado. Por isso, Rodela (1998) atribui ao cerrado de altitude o caráter atípico, transicional e biodiverso.

A área de estudo apresenta clima tropical sazonal caracterizado por duas estações bem definidas. A precipitação atinge um índice de aproximadamente 1.675mm/ano que se distribuem de outubro a março e há uma nítida estação seca compreendida entre os meses de abril a setembro. O clima seco neste período favorece a ocorrência de incêndios (ICMBIO, 2009). As características climáticas, biogeográficas e a biodiversidade existente na Chapada, proporcionaram ocupações duradouras, ou seja, um bioma com grande variedade de frutos comestíveis e abrigos naturais favoreceu a fixação de populações humanas na região (RIBEIRO *et al.*, 1998).



Figura 7- Diversidade fitofisionômica na Chapada dos Veadeiros. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)

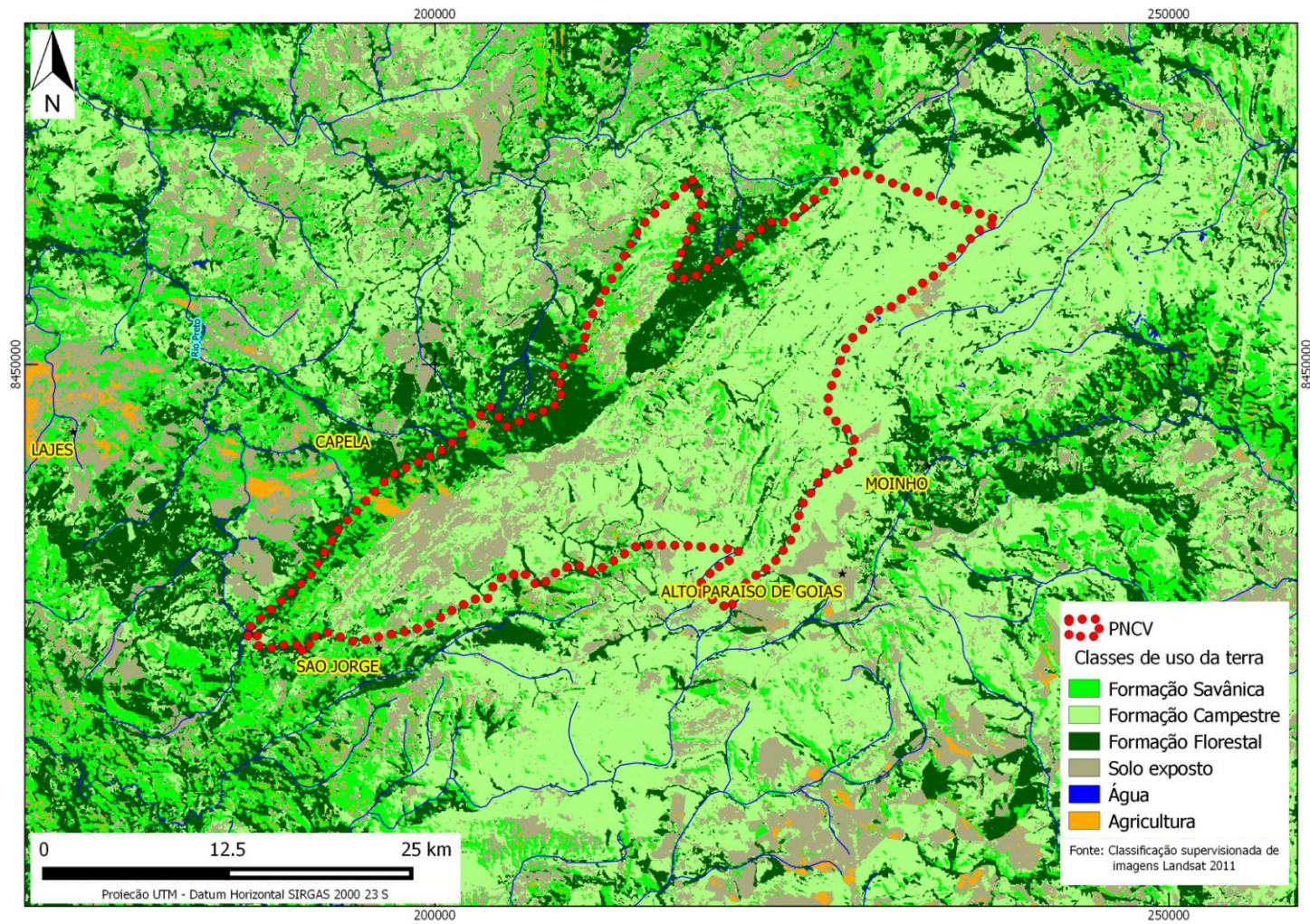


Figura 8 - Mapeamento de uso da terra na região da Chapada dos Veadeiros



### 2.1.2 ASPECTOS ECONÔMICOS

Conforme dados do primeiro mapa da Capitania de Goiás, de 1750, a região que atualmente é conhecida como Chapada dos Veadeiros denominava-se de Chapada Cavalcante (MELO, 1999). A história da ocupação e estruturação do espaço mostra a preferência pelos vales próximos a Cavalcante, dentre eles o da bacia do rio São Bartolomeu, que constitui um acidente geográfico e ambiental de grande importância regional (ALBUQUERQUE, 1998).

O desenvolvimento econômico da região seguiu a mesma lógica que presidiu este processo no centro-oeste do Brasil. No primeiro momento, a lógica de estruturação econômica foi a mineração aurífera, e a partir daí, com o esgotamento do ouro, a economia agrícola e pecuária tornou-se majoritária. Nos últimos 30 anos, a Chapada dos Veadeiros tem sido palco de uma dinâmica econômica cada vez mais associada ao turismo (NOVAES, 2002).

A Chapada começou a se tornar realmente povoada com a exploração do ouro nas Minas de Cavalcanti em 1737 (BERTRAN, 1994). Minas de Cavalcante foi elevada à categoria de vila em 1831, no ano de 1911, já aparece como Município de Cavalcante e é constituído de três distritos: Cavalcante, Moinho e Nova Roma. Em 1933, Cavalcante aparece com cinco distritos: Cavalcante, Lajes (futuro Município de Colinas do Sul), Nova Roma, São Domingos do Café e Veadeiros (futuro Município de Alto Paraíso de Goiás). Em 1969, foi criado o distrito de Teresina de Goiás anexado a Cavalcante. Em 1988, Teresina foi desmembrada de Cavalcante quando se tornou um município (IBGE, 2013).

A descoberta de ouro em Cavalcante fez com que a mineração se alastrasse pela Chapada. Alguns pontos de garimpo ficavam, inclusive, onde hoje existe o PNCV, como as lavras dos ribeirões Montes Claros e Brumado (LIMA, 2001). Outro local citado como área de garimpo é o Rio São Bartolomeu de Veadeiros, conhecido também como Rio São Bartolomeu da Chapada, com as lavras na Bocaina, no Bonsucesso e no Moinho. É citada, também como área de garimpo, a região da Capelinha, ao Norte de Alto Paraíso, que tem esse nome devido à cruz esculpida na entrada do túnel de mineração que permanece preservado até hoje (BERTRAN, 1994).

Apesar de a mineração ser um grande responsável para o processo de ocupação, a pecuária é a atividade que melhor caracteriza esse processo, principalmente pela decadência da mineração de ouro e do cultivo de trigo. Para Lima (2001), a pecuária foi a

atividade mais impactante na região até a mineração de cristal. Na época de seca o gado de regiões próximas era levado aos campos da Chapada, utilizados como pastagens.

A mineração de quartzo (cristal) surge em 1912, atrelada a demanda das indústrias eletro-eletrônicas, de equipamentos de guerra e outras que demandavam esse tipo de matéria prima. Mineradores de Minas Gerais e Bahia migraram para a região para extração de quartzo, que apresentou picos consideráveis nos períodos das grandes guerras e declínio com a queda dos preços em 1956. O distrito de São Jorge (pertencente a Alto Paraíso) surgiu em função dessa atividade. Após a proibição da mineração, e com a criação do PNCV, grande parte da população passou a se dedicar à atividade turística (OLIVEIRA, 2007).

Atualmente, o nordeste de Goiás é considerado a região mais pobre do estado, sobressaindo-se atividades voltadas para o seu potencial turístico, sobretudo na Chapada dos Veadeiros e em São Domingos, e para a agropecuária, principalmente no Vão do Paranã. O turismo tem se mostrado como principal alternativa para o desenvolvimento econômico e sustentável da região. Além dos atrativos naturais, há várias festas folclóricas, como a Romaria do Engenho e Vão do Moleque, nas comunidades Calungas, e a Caça à Rainha, realizada em vários municípios (SEPLAN, 2011).

A partir do final da década de 1980, o turismo começou a despontar como principal atividade da região. O cenário entremeado por cachoeiras, quedas d'água, piscinas naturais, veredas de buritis, matas ciliares e campos de flores tem servido, desde então, para impulsionar a visitação, recreação e descanso. O município de Alto Paraíso de Goiás, o maior pólo turístico da região, tem mais de 100 cachoeiras (SEPLAN, 2014). Assim, os atrativos naturais da região tornaram-se destinos indutores do desenvolvimento regional através da prática do turismo (MTUR, 2008).

Além do cenário, o próprio contexto de criação de Brasília proporcionou o deslocamento de pessoas para a Chapada dos Veadeiros, favorecendo assim o desenvolvimento do turismo e ampliando as fontes de renda da população. Novaes (2002) reitera que a configuração geográfica da Chapada, formada por relevo acidentado e solos inaptos para agricultura, teve papel fundamental para a estagnação econômica da região via agropecuária e possibilitou o estímulo de atividades turísticas.



### **2.1.3 O PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS (PNCV)**

Em 1946, o Presidente Eurico Gaspar Dutra enviou uma comissão ao planalto central chefiada pelo general Djalma Polli Coelho que chegou à Chapada em 1948. Jerônimo Coimbra Bueno, presente nesta comissão, estendeu até a região de Veadeiros a área da futura capital. Esse acontecimento seria primordial para a futura criação do PNCV (IBGE, 2010).

O Parque foi criado originalmente sob a designação de Parque Nacional de Tocantins por meio do Decreto Nº 49.875, de 11 de janeiro de 1961, com uma área aproximada de 625.000 hectares. Localizado na região centro-leste de Goiás, estava delimitado pelo rio Tocantzinho ao sul, seguindo pela margem direita até sua confluência com o ribeirão São Félix, seguindo por este até aproximar-se da atual cidade de Alto Paraíso de Goiás, a leste. Em 11 de maio de 1972, a proposta original do Parque foi alterada através do Decreto Nº 70.492, que reduziu a sua área para 171.924,54 hectares e mudou o nome para Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, sob a alegação de que os novos limites não chegavam ao rio Tocantins. Após sucessivas mudanças na delimitação, finalmente o Parque alcançou a atual área de 65.514,7259 hectares, com base no Decreto Nº 99.279, de 06/06/90, que também declarou as terras delimitadas como de utilidade pública, para efeito de desapropriação. A nova área (Figura 9) passou a incluir a margem esquerda do rio Preto, do Cânion I ao poço do Salto II, até o topo do Garimpão (ICMBIO, 2009).

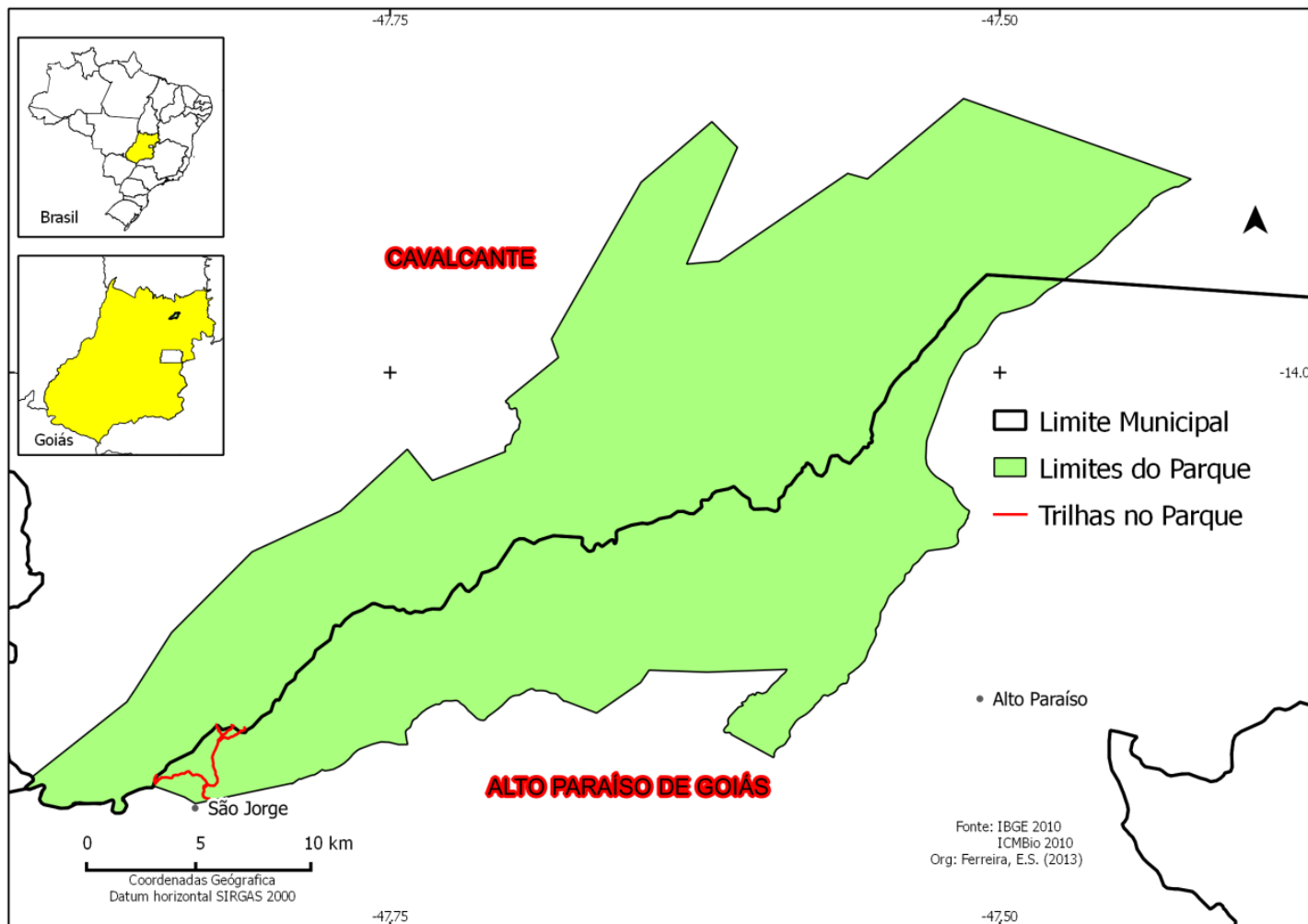


Figura 9 - Localização do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros

Precisamente, o Parque situa-se a 250 quilômetros, ao norte de Brasília, e 470 km, ao nordeste de Goiânia, entre as coordenadas de 47° 53' 54.5604" W a 47° 25' 17.5404" W e 14° 10' 48.5148" S a 13° 53' 14.604" S (LACERDA, 2008). Seu limite está localizado a oeste da área urbana de Alto Paraíso de Goiás, sendo seu extremo leste distribuído ao longo da GO-118 (entre Alto Paraíso de Goiás e Teresina de Goiás); o limite sul encontra-se ao longo da estrada estadual que liga Alto Paraíso a Colinas do Sul, a GO-239; seus limites norte e oeste pertencem ao território do município de Cavalcante, e passam próximo aos povoados cujo acesso se dá ao longo da estrada vicinal de ligação entre Cavalcante e Colinas do Sul (ICMBIO, 2009).

Para minimizar os efeitos negativos da redução dos limites do Parque, foi instituída pelo Estado de Goiás, em 2001, a Área de Proteção Ambiental do Pouso Alto, que se tornou a própria zona de amortecimento do PNCV. O estabelecimento de zonas de amortecimento em torno de parques nacionais é uma norma inserida na Lei do SNUC para que os objetivos dessas UCs não sejam comprometidos em consequência da degradação de suas áreas limítrofes.

Dada a riqueza de diferentes fitofisionomias do bioma cerrado na região da Chapada dos Veadeiros, mais precisamente o cerrado de altitude, que corresponde a 3% de todo bioma, a presença das nascentes formadoras da bacia do Tocantinzinho e o relevo oriundo de uma das formações rochosas mais antigas do planeta (datada em 1,6 bilhões de anos) é quase imperativo a preservação dos recursos naturais dessa região. Assim, a presença do PNCV visa à preservação desse cenário, da fauna característica e endêmica, a interpretação ambiental, o turismo de natureza e a preservação de ecossistemas raros no bioma cerrado (ICMBIO, 2009).

A grande importância do PNCV para a conservação do bioma cerrado foi reconhecida pela UNESCO com a titulação de Sítio do Patrimônio Mundial Natural, conferido em 2001. Sua importância também foi enfatizada pela sua classificação como zona núcleo da Reserva da Biosfera (RESBIO) do Cerrado – Fase II, totalmente circundada pela APA Estadual do Pouso Alto (BARBOSA, 2008).

Como mostra estudo realizado por Felfili *et al.* (2007), o PNCV não inclui toda a diversidade de vegetação da Chapada dos Veadeiros. Sendo que para a proteção efetiva do patrimônio genético da Chapada há necessidade da inclusão, em outras unidades de proteção, de áreas significativas de todas as fitofisionomias presentes no seu entorno.

#### 2.1.4 TURISMO NO PNCV

O aumento do fluxo turístico na Chapada dos Veadeiros foi marcante com a chegada do asfaltamento da GO-118 a Alto Paraíso de Goiás, em 1986. O PNCV e o seu entorno passaram a ser visitados por milhares de turistas. De acordo com o plano de manejo do Parque, na década de noventa, o número médio de visitantes variou entre 4 a 10 mil por ano. Nos anos 2000, o número ultrapassou a casa dos 20 mil (ICMBIO, 2009). De acordo com informações cedidas pela administração do PNCV, apenas no primeiro semestre de 2014 já se soma mais de 16 mil visitas.

O ordenamento do uso público do PNCV tem sido ao longo das últimas décadas, objeto de uma série de iniciativas e de projetos que aliam o turismo a uma atividade promotora do desenvolvimento sustentável. Essa preocupação com o planejamento da atividade turística remonta ao ano de 1991, quando os impactos negativos do turismo de massa (lixo, queimadas e acidentes) levaram o IBAMA a proibir a visita ao Parque. Após a formação de uma comissão oficial que reuniu técnicos do IBAMA, comunidade local, ambientalistas e turistas, ficou acertada a importância de formular propostas e alternativas para viabilizar um turismo mais sustentável (MELO, 1999). Medidas que reduzem danos ambientais, tragam benefícios à comunidade local e ao turista passaram, desde então, a ser incentivadas, avaliadas e executadas (ICMBIO, 2009).

Uma das medidas adotada, para a redução do impacto negativo causado pelo aumento de fluxo turístico, foi a definição de um número máximo de visitantes dentro da UC por dia. O plano de manejo do PNCV (ICMBIO, 2009) restringe o número de visitantes em 250 pessoas/dia para o roteiro dos Saltos e 200 pessoas/dia para o roteiro dos Cânions, o que significa que a UC pode receber no máximo 450 pessoas/dia. No transcorrer do tópico que trata da restrição do número de visitantes, é relatado o desrespeito à capacidade de carga dos atrativos turísticos nos picos de visita como um dos maiores problemas para o turismo da região (ICMBIO, 2009).

Enquanto se busca um consenso sobre o limite de pessoas por trilha, o número de turistas tem crescido, dentre outros fatores, pela gratuidade de acesso ao PNCV e não obrigatoriedade do uso de guias ou condutores, medidas que entraram em vigor em 2012, baseadas na Instrução Normativa nº 8 (ICMBIO, 2008). O grande número de pessoas que realizam os percursos dentro do parque, a não inserção dos guias na nova dinâmica do aumento no fluxo turístico e a fragilidade ambiental representam um cenário de preocupação

para os gestores do PNCV. Assim, são importantes planos que abarquem o melhor uso das trilhas que dão suporte ao turismo de visitação, na viabilizando novas rotas e estratégias para que o aumento de visitantes não seja mais um problema (ICMBIO, 2009).

O próprio plano de manejo do PNCV (ICMBIO, 2009) aponta para a importância do turismo planejado, não apenas dentro do parque, mas também na região que o circunda. Se houver planejamento, a região próxima ao parque pode colaborar na diluição do fluxo de público evitando uma demanda além da capacidade de carga dentro da UC, oferecendo opções para perfis diversos de visitantes, que não podem ser abarcados por completo em longas caminhadas dentro do parque, e proporcionando novas atividades com fins turísticos à comunidade local.

#### **2.1.5 CARACTERIZAÇÃO DAS TRILHAS DE VISITAÇÃO NO PNCV**

O Plano de Manejo do PNCV apresenta as seguintes trilhas disponíveis para os visitantes: Trilha da Seriema, Trilha dos Saltos, Trilha das Corredeiras, Trilha das Cariocas (ou Carioquinhas), Trilha dos Cânions II, Trilha dos Cânions I, Trilha Sete Quedas (ICMBIO, 2009). Atualmente a trilha dos Cânions I encontra-se interditada, visando à proteção do pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*). Para o presente trabalho, optou-se pela análise das principais trilhas, que recebem mais visitantes. Elas estão localizadas na porção sudeste do PNCV cuja entrada principal fica na cidade de São Jorge (Figura 10).

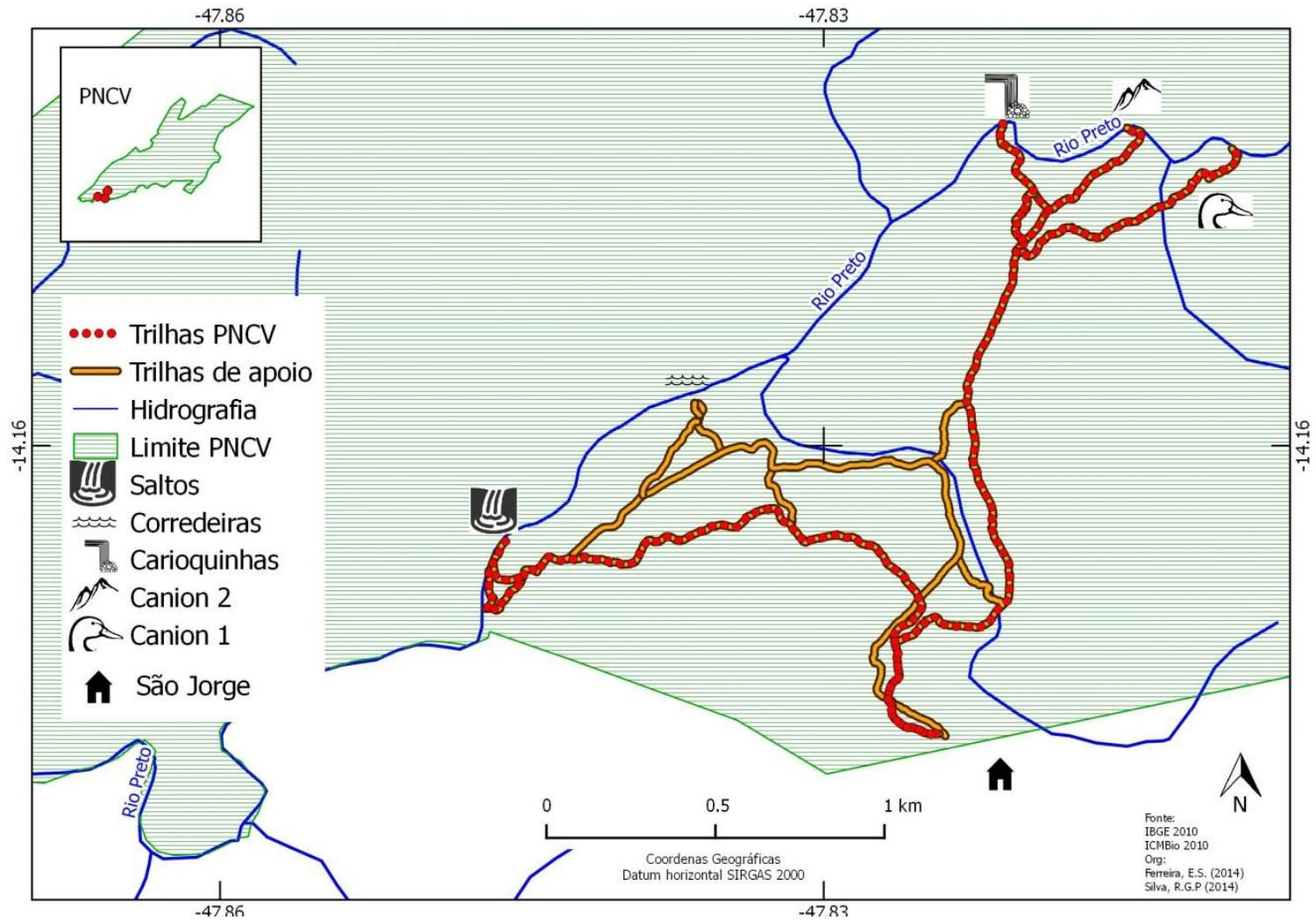


Figura 4 - Trilhas no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.



Figura 5 - Visitantes nas trilhas do PNCV. Parte inicial dos percursos que levam às principais cachoeiras. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)

As trilhas analisadas estão descritas, conforme o plano de manejo do PNCV, da seguinte forma:

1. Trilhas do Salto I (80 m) e Salto II (120 m) (Figura 12) – 10 km de percurso total: Passa por diversas fitofisionomias, como campo rupestre, campo limpo, campo sujo e mata ciliar, próximo aos Saltos. No primeiro trecho, a trilha passa por um antigo garimpo onde se encontram cascatas e blocos de cristais. A visão deste local é de grande beleza, mostrando boa parte do Vale do Rio Preto. Geralmente os visitantes descem primeiro ao mirante do Salto II, e continuam até o poço do Salto I. O retorno é feito por uma trilha muito inclinada que contém pontos de erosão. É possível seguir do Salto I para as Corredeiras, como ponto de descanso e de banho antes do retorno para o Centro de Visitantes.





Figura 6 - Cachoeira dos Saltos (80 e 120 m). Autor: SILVA, R.G.P. (2013)

2. Trilha para a Cachoeira das Cariocas (Carioquinhas – Figura 13), o Cânion II (Figura 14) e o Cânion I -11 km percurso total: esta trilha passa, desde o início, por campo limpo, campo sujo e campo rupestre, possibilitando a visualização, à distancia, de algumas matas ciliares e buritizais. Assemelha-se à trilha anterior, até a bifurcação Cânion - Cariocas. A cachoeira das Cariocas se encontra do lado direito desta trilha. A queda apresenta diversas "escadas" o que possibilita que muitas pessoas subam parte da cachoeira. A caminhada de volta dura cerca de 1 hora. Geralmente esta trilha é combinada com a visitação do Cânion II. A cachoeira possui múltiplas quedas d'água e um poço razoavelmente grande com grandes pedras no lado esquerdo do rio. CÂNION II: da mesma forma que a trilha anterior, esta segue até uma bifurcação da trilha para as Cariocas. Passa por diversas fitofisionomias do Cerrado, como campo sujo, campo rupestre, mata ciliar, campo limpo, veredas e buritizais. A trilha apresenta nível de dificuldade moderado. Neste local se encontra um poço grande com rochas nas margens propicio para banho. CÂNION I: este local possui características semelhantes ao Cânion II e seu acesso se dá pela mesma trilha, entretanto é um cânion menor com pequenas piscinas.





Figura 7 - Cachoeira das Carioquinhas. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)



Figura 8 - Cãnion II. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)

## 2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse projeto foi desenvolvido considerando as seguintes etapas metodológicas. A Figura 15 mostra o fluxograma das seguintes etapas:

- 1- Levantamento da base de dados geocodificada básica (topografia, traçado das trilhas);
- 2- Aplicação do modelo de *viewshed* a partir das trilhas e das paisagens cênicas de interesse para, assim, gerar mapas que representem o campo de visão;
- 3- Validação de campo do modelo de *viewshed*;
- 4- Identificação de novas trilhas com potencial turístico;
- 5- Identificação de pontos estratégicos para descanso e interpretação ambiental.

A elaboração de todas as cartas temáticas e análise espacial utilizadas no presente trabalho serão realizadas nos SIGs Idrisi/Taiga, e Quantum Gis 2.2.

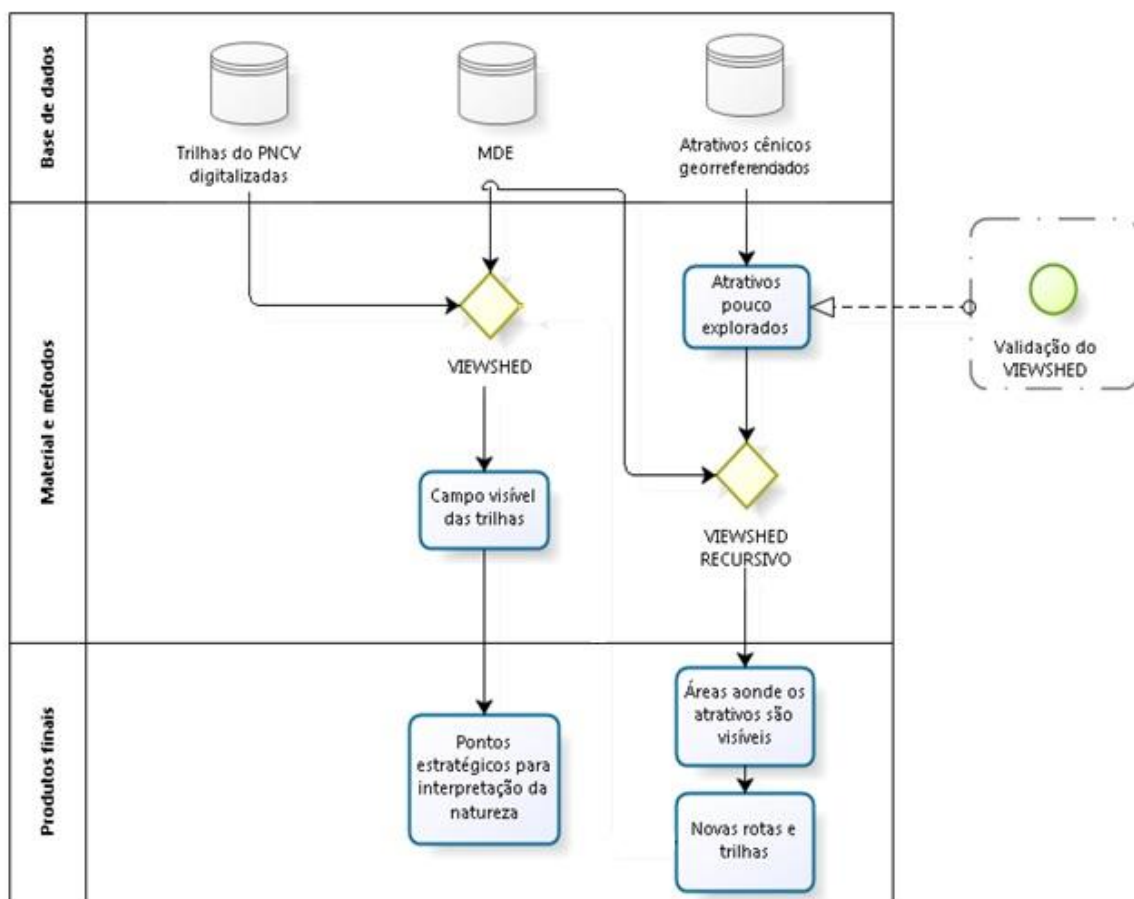


Figura 9- Fluxograma das etapas metodológicas

## 2.2.1 LEVANTAMENTO DA BASE DE DADOS BÁSICA

### RELEVO

O MDE é um conjunto ordenado de pontos de dados amostrados que representam a distribuição espacial de vários tipos de informações no terreno. Sendo assim, o MDE é a principal fonte de dados para a representação do relevo em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). A base de dados topográficos (MDE) utilizada na obtenção de modelos de campo de visão foi obtido no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil - TOPODATA (INPE, 2008). As variáveis geomorfométricas obtidas pelo MDE/TOPODATA são derivadas de dados SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) para todo o território nacional. Estes dados foram refinados da resolução espacial original de 3 arco-segundos (~90m) para 1 arco-segundo (~30m) por krigagem. Ou seja, o MDE tem pixel aproximado de 30 m frente a 90 m do SRTM. Com esse modelo é possível obter dados como declividade, orientação de vertentes, curvatura horizontal e curvatura vertical (Valeriano 2008). Para suavizar os efeitos de ruídos existentes nesses modelos, aplicou-se um filtro de média 3x3 (módulo *Filter*) no *software* Idrisi/Taiga (Figura 16).

### TRAÇADO DAS TRILHAS

O traçado das trilhas representa, no presente trabalho, o espaço que o observador pode visualizar com outros pontos. Para realizar as análise de campo de visão, foi feito o levantamento das principais trilhas do PNCV e da região do seu entorno através do registro de rotas em GPS de navegação (Garmin e-Trex 30), após de saídas de campo. O erro de intrínseco do equipamento é de 10 metros. Através do *software* TrackMaker esses dados foram digitalizados e georreferenciados. Tais dados foram utilizados no cálculo de distância e base para a análise do campo de visão (*viewshed*).

### ATRATIVOS CÊNICOS E RECREATIVOS DO PNCV

Os atrativos cênicos e recreativos mais conhecidos e visitados do Parque são considerados como alvo de observação. Logo são pontos importantes de se partir investigações de quais áreas são melhores e mais propícias de serem vistos. Os principais alvos foram levantados após consulta do plano de manejo do PNCV. Para a análise geográfica, suas coordenadas geográficas foram tiradas do *software* *Google-earth*.



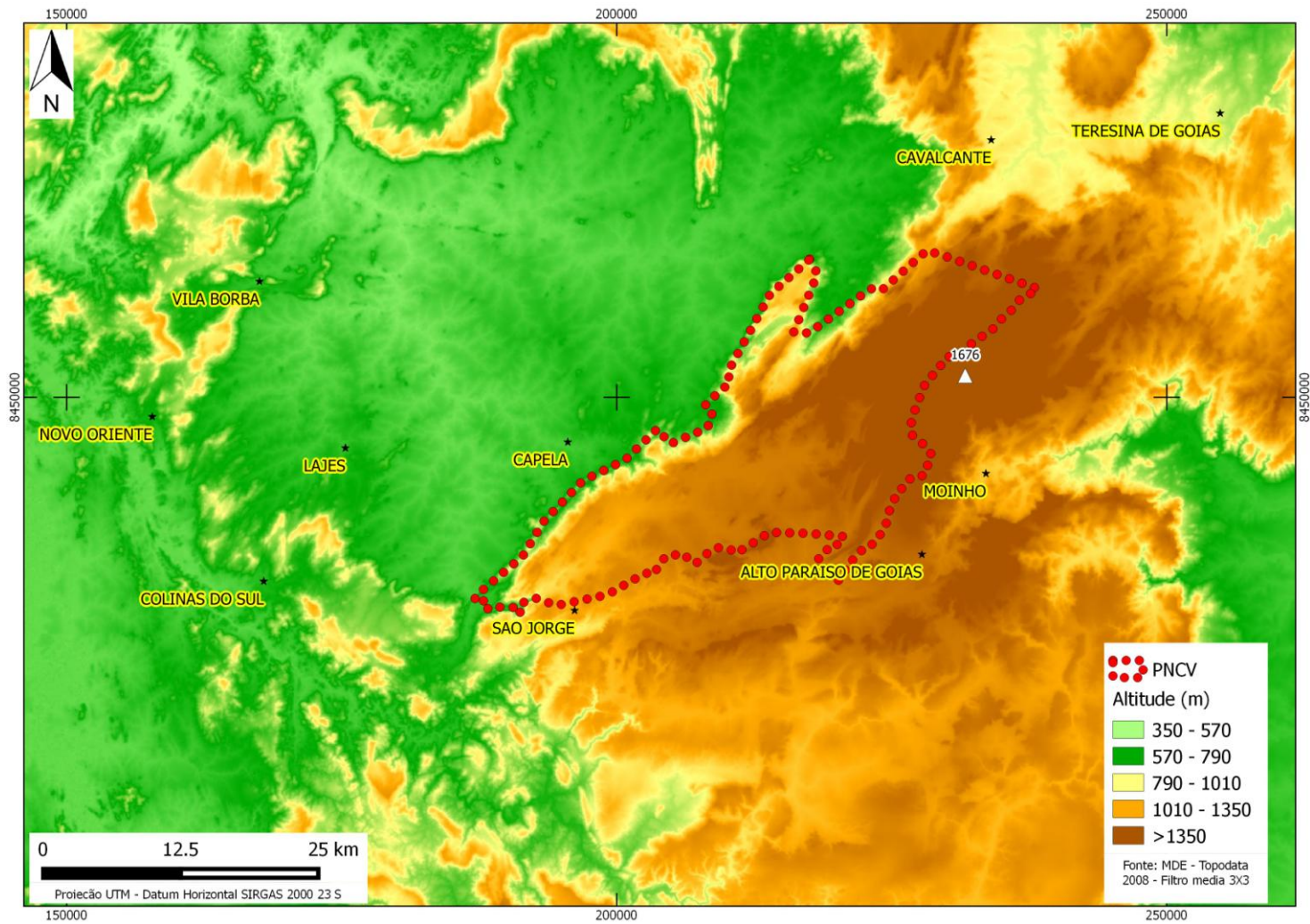


Figura 10 - MDE obtido no TOPODATA (INPE, 2008).

## 2.2.2 APLICAÇÃO DOS MODELOS DE VIEWSHED

A modelagem do “campo de visão”, partindo de um observador foi realizada com base na técnica de *viewshed* em ambiente SIG (software: Idrisi/Taiga). Além de partir do observador, a modelagem de *viewshed* foi realizada também na forma reversa, (ou seja, todos os locais a partir dos quais o referido alvo turístico pode ser visto) servindo para o mapeamento de áreas visíveis de um alvo considerado importante para fins turísticos. Considerando que o feixe de luz se propaga em linha reta, haverá similaridade se o modelo partir de um atrativo paisagístico para toda a área onde um observador pode visualizá-lo ou vice-versa (Figura 17).

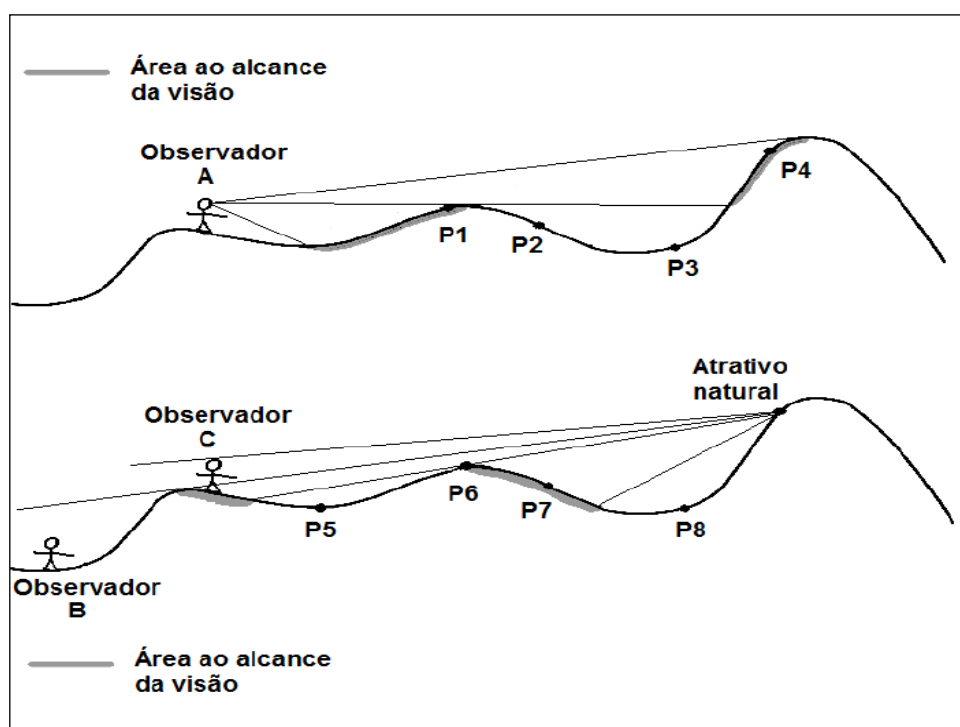


Figura 11 - Representação espacial do conceito de viewshed. A ilustração de cima representa a técnica tradicional, onde a partir do observador espacializa as áreas visíveis por ele. A de baixo representa a técnica de viewshed reverso, onde, a partir de um atrativo natural se espacializa regiões onde um observador pode visualizar o mesmo.

Foi feita a aplicação da técnica considerando-se o observador em vários pontos das trilhas existentes, com o fim de se analisar o campo visível para quem as percorre e inferir os pontos estratégicos para a observação e a apreciação da paisagem. Posteriormente, partindo de pontos estratégicos (atrativos cênicos como cachoeiras) identificou-se as melhores áreas que dão visibilidade a tais pontos. Essas regiões têm grande potencial turístico, pois podem ser consideradas como mirantes e possibilitam o uso turístico de áreas de fora do parque.

A análise do *viewshed* foi realizada usando alcance de visão, de forma que o máximo da visibilidade horizontal fosse experienciada. Desta forma, optou-se pelo alcance de 20 quilômetros. Um sumário da derivação desse valor pode ser encontrado em Middleton (1952). Os modelos de *viewsheds* foram gerados através do operador de contexto “*viewshed*” aplicado sobre o MDE no programa *Idrisi/Taiga*.

### **2.2.3 VALIDAÇÃO DE CAMPO DO MODELO DE VIEWSHED**

A pura análise booleana para o cálculo do *viewshed* nos softwares de SIG's omite os elementos verticais como a vegetação e as construções (SANDER; MANSON, 2007) e, segundo Llobera (2003) esses elementos podem ser considerados para aprimorar o modelo. Considerando ainda, que a presente dissertação fará uso de uma aplicação reversa da técnica, pouco realizada e difundida, é importante verificar a acurácia deste modelo em campo a fim de verificar se a vegetação ou o relevo da Chapada dos Veadeiros comprometem a eficácia do mesmo.

O experimento genérico para validar o modelo consistiu na adoção de um alvo luminoso (LED) em lugar alto e de relevo bastante acidentado na região da Chapada dos Veadeiros, para o qual buscou-se visada num percurso pré-estabelecido. Assim, foi possível coletar dados de regiões visíveis e não visíveis para o alvo luminoso através do registro GPS num percurso pré-definido. Os dados foram armazenados no SAPHIRA (Sistema de Aquisição, Processamento, Hospedagem e Integração sobre Recursos Ambientais) (HENKE-OLIVEIRA; SAITO, 2012), para a produção de um mapa de análise espacial da visibilidade. A validação foi feita pela comparação dos resultados de campo com o *viewshed* previamente modelado no SIG *Idrisi/Taiga*.

### **2.2.4 IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS ESTRATÉGICOS**

Análises a partir de intersecções do conjunto de áreas de visão podem direcionar os melhores pontos de observação considerando vários critérios, dentre eles: a distribuição espacial do plano visível e invisível, a área de *viewshed* e o número mínimo e localização de pontos de observação necessários para dar visada em uma área (TÉVAR SANZ, 1996)

Dada a importância de se elaborar estratégias que maximizem as experiências de contemplação da estética cênica e ecológica, por meio de orientações e estímulos do visitante direcionados para esta finalidade, é importante analisar aspectos de singularidade e complementaridade do campo de visão de vários pontos das trilhas da chapada, como

forma de subsidiar a adoção de estratégias que maximizem o potencial de visualização da paisagem.

### **2.2.5 IDENTIFICAÇÃO DE NOVAS TRILHAS COM POTENCIAL TURÍSTICO**

Após a aplicação do modelo reverso de *viewshed* foram identificadas regiões com potencial de visualização dos principais atrativos do parque. Essas regiões podem ou já funcionam como mirantes, como o Mirante da Janela. O mapeamento dessas regiões é importante para verificar se existem trilhas ou pontos de observação ainda não explorados. Identificar esse potencial possibilita incorporar, no planejamento turístico, novas trilhas de visitação e mirantes fora do parque. Para efetivar essa análise, foi necessário ir a campo para identificar e registrar rotas, novas ou não, que cheguem a esses mirantes. Quando identificadas, elas foram digitalizadas em GPS para assim realizar uma análise quanto ao potencial paisagístico. A análise foi complementada com o levantamento fotográfico dos percursos das trilhas. Os dados (fotografias) foram armazenados no SAPHIRA (Sistema de Aquisição, Processamento, Hospedagem e Integração sobre Recursos Ambientais - HENKE-OLIVEIRA; SAITO, 2012) e são de livre acesso através do site [www.ecoa.unb/saphira](http://www.ecoa.unb/saphira). As saídas de campo ocorreram em período de seca (maio a outubro), o que facilitou a prática de caminhada e a visualização de possíveis rotas e trilhas.

## PARTE II - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3 VALIDAÇÃO DO MODELO DE *VIEWSHED* COMO TÉCNICA DE APOIO AO PLANEJAMENTO DE TRILHAS DE VISITAÇÃO

Fazer uso de modelagens por meio de geoprocessamento demanda cuidados. Considerando que modelos são representações simplificadas da realidade é importante buscar algum tipo de validação de campo a fim de ratificar os resultados obtidos. A avaliação da eficácia dos modelos de *viewshed* (campo de visão) é de suma importância, principalmente quando os mesmos servirem para orientar projetos de infraestrutura e gestão ambiental.

A avaliação da eficácia dos modelos de *viewshed* já foi explorada por Fisher (1993) na perspectiva de investigar o Modelo Digital de Elevação é obtido, como o ponto de observação está representado, bem como as formulações matemáticas e lógicas internas. Porém pouco se explorou a validação em campo dos modelos. Assim, a avaliação da eficácia dos modelos de *viewshed* é de suma importância, principalmente quando os mesmos servirem para orientar projetos de infraestrutura e gestão ambiental. Diante disto, o presente capítulo propõe uma validação de campo de visão de três modelos de *viewshed* aplicados ao PNCV, no qual é desenvolvida a prática de turismo de natureza. Adicionalmente, considera-se a necessidade de uma análise sistemática dos fatores que induzem os erros do modelo.

A validação de campo proposta visa uma prospecção de elementos que possam ser úteis na discussão e análise da efetividade e do potencial de aplicação do modelo de *viewshed* em áreas naturais com grande complexidade de relevo e de vegetação, em que se encaixa grande parte das unidades de conservação da natureza abertas para visitação. Sendo assim, pode-se considerar que os resultados não estarão restritos à área de estudo.

Comparar os dados espacializados em ambiente SIG com aquilo que é observado na realidade é uma forma de melhor entender o efeito das variáveis de entrada do modelo (relevo, o alcance máximo de visibilidade e altura horizontal do olho do observador). Além dessas variáveis é importante agregar à análise a influência de fatores que não entram na estruturação do modelo estabelecido em ambiente SIG, mas que podem ajudar na melhor calibração e efetividade de modelos de *viewshed*.



### 3.1 GERAÇÃO DE MODELOS DE VIEWSHED

O algoritmo de base para gerar um *viewshed* a partir de dados de elevação baseia-se na estimativa da diferença de elevação dos pixels intermediários entre o pixel que caracteriza o ponto de observação e o pixel que caracteriza o alvo da observação. A determinação de se o pixel alvo pode ser visto a partir do ponto de observação é realizada por análise de cada um dos pixels intermediários entre os dois pontos, para determinar a “linha de visão” (KIM *et al.*, 2004). Se a superfície da terra se eleva acima da linha de visão, o alvo de observação não é visível, caso contrário sim. O conjunto de pixels visíveis a partir do ponto de observação forma o *viewshed* (BURROUGH *et al.*, 1998) (Figura 18).

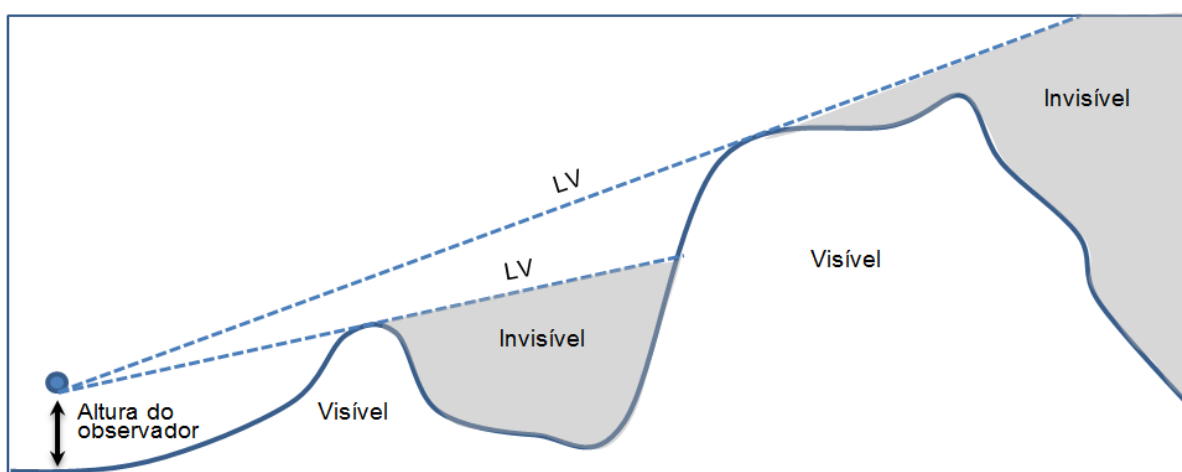


Figura 12 - Representação de um viewshed booleano (visível/não visível). LV – linha de visão. Fonte: Adaptado (CLARKE, 1990).

A pura análise booleana para o cálculo do *viewshed* omite os elementos verticais como a vegetação e as construções (SANDER; MANSON, 2007) e, segundo Llobera (2003) esses elementos podem ser considerados e mapeados de volta para o espaço de forma a gerar novas superfícies para aprimorar o modelo. Os trabalhos de Lake *et al.* (1998) e Germino *et al.* (2001) são exemplos da integração de elementos verticais nas análises de *viewshed*.

Neste capítulo, serão apresentados três modelos de *viewshed* gerados com pontos de observação localizados em região de topo de morro no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (Figura 19). O primeiro, um ponto fixo de observação correspondendo a um único pixel (1 pixel) e dois modelos compondo conjuntos de pixels que caracterizam diferentes áreas de deslocamento do turista, ou seja, um pixel e seus vizinhos (1 pixel + borda de 1 pixel) e um conjunto maior de pixel (topo de morro, seguindo uma curva de nível). Os modelos foram gerados a partir de um MDE. Foi considerada uma altura do observador de 7,6 metros e um alcance máximo de 20 km. A escolha de uma altura acima do padrão de

um observador em solo (7,6 m) tem por base a necessidade de eliminar o efeito da vegetação mais próxima, a fim de proporcionar o teste do modelo, seja em menores ou em maiores distâncias. Na prática, o modelo simula uma condição típica de uma torre de observação, artifício usado tanto no monitoramento ambiental (ex. incêndios) quanto no turismo (ex. mirante elevado).

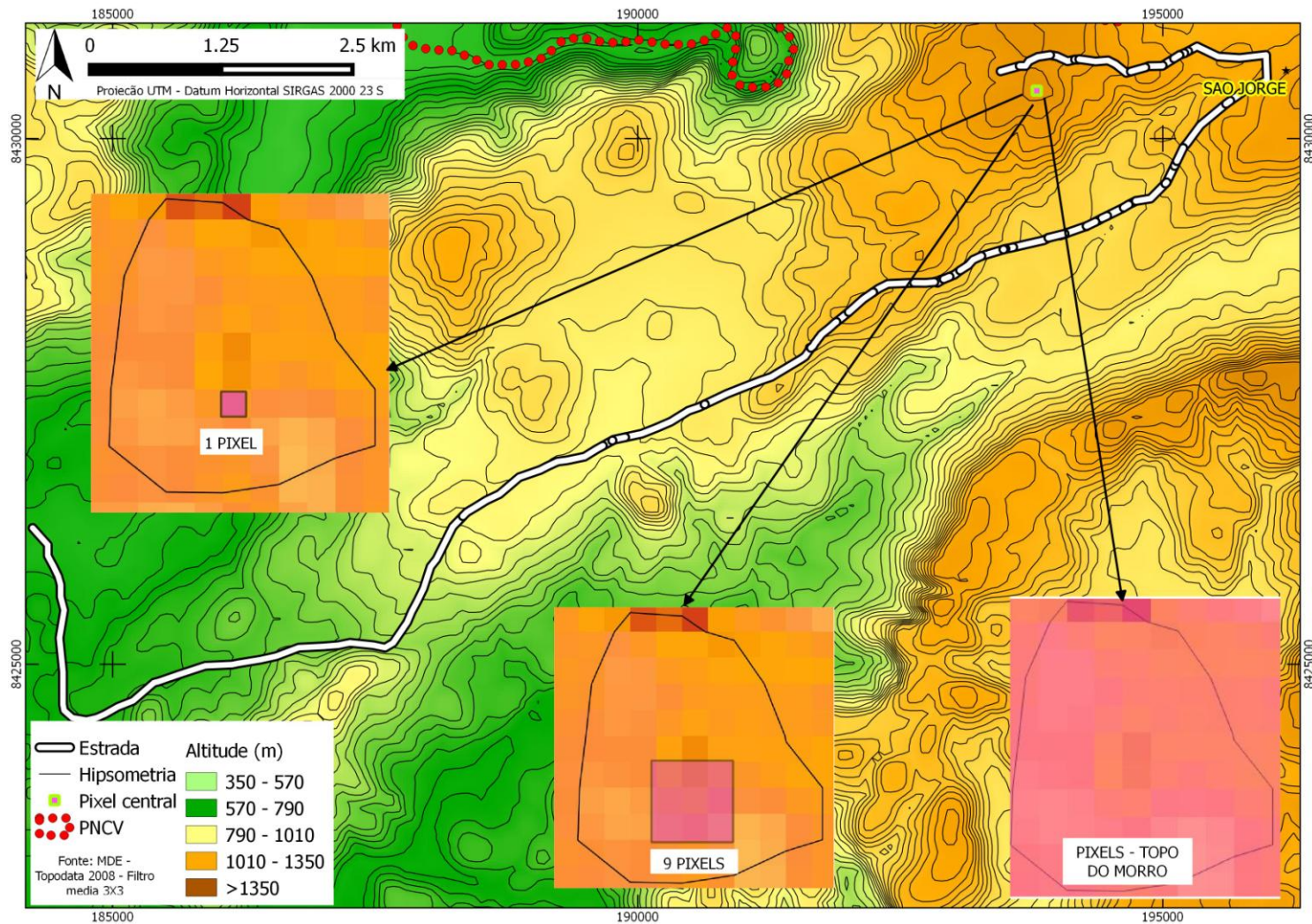


Figura 13 - Representação do ponto de observação dos modelos. 1 pixel; 1 pixel mais seus vizinhos (9 pixels); Pixels que estão na curva de nível do topo do morro.

### 3.2 VALIDAÇÃO DO MODELO DE *VIEWSHED*

A validação do modelo foi feita, num primeiro momento, pela fixação de uma fita de micro-lâmpadas de LED (Light Emitting Diodes) verdes no topo de um bastão de 7,6 metros, em posição vertical (Figura 20), nas coordenadas do pixel unitário, no qual foi gerado o primeiro modelo de *viewshed*, já que os demais modelos foram gerados para o entorno desse pixel central. Em particular, a potência programada de luz dos LED esteve na faixa de 1,5 Watts, em regime intermitente, com uma piscada de 0,3 segundos para cada segundo em estado apagado. Tais características, associada a à cor atípica da luz, tiveram o objetivo de tornar o dispositivo emissor de luz o mais perceptível possível, no período noturno, em áreas onde houvesse visada direta.

Considerou-se que a existência de visada noturna nas condições experimentais simula as mesmas condições diurnas na perspectiva de um observador turístico, visto que os dois fenômenos óticos são regidos pelas mesmas leis físicas. Assim, o aspecto da validação do modelo genérico poderia indicar as propriedades de validação de modelos aplicados ao turismo de observação em trilhas, por exemplo.

Num segundo momento, foram percorridos 18,5 Km de estradas da região, à velocidade aproximada de 20 km/hora, em noite sem lua e condições de elevada transparência atmosférica. A equipe contou com um motorista, dois observadores que informavam ao quarto membro (o registrador) as condições de visibilidade ou não-visibilidade da luz verde do LED. Na terceira etapa do experimento os registros de horário e coordenadas GPS de aparecimento e desaparecimento do objeto na linha do horizonte foram incorporados no SAPHIRA (Sistema de aquisição, processamento, hospedagem e integração de informações sobre recursos ambientais - HENKE-OLIVEIRA; SAITO, 2012), visando a integração dos dados num sistema de informações geográficas e, confrontados, dados de campo com os dados modelados.



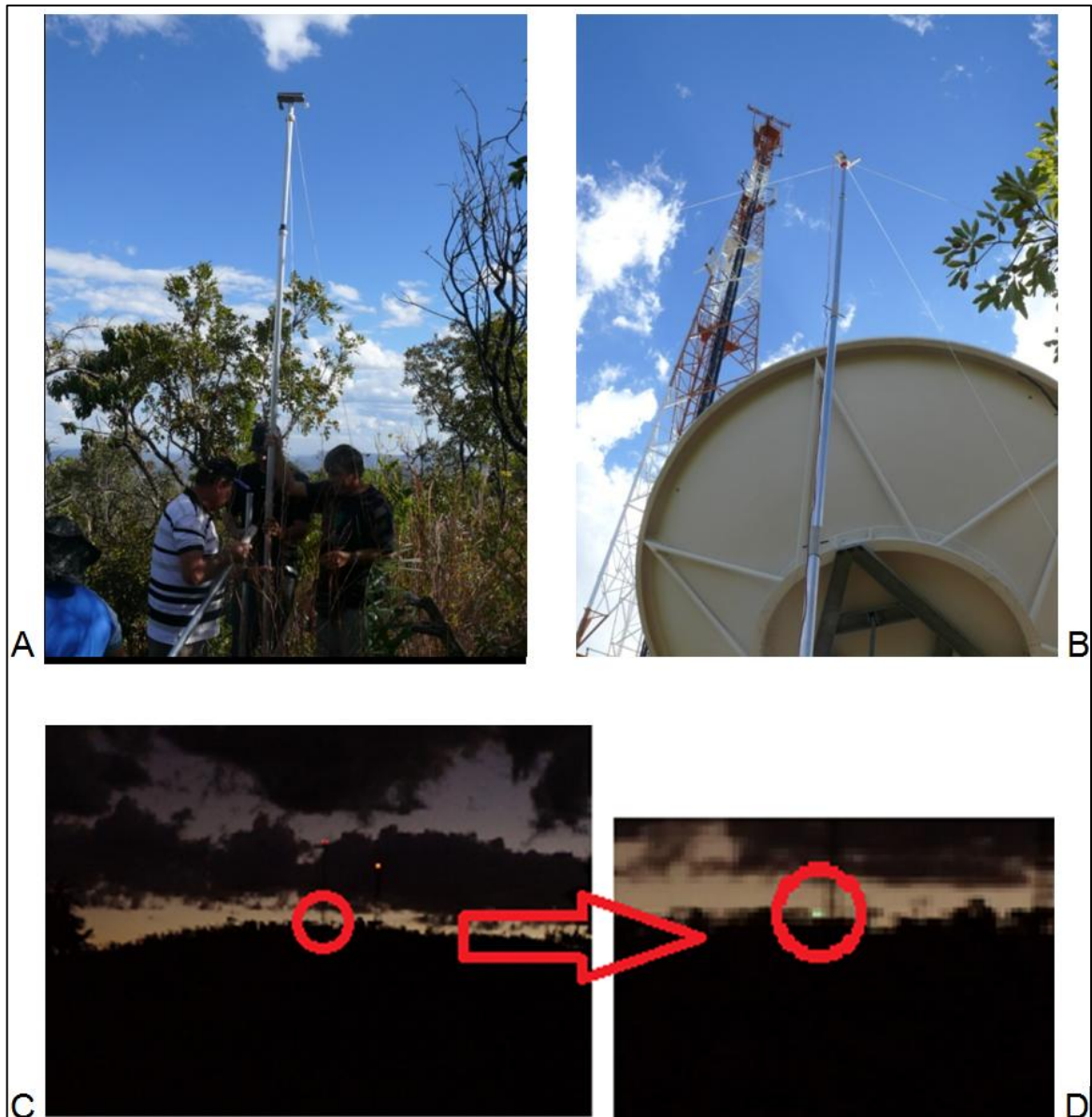


Figura 14 - A e B - Montagem do equipamento composto por um bastão de 7,6 metros e micro-lâmpadas de LED. C e D – Representação da visibilidade noturna do LED durante o experimento de validação do modelo.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambiente SIG, os dados coletados foram expressos por trajetos de campo que foram qualificados conforme os momentos em que o LED esteve visível e não visível ao observador (Figura 21). Essa informação ao ser sobreposta à área de abrangência de cada *viewshed* modelado correspondeu aos percentuais apresentados na Tabela 1, onde a distância percorrida sem a visualização do alvo luminoso foi maior, indicando que ou o trecho da estrada estava fora da área dos *viewsheds* ou pode ter ocorrido interferência por efeito da altura da vegetação.

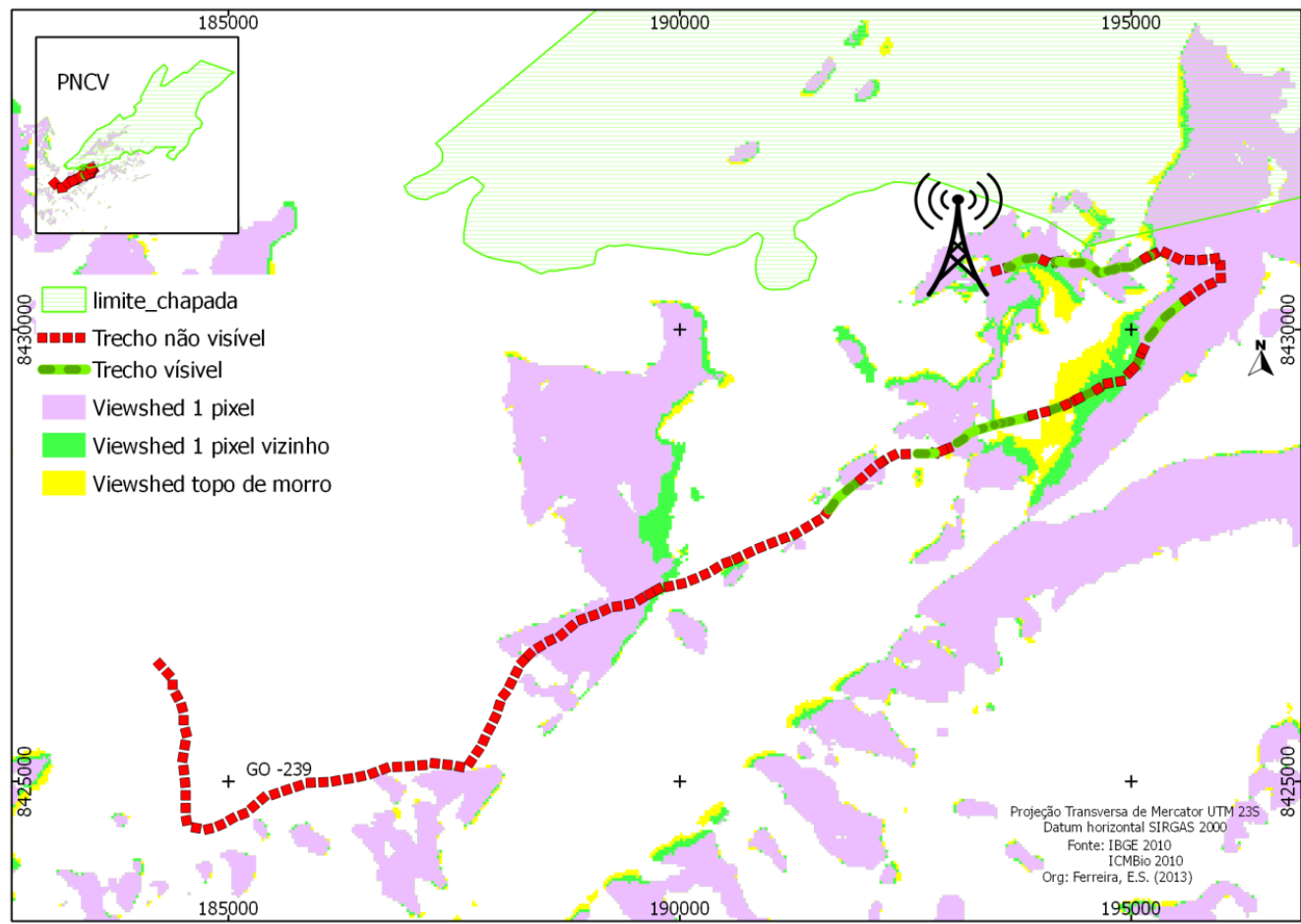


Figura 15 - Representação dos três modelos de viewshed e do trajeto percorrido, indicando trechos visíveis e não visíveis. Os modelos se sobrepõem entre si. O modelo tomado por 1 pixel (rosa) está contido nos demais, o modelo tomado por 1 pixel mais a borda de pixel mais a borda de pixels vizinhos (verde) está contido no modelo que considera o topo de morro como ponto de observação (amarelo).

Tabela 1- Proporção da distância percorrida entre visibilidade e não-visibilidade nos três modelos de viewsheds analisados.

Modelo	Distância percorrida em Km (e % do trajeto)		
	<i>viewshed</i> visível	<i>viewshed</i> não visível	Total
1 pixel	6,243 (33,7)	12,263 (66,3)	18.506 (100%)
1 pixel + borda de 1 pixel	7,480 (40,4)	11,026 (59,6)	
Vários pixels (topo de morro)	7,906 (42,7)	10,600 (57,3)	

Na presente análise há dois tipos de acertos e dois tipos de erros (Figura 22). Ou seja, os acertos ocorrerão quando o trajeto não visível (linha vermelha) não sobrepor o modelo ou quando o trajeto visível (linha verde) sobrepor o modelo. Quanto aos erros, haverá situações onde os trechos da estrada classificados como não-visíveis (linha vermelha) irão sobrepor o modelo. Tal situação foi denominada de “erro de sobrevisão”. O oposto, quando os trajetos visíveis não sobrepõem o modelo, a situação é qualificada de “erro de omissão”.

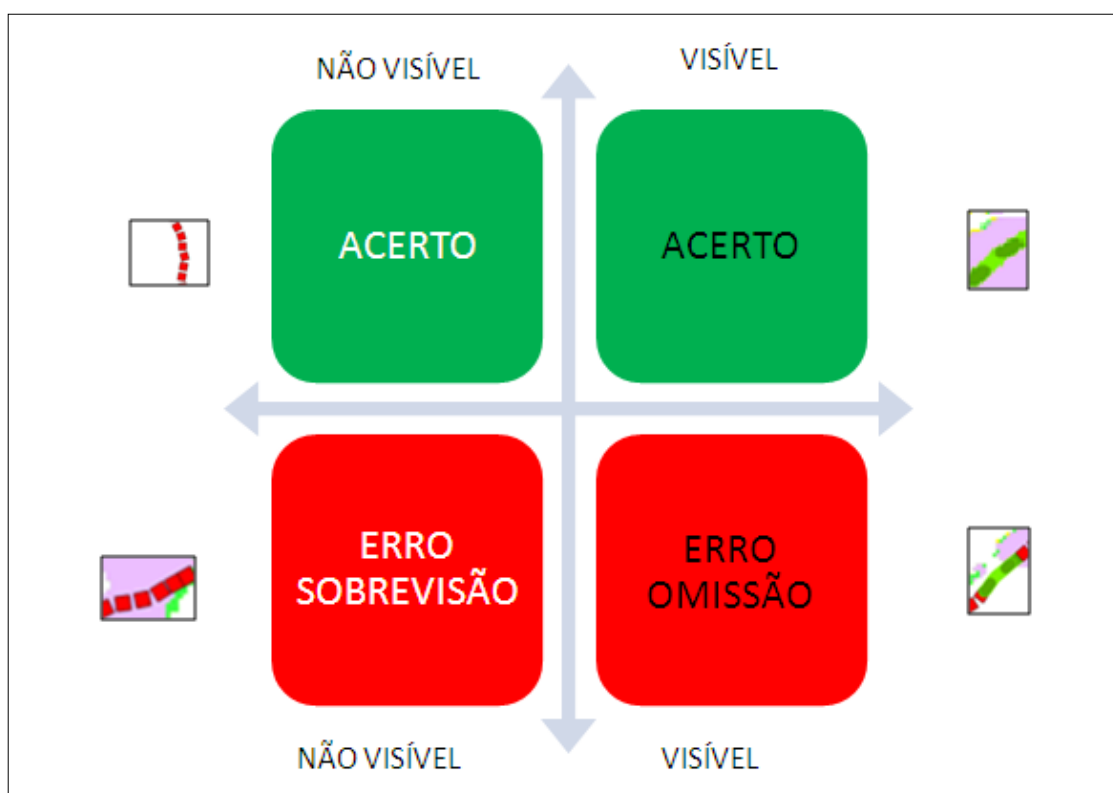


Figura 16 - Erros e acertos do modelo em relação aos dados reais

Dessa forma, percebeu-se que as partes visíveis dos modelos estavam somadas ao erro de sobrevisão, nesse caso o modelo visualizou mais do que foi observado na realidade. Nos trechos não visíveis estavam somados os erros de omissão, dessa forma os modelos falharam ao não incorporar os trechos que permitiam a visualização do LED. A Tabela 2 quantifica os acertos e erros então mencionados para cada modelo testado.

Tabela 2 - Comparação percentual entre os *viewsheds* modelados e o experimento de campo.

	1 pixel(%)	1 pixel + borda de 1 pixel(%)	vários pixels – topo de morro(%)
Acerto (trechos visíveis)	11,7	14,3	15,9
Acerto (trechos não visíveis)	55	50,9	50,1
<b>Total</b>	<b>66,7</b>	<b>65,2</b>	<b>66,1</b>
Erro de omissão	11,3	8,7	7,1
Erro de sobrevisão	22	26,1	26,8
<b>Total</b>	<b>33,3</b>	<b>34,8</b>	<b>33,9</b>

Os erros encontrados pouco variam entre os três modelos de *viewsheds*, indicando que a modelagem é pouco sensível a erros de posicionamento. Em outras situações os resultados poderiam ser diferentes, por exemplo, naquelas áreas distantes de topos de morros, ou em condições topográficas específicas que possam gerar maior variação entre os modelos.

Em termos das implicações dos erros dos modelos na gestão do turismo, nos parece que os erros de omissão não são tão graves quanto os de sobrevisão. Isto porque os erros de sobrevisão podem gerar uma falsa expectativa ao gestor (ou ao turista), pois sugerem alocar algo (ou visitar algum local) para observar aquilo que na prática não poderá ser observado. Assim, um dos critérios para a seleção do modelo mais adequado seria com base no menor erro de sobrevisão em relação aos demais. Esta discussão é particularmente importante no caso em estudo, pois o erro de sobrevisão foi menor no modelo de um pixel, exatamente no local de fixação do LED para a validação de campo. Isso configura o modelo de um pixel como o modelo mais fiel à experimentação. Uma evolução nesta linha de raciocínio considera que se o modelo mais fiel à experimentação em campo (modelo de 1 pixel) é o que apresenta menor erro (principalmente o erro de sobrevisão) em relação à experimentação de campo, então o processo de modelagem se configura como coerente.

A vegetação, em circunstâncias específicas pode causar um efeito microtextural no terreno o que provoca maior influência na redução da visibilidade quanto mais próxima estiver do observador e quanto maior for o seu porte. O efeito da vegetação foi observado por Fetter *et al.* (2012) no estudo do *viewshed* de uma UC, no do Rio Grande do Sul, em região de floresta ombrófila mista. Assim, o estudo constatou que ambientes mais homogêneos de floresta dificultam a visada de alvos predeterminados. Assim pode-se inferir que fitofisionomias como o cerrado, mais heterogêneas e consideravelmente mais baixas, permitem maior alcance de observação e, teoricamente, apresentam menores erros de possíveis modelagens de *viewshed*.



Ainda assim, se pode deduzir que o efeito da vegetação no presente estudo possa ter aumentado o erro de sobrevisão, já que diferentes trechos de borda da estrada percorrida eram compostos por vegetação de porte variado, de poucos centímetros a mais de 5 metros de altura e com diferentes densidades foliares.

Mesmo que a modelagem de campo visual seja uma atividade baseada em abstrações conceituais e em métodos matemáticos e lógicos, ela demanda cuidados, visto que os modelos são representações simplificadas e, por isso, imperfeitas da realidade. Disso fica evidenciado duas orientações gerais para o uso de modelos de *viewsheds*: a) de que se reconheçam os erros destes modelos como propriedades intrínsecas aos mesmos, em que as implicações dos erros não são necessariamente proporcionais ao tamanho dos erros (ex. erros de omissão são menos ruins do que os de sobrevisão); b) que os modelos não podem ser utilizados como comprovação do real, mas como auxiliares na identificação das propriedades do real e do seu significado, exigindo-se que eles sejam validados e progressivamente melhorados.

Toda análise feita nesse capítulo é válida também nas situações que denominamos de *viewshed* reverso, em que se pretende identificar uma rota que permita a observação de alvos específicos como cachoeiras, locais de repouso de aves, etc. Esse tipo de estudo é ainda mais raro, mas pode ser citado o trabalho de Senaratne *et al.* (2013), que gerou *viewsheds* que denominou de “inversos” a fim de obter uma medida de qualidade para a correção de referência de localização de fotografias georeferenciadas fornecidas pelo Flickr (uma plataforma de geoinformações) como fonte de dados VGI (informação geográfica voluntária).

#### **4 LOCALIZAÇÃO DE PONTOS ESTRATÉGICOS QUE REPRESENTAM A DIVERSIDADE PAISAGÍSTICA NA TRILHA DOS SALTOS DO PNCV**

A análise de preferências paisagísticas pode vislumbrar caminhos no sentido da implementação de programas continuados de educação e interpretação ambiental. Apresentar níveis de informação progressivos sobre a paisagem facilita a assimilação e estabilização de conhecimentos sobre as realidades ambientais (GUIMARÃES, 2006).

Daí a importância de identificar pontos estratégicos com potencial interpretativo, uma vez que a apreciação da área pelos visitantes é extremamente influenciada por esta escolha. O planejador de trilhas deve, portanto, fazer uso de estratégias para que todo percurso seja apreciado e que em alguns pontos ocorra uma sensibilização. O método mais conhecido que realizar a escolha desses pontos é o denominado de Indicadores de Atratividade de Pontos Interpretativos – IAPI (MAGRO; FREIXÊDAS, 1998).

Para a utilização do IAPI, é importante o conhecimento de todos potenciais turísticos e interpretativos ao longo da trilha. Os pontos representados por elementos naturais e suas atribuições físicas são quantificados em uma tabela e passam a serem qualificados após entrevistas de campo com turistas. Os pontos interpretativos potenciais que obtiverem maior pontuação na ficha de campo são assim selecionados (MAGRO; FREIXÊDAS, 1998).

Por mais simples e útil que seja o método de IAPI, Magro e Freixêdas (1998) destacam a importância da adaptação e desenvolvimento de outras técnicas para a escolha de pontos interpretativos. Nem sempre, na fase de planejamento do uso de trilhas será possível fazer entrevistas *in loco*. Sendo assim, o desenvolvimento de análises que permitam visualizar a dinâmica da paisagem através de modelagens é um ótimo recurso para complementar outros métodos, como o IAPI.

##### **4.1 ANÁLISE DA PAISAGEM NA TRILHA DOS SALTOS**

Ao realizar a análise paisagística da Trilha dos Saltos, foram escolhidos 17 pontos respeitando a aleatoriedade entre os mesmos (Figura 23). Os procedimentos existentes para modelagem do campo de visão foram baseados no MDE, com um valor de 20 km de alcance máximo de visibilidade e a altura de observação de 6 metros, no sentido de que os pontos selecionados fossem propícios para a instalação de torres de observação. Tais modelos foram gerados para os 17 pontos. Operações de sobreposição de planos de informações (overlay) foram realizadas para o cruzamento de pares de *viewsheds*, totalizando 136 comparações ilustrativas da sobreposição entre os mesmos.

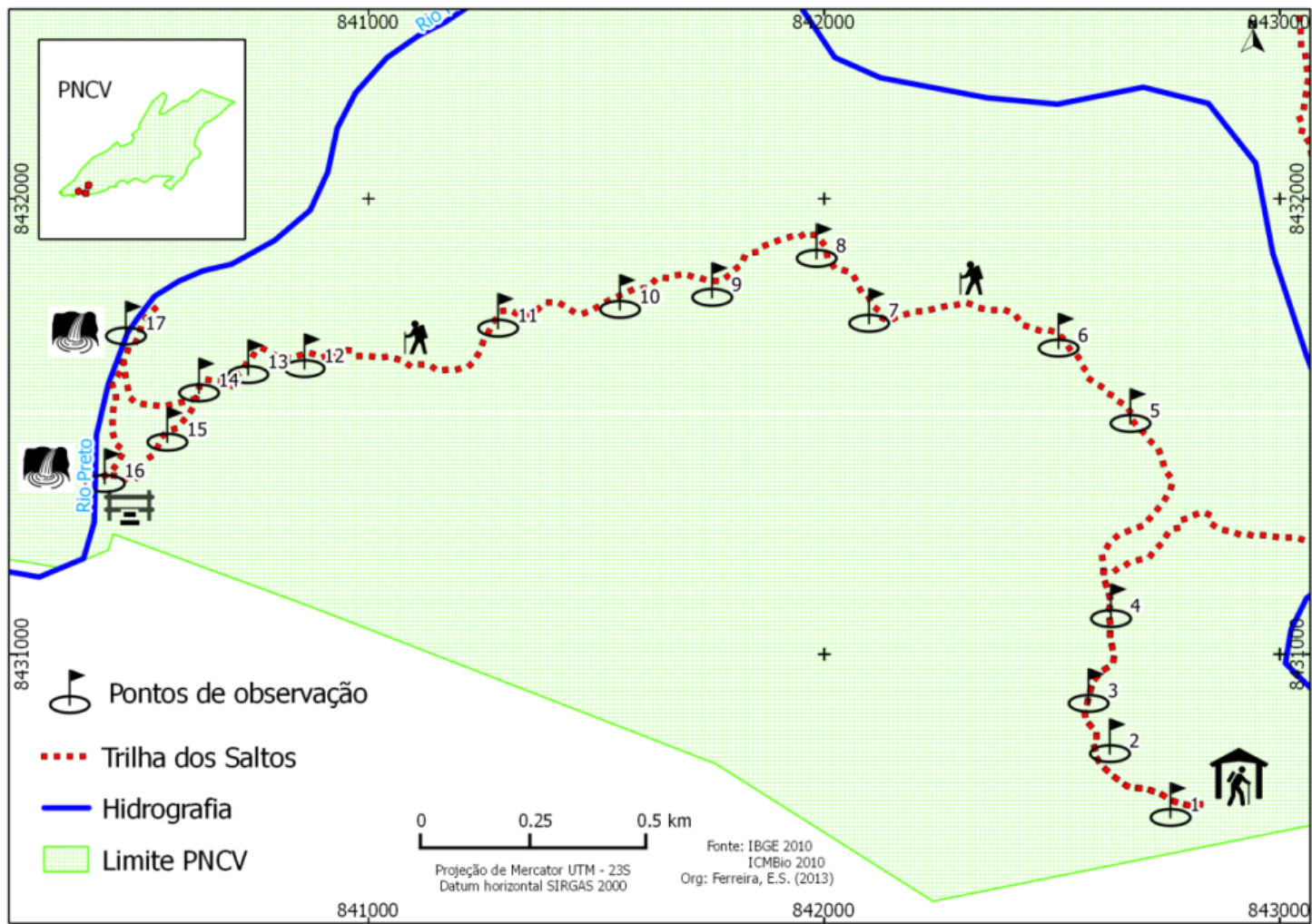


Figura 17- Identificação dos 17 pontos de observação na trilha dos Saltos

Para os estudos da paisagem, a análise do campo de visão é efetiva quando este é comparado com fotografias tomadas a cada ponto de observação (TÉVAR SANZ, 1996). O procedimento de comparação do real representado por fotografias panorâmicas com um modelo de *viewshed* elaborado em ambiente SIG é importante, pois permite ajustes de variáveis para que os resultados se aproximem ao máximo da realidade e assim as análises posteriores se tornem mais confiáveis (SOARES FILHO, 1998).

Desta forma, com uso de GPS, foram visitados todos os 17 pontos, onde foram tomadas fotografias panorâmicas (360 graus), respeitando-se a altura do solo adotada no modelo computacional, e com o auxílio de um bastão de alumínio com comprimento ajustável em até 7,7 metros de altura acoplado a uma câmera fotográfica operada por controle remoto a partir do nível do solo.

As fotografias foram tomadas seguindo um padrão que estabeleceu o norte geográfico como início dos registros e o sentido horário para o giro (Figura 24). Todo material fotográfico foi armazenado no SAPHIRA (Sistema de Armazenamento, Processamento, Hospedagem e Integração de Informações sobre Recursos Ambientais - HENKE-OLIVEIRA; SAITO, 2012), onde os registros básicos de identificação e localização foram preservados para espacialização e análise dos dados. As fotografias de cada ponto passaram pelo processo de mosaicagem no software *Panorama-Maker*.



Figura 18- Procedimento de tomadas de fotografias no ponto 1 da trilha. Equipamento utilizado: Bastão de alumínio com uma câmera fotográfica e controle remoto. Autor: SILVA, R.G.P. (2013)

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro dado obtido na análise dos campos visíveis (mapas de *viewshed*) a partir dos 17 pontos estabelecidos na Trilha dos Saltos foi o de área visível absoluta de 38,28 km<sup>2</sup>. De acordo com Tévar Sanz (1996), este índice representa a superfície total vista de um ponto de observação, sem levar em conta sua forma e distribuição e, quando a área de visualização partir de um conjunto de pontos deve desconsiderar as áreas de sobreposição que acabam sendo redundantes. Nesse sentido, se pode calcular a área visível de cada ponto de observação. A soma das áreas independentes resulta em 165,79 Km<sup>2</sup> (Tabela 3). A diferença entre este valor e o de área visível absoluta resultou em um indicador da redundância de 127,51 km<sup>2</sup>. Este também pode ser expresso em percentual, neste caso, sugerindo uma redundância de 333,02%.

Tabela 3 - Área de cada *viewshed*. A soma dessas áreas representa um conjunto de campos visível que sobrepõem entre si. A área visível absoluta foi calculada a partir da união de todos os campos desconsiderando todas as sobreposições.

Ponto de Observação	Área Visível (Km <sup>2</sup> )
1	5.99
2	8.27
3	10.33
4	13.12
5	11.20
6	12.31
7	16.00
8	11.42
9	11.51
10	11.71
11	11.70
12	12.69
13	10.89
14	8.92
15	5.73
16	2.99
17	1.02
Soma	165.79
Área visível absoluta	38.28
Redundância km <sup>2</sup>	127.5
Redundância %	333.08

A rigor, a redundância pode estar associada a algo desnecessário ou ser exagerada, ganhando certa conotação de inadequada. Contudo, tal conotação pode não ser verdadeira em absolutamente todos os sentidos e áreas. Por exemplo, na ecologia, as discussões que

se iniciaram na década de 1970 sobre os fatores que promovem a estabilidade dos sistemas ecológicos contemplam a redundância (mas especificamente a redundância funcional ou homotaxia congênica) como um dos mecanismos importantes (ODUM; OTTENWAELDER, 1972). Na verdade, considera-se que havendo redundância de funções em diferentes componentes estruturais, a perda de um dos componentes pode ser prontamente superada pelo funcionamento do componente análogo. O mesmo se aplica para a análise de um conjunto de áreas de visibilidade. Um avanço nesta linha pode concluir que algum componente pode ser substituível, ou mesmo que o grau de substituibilidade dos componentes pode ser quantificado.

A concepção de que a redundância é boa (ou aproveitável), mas somente até algum grau, nos conduz à busca de um “modelo de otimização”. Por exemplo, considerando os quatro primeiros pontos, é possível selecionar apenas um ponto, o qual representa o campo de visão dado pela soma dos quatro campos, pois há grande redundância entre eles (Figura 25). Ao longo de todos os pontos, considerando a alta redundância dos pontos próximos é possível localizar um número mínimo de pontos cujas áreas de visibilidade sejam pouco redundantes entre si e que a soma de seus *viewshed* abranjam grande parte de toda área visível.

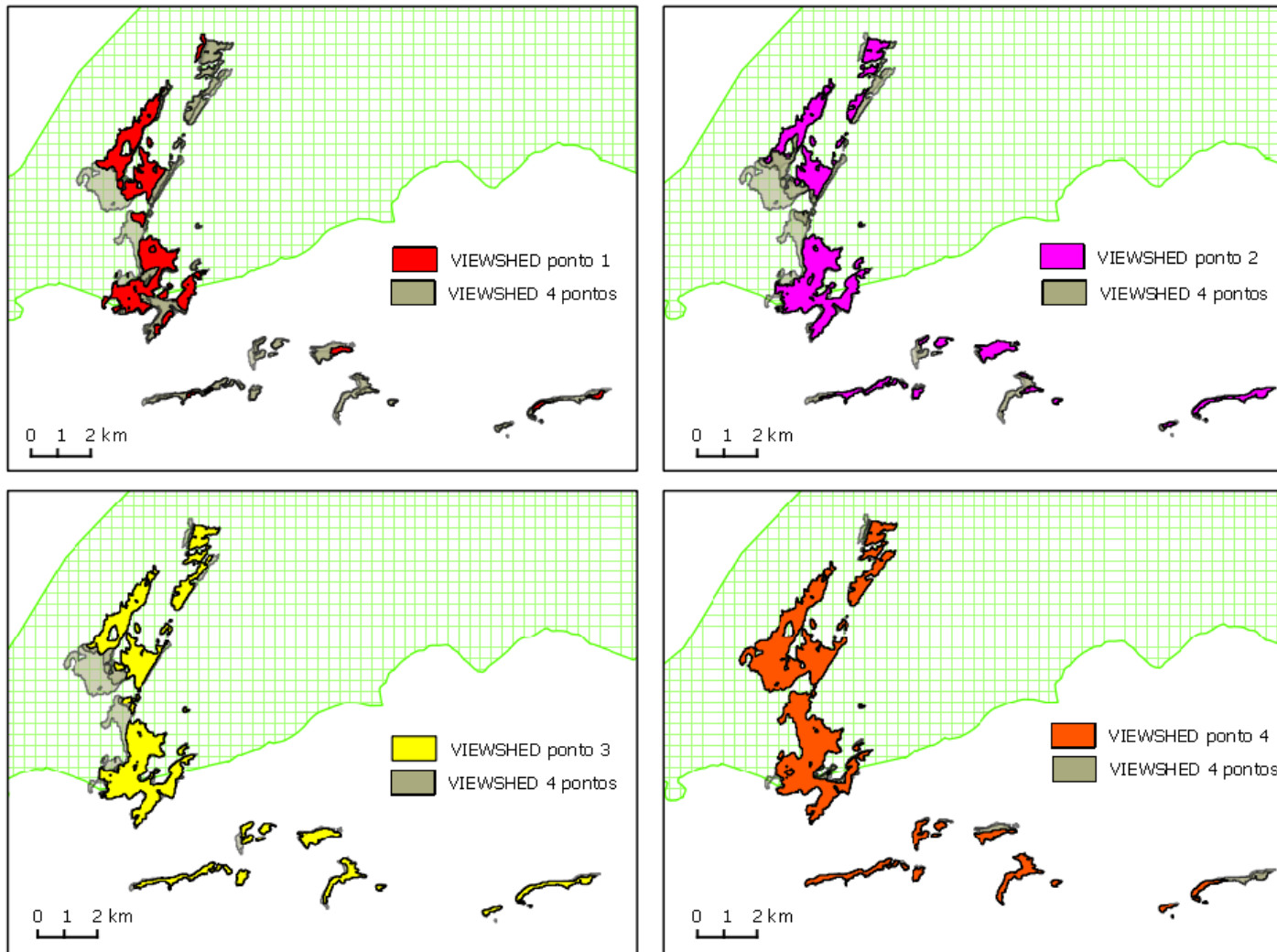


Figura 19 - Análise dos primeiros quatro pontos de viewsheds. As áreas em cinza ao fundo indicam o campo de visão resultante para a totalidade dos quatro viewsheds. Observa-se grande redundância entre pontos próximos.

Os resultados apresentados a partir do cruzamento par a par de todos 17 *viewsheds* incorporam todos os índices de redundância e de pontos singulares ao longo da Trilha dos Saltos (Figura 26). Os índices de redundância são maiores quando há maior proximidade dos pontos de observação. Os pontos singulares são aqueles que, por suas particularidades visuais, se distinguem mais dos outros pontos analisados. Podem ser considerados os que apresentam as maiores diferenças do campo visual entre um conjunto de pontos e representam a diversidade de toda área possível de ser vista num trajeto linear (TÉVAR SANZ, 1996). Assim, os últimos pontos (14, 15, 16 e 17) apresentaram os menores valores de sobreposição e indicam a singularidade destas regiões. De fato, o final da trilha dos Saltos é marcado por vales, marcados por quebras de relevo e cachoeiras. São áreas vistas apenas nas suas proximidades e locais de maior atração turística por ser possível estabelecer contato direto com as cachoeiras.

km <sup>2</sup>		Ponto																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ponto	1	6.0	4.6	5.1	5.4	4.0	3.7	3.0	1.5	2.0	2.1	1.4	1.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	64.7	8.3	7.9	7.2	4.1	3.3	2.5	1.1	1.5	1.6	1.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	62.1	85.2	10.3	9.4	5.3	4.3	3.0	1.4	1.8	1.9	1.3	1.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	56.5	67.6	80.5	13.1	8.1	7.0	5.2	2.9	3.4	3.3	2.0	1.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	5	47.1	42.3	48.8	66.6	11.2	9.7	7.5	4.7	5.0	4.6	2.9	2.2	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0
	6	40.6	32.1	37.9	54.9	82.6	12.3	9.6	6.4	6.6	6.2	4.0	3.2	1.9	1.0	0.1	0.0	0.0
	7	27.0	20.6	22.9	35.6	55.1	67.8	16.0	9.7	10.1	9.2	6.4	5.5	4.0	2.8	1.6	0.5	0.1
	8	17.6	10.9	12.7	24.0	41.4	53.8	70.8	11.4	9.7	9.3	6.7	5.8	4.9	3.8	2.4	1.2	0.1
	9	22.7	14.7	16.1	27.4	43.7	55.4	73.1	85.0	11.5	9.8	6.7	5.6	4.3	3.0	1.8	0.7	0.1
	10	23.9	16.1	17.4	26.3	40.2	51.5	66.4	80.6	84.7	11.7	8.0	6.6	5.1	3.8	2.5	1.2	0.1
	11	15.4	10.5	11.4	16.2	25.5	33.5	46.0	58.2	57.7	68.3	11.7	9.5	8.1	6.6	4.2	2.0	0.5
	12	12.6	9.5	10.1	10.7	18.3	25.4	38.1	48.0	45.9	54.1	78.0	12.7	10.4	8.4	5.2	2.5	0.7
	13	3.8	3.4	3.2	3.0	9.0	16.4	29.9	43.5	38.4	45.6	71.9	88.5	10.9	8.8	5.5	2.8	0.8
	14	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	9.4	22.3	37.4	29.8	36.6	64.4	77.8	88.4	8.9	5.4	2.8	0.9
	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	14.9	28.3	20.8	28.1	48.3	56.4	65.6	73.6	5.7	2.9	0.5
	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.7	16.8	9.4	16.8	27.2	32.5	39.9	47.1	66.1	3.0	0.3
	17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.4	1.3	1.2	7.4	10.4	13.8	17.2	14.7	14.8	1.0

Figura 20 - Área e redundância nos 17 *viewsheds* obtidos. Os valores nas células amarelas (diagonal) indicam a área de cada *viewshed* (km<sup>2</sup>), enquanto que as células acima e à direita (verdes) indicam a área (km<sup>2</sup>) da sobreposição (redundância) entre pares de *viewsheds* e as células abaixo e à esquerda (cinza) indicam a redundância em valores percentuais.



Apesar do elevado grau de subjetividade nas experiências visuais no turismo de observação/ecológico, é importante estabelecer um número mínimo de pontos de observação (mirantes ou pontos de parada). Os dados de redundância e singularidade de cada região avistada possibilitam eliminar subjetividades acerca da escolha de pontos estratégicos para a visualização da paisagem. É importante, portanto, estabelecer um número que não seja baixo a ponto de impedir o acesso do turista a um grande número de elementos estruturais, e nem elevado demais para causar danos ambientais, entediar o indivíduo ou implicar em gastos elevados em infraestrutura.

A ideia de otimização possibilitou identificar um conjunto restrito de quatro pontos que, se avaliados conjuntamente, permitem observar 57% daquilo que seria visto a partir dos 17 pontos. Tais pontos são representados pelos números 3, 10, 16 e 17 (Figura 27), os quais apresentam uma redundância de 9,21% entre eles. Apesar de não ser um valor alto (57%), o importante é que as áreas escolhidas cobrem distintas porções do parque e arredores, que são vistas por vários pontos e se complementam entre si.

A representação de cada ponto poderia ser alterada por outros que possuem alta redundância com o mesmo. Mais abrangente que definir pontos ou uma regra exata, a presente análise possibilita visualizar um conjunto de áreas que são redundantes e podem ser observadas em pontos diferentes. A flexibilidade na escolha de pontos que avistam áreas de interesse auxilia os planejadores, gestores e tomadores de decisão, na medida em que permitem explorar as implicações de diferentes cenários (PRESSEY, 1999). A referida flexibilidade permite aos planejadores de trilhas escolherem de um conjunto de pontos, aquele que atenda as melhores demandas do turismo local. Por exemplo, pode ser o ponto que seja mais sombreado devido à proximidade de árvores, próximo de um curso d'água ou que apresenta melhor estrutura física para concentração de pessoas.

Uma gestão de trilhas que conduza ao uso destes quatro pontos poderia ser representada pelos quatro mosaicos fotográficos da Figura 28. A análise visual destes mosaicos ratifica o modelo apresentado na Figura 27 onde as áreas escolhidas são pouco redundantes e representam boa parte da diversidade paisagística de toda trilha. Assim a paisagem fotografada pode materializar a singularidade através dos seus elementos constituintes e pelos objetivos de sua produção, ao mesmo tempo dar significado à realidade natural (OLIVEIRA JR, 2010).

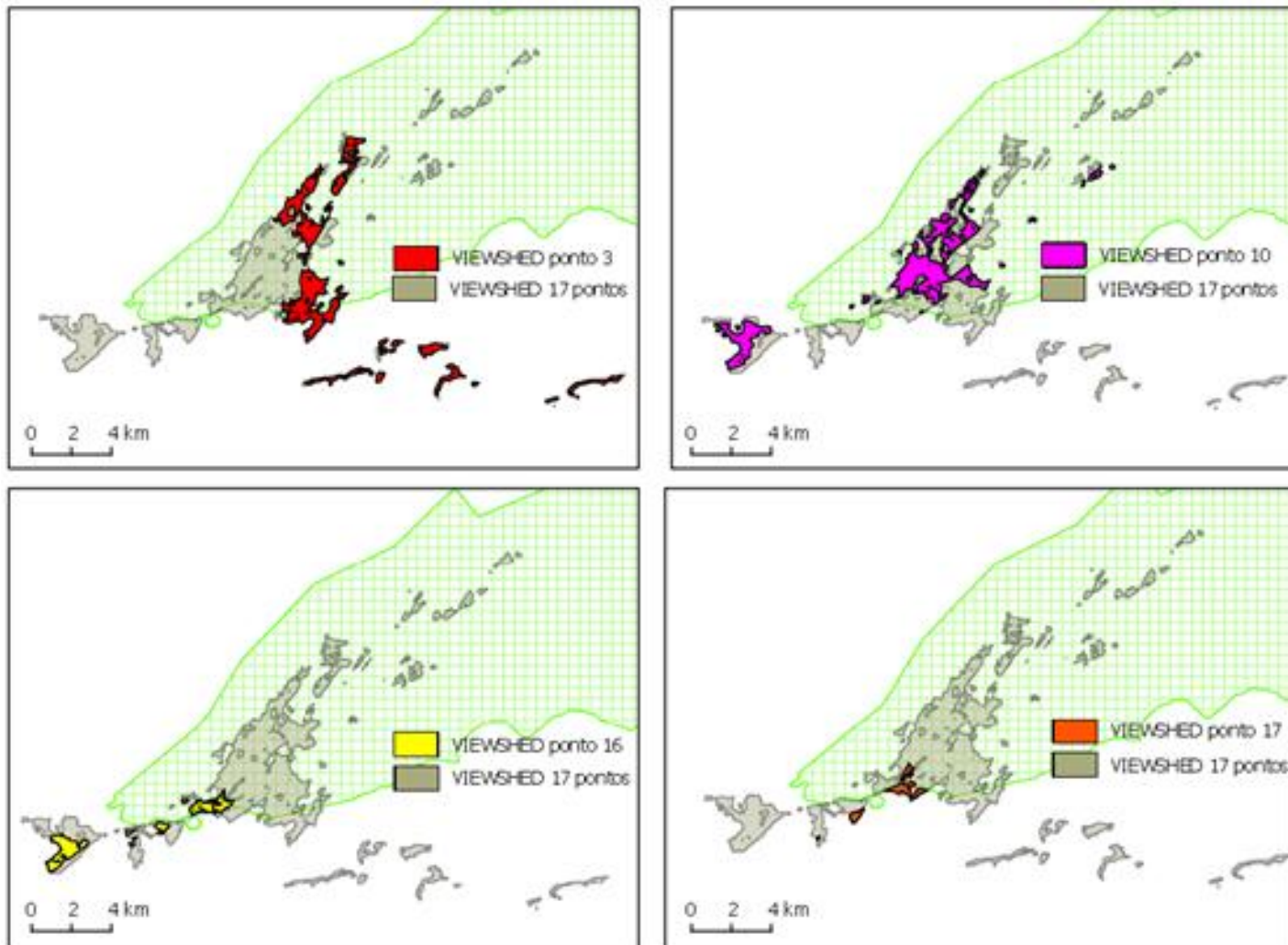


Figura 21- Contribuição para otimização do campo de visão ao longo da trilha. Os quatro pontos selecionados por possuírem alta representatividade e baixa redundância. As áreas em cinza ao fundo indicam o campo de visão resultante para a totalidade dos 17 *viewsheds*.



Figura 22- Fotomosaicos panorâmicos (360°) dos 4 pontos elencados. Autor: SILVA, R.G.P.(2013)

## **5 DEFINIÇÃO DE NOVAS REGIÕES PARA ALOCAÇÃO DE TRILHAS E PONTOS DE OBSERVAÇÃO TURÍSTICA**

O número de variáveis envolvidas no planejamento de trilhas para turismo, o volume de informações produzidas e as suas múltiplas inter-relações produzem incertezas e ambiguidades, que tornam complexos os critérios de tomada de decisão. Nos últimos anos, esforços têm sido despendidos no sentido de se desenvolver técnicas e procedimentos conjugados com a utilização do geoprocessamento para equacionar projetos de implantação, e modificações de trilhas (VALE *et al.*, 2008).

É nessa perspectiva que se enquadra o objetivo deste capítulo. Buscar no geoprocessamento estratégias de investigação e de análise de dados que ofereçam uma síntese mais precisa e confiável, para contribuir efetivamente na identificação de áreas candidatas a fazerem parte de trilhas de visitação ou pontos de observação de forma a maximizar a visibilidade dos principais atrativos cênicos em áreas naturais.

Para definir os melhores traçados para as trilhas e os melhores pontos de observação no PNCV foi realizada a aplicação inversa do procedimento tradicional, aqui nominado como *viewshed* reverso. Assim, a partir de atrativos de grande interesse turístico, pôde-se estabelecer um conjunto de locais (pontos) de onde eles podem ser vistos, definindo traçados ideais para trilhas ou localização prioritária para mirantes.

### **5.1 APLICAÇÃO DO VIEWSHED REVERSO**

O uso da técnica de *viewshed* reverso consistiu na identificação de áreas passíveis de alocação de novas rotas de trilhas ou pontos de avistamento (mirantes) que otimizem o contato com pontos de interesse previamente identificados. Para tanto, necessitou obter novos ângulos de visada ao longo dos principais atrativos cênicos. Um levantamento prévio desses sítios de grande interesse cênico foi feito a partir de fotografias, trabalhos de campo e análises sistemáticas das trilhas e mapas temáticos existentes. Após a incorporação, em base raster, dos ângulos de visada ao longo dos principais atrativos paisagísticos, a análise de *viewshed* reverso foi efetivada.

A obtenção dos modelos foi realizado para uma altura de 1,70 metros, considerando esse valor como altura média de um indivíduo adulto. Assim, partindo de atrativos cênicos previamente selecionados gerou os modelos de campo de visão em ambiente SIG de forma a definir a área aonde um indivíduo de altura mediana consegue visualizar tais atrativos.

Para validar a eficácia da técnica reversa de *viewshed*, foi-se a campo a fim de identificar rotas alternativas que chegaria a áreas, denominadas de singulares, dado o potencial de visualizar áreas de grande interesse turístico.

## 5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as principais atrações da região, destacam-se os saltos de 80 e 120 metros do rio Preto, os Cânions I e II do rio Preto, o salto do rio das Pedras, as cachoeiras dos Couros e das Carioquinhas, o Vale da Lua, entre outros. O Quadro 1 reporta a localização em coordenadas geográficas dos principais atrativos.

Quadro 2 - Localização em coordenadas geográficas dos principais pontos turísticos do PNCV

<b>Atrativos Turísticos</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>
Salto do Rio das Pedras	13°50'40.99"S	47°27'09.66"O
Rio Preto	13°52'57.25"S	47°46'16.88"O
Salto do Rio Preto	14°09'34.15"S	47°49'53.64"O
Cachoeira do Abismo	14°11'03.20"S	47°51'34.17"O
Carioquinhas	14°08'46.92"S	47°49'29.02"O
Vale da Lua	14°11'22.67"S	47°47'13.48"O
Morro da Baleia	14°08'23.59"S	47°40'54.29"O
Poço Encantado	13°52'41.61"S	47°15'28.61"O
Comunidade Kalunga	13°34'35.86"S	47°28'10.97"O
Almécegas	14°11'26.99"S	47°40'31,30"O
Almécegas II	14°11'11.42"S	47°36'16.17"O
Morro do Buracão	14°08'09.10"S	47°41'47.17"O
Cachoeira dos Couros	14°04'36.01"S	47°42'16.62"O
Cânions do Rio Preto	14°02'53.36"S	47°39'42,30"O
Nascente do Rio Preto	14°00'11.14"S	47°30'55.95"O
Loquinhas	14°07'08.80"S	47°30'13.77"O
Cachoeira das Loquinhas	14°07'43.69"S	47°29'11.29"O
Cachoeiras dos Macaquinhos	14°09'24.05"S	47°27'36.10"O

Dos atrativos que podem ter a visibilidade maximizada a partir de novas regiões, optou-se por focalizar as cachoeiras como estudo piloto. Esta escolha se justifica porque foi realizado um diagnóstico através da análise sistemática das trilhas das Cariocas e Cânions, dos Saltos, assim como os seus *viewsheds*, com a sobreposição desses dados ao mapa de



altimetria. Com um diagnóstico dos principais atrativos, constatou que cachoeiras, atrativos mais visitados, situam se nas regiões mais baixas, como depressões e fundos de vale, logo possuem baixa visibilidade.



Figura 23- Cachoeira das Cariocas (superior) e Cachoeira dos Saltos (inferior); Autor: SILVA, R.G.P. (2013)

As cachoeiras, com maior visitação turística de dentro do PNCV (Figura 29), não têm uma grande visibilidade ao longo das trilhas. Isso pode ser considerado um fator de apreensão entre os visitantes, dadas as longas distâncias percorridas desde a entrada do

parque até os fundos de vale, onde estão localizadas as cachoeiras e as principais formações rochosas.

A estratégia do *viewshed* reverso busca maximizar o potencial de visibilidade das cachoeiras ao longo das trilhas. Na prática, consiste da obtenção de novos ângulos de visada ao longo das duas cachoeiras (Cachoeira das Cariocas e Cachoeira dos Saltos, Figura 29), pontos de grande atratividade cênica e turística e que atendem ao recorte anteriormente indicado. Com a obtenção desses ângulos de visada, foi possível selecionar áreas próximas às trilhas nas quais podem ser alocadas novas rotas de trilhas ou instalados torres artificiais ou mirantes que maximizem o potencial paisagístico. A Figura 30 mostra o resultado dessa técnica de obtenção do *viewshed* reverso sob diferentes análises.

A área de 245 ha próxima à cachoeira dos Saltos e de 431 ha para a cachoeira das Cariquinhas demonstra a dimensão física de área que pode ser mais bem explorada para obter maior visibilidade destes atrativos turísticos. É importante ponderar, porém, que apesar dessas áreas serem contíguas (próximas), esse fato não garante a efetividade de implementação de uma longa trilha que perpasse toda essas áreas. O relevo acidentado típico de formação rupestre e a vegetação em ótimo estado de conservação dificultam esse tipo de empreendimento. A visibilidade dos atrativos não deve ser considerada como condição única para instalação de novas rotas, mas deve ser mais um elemento que dê suporte no planejamento de trilhas. Pequenas extensões ou instalações de torres de visualização nessas áreas talvez já atendam a demanda de novas opções para o turismo de visitação nessas trilhas.

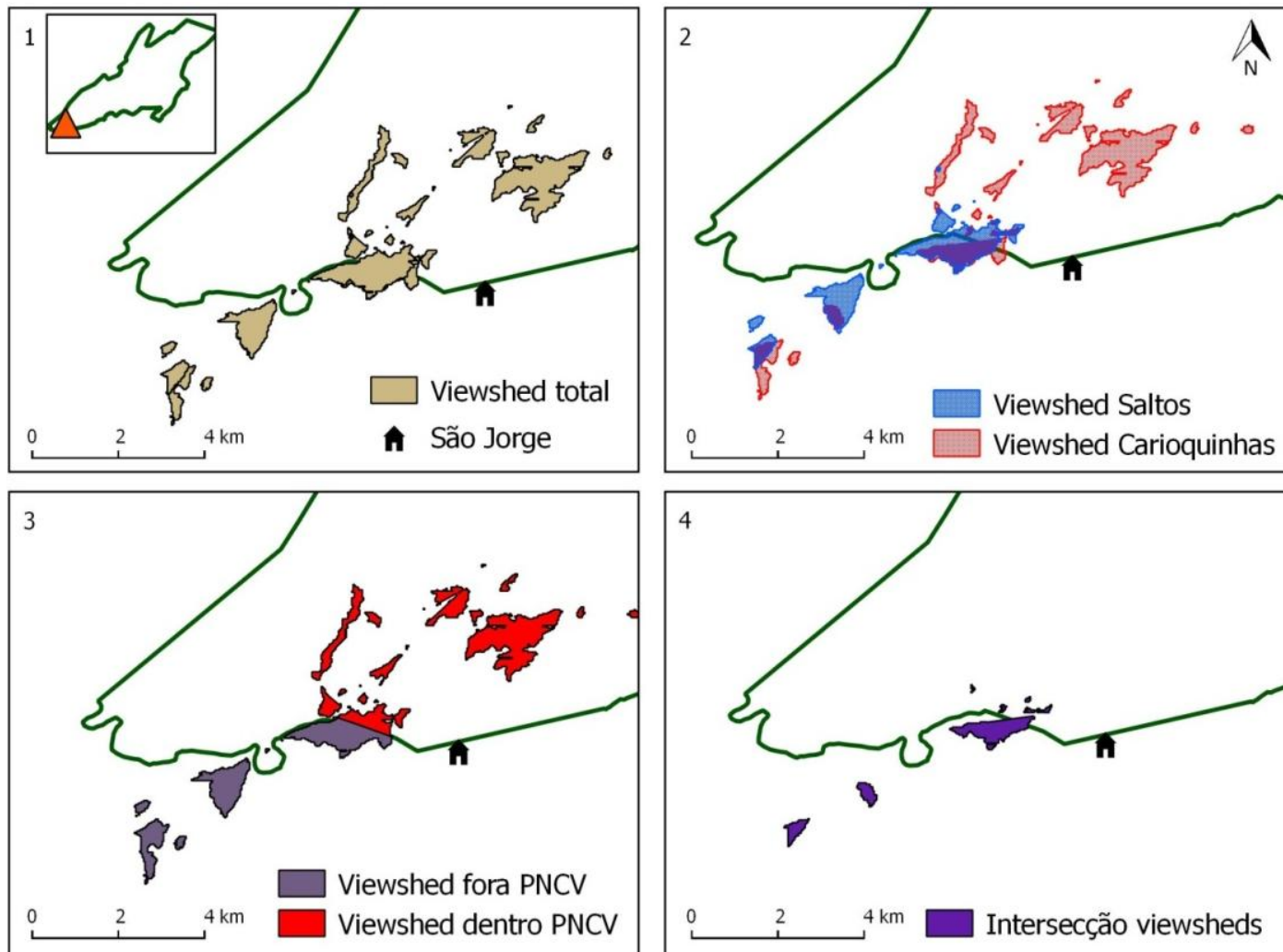


Figura 24 - Representação de áreas de *viewshed* reverso dos atrativos cênicos selecionados. 1) representa a soma das áreas visíveis para ambas cachoeiras. 2) *Viewsheds* de cada cachoeira. 3) Áreas visíveis dentro e fora PNCV. 4) Intersecção dos *viewshed*.



De toda a área aonde é possível visualizar os atrativos cênicos, 42% estão fora do PNCV e 58% estão dentro. Essa característica aponta para a possibilidade de selecionar áreas fora do Parque para fins turísticos, o que pode contribuir para a maior conservação da área protegida. Dessa forma, o turista não precisa entrar no PNCV para estabelecer contato visual com as cachoeiras. Esta constatação reforça a importância de se planejar e gerir o turismo não apenas focado dentro dos limites do Parque, mas também nos seus arredores, a fim de desconcentrar e descentralizar o fluxo turístico que liga a entrada do parque às cachoeiras.

As áreas mais afastadas ao parque e de fácil acesso podem ser alvo de instalações de mirantes ou de trilhas alternativas. Ao incorporar tal estratégia, a atividade turística pode atrair pessoas que não tenham interesse ou acessibilidade para realizar longas caminhadas, dando-lhes a opção de interagir com o objeto por uma via mais contemplativa, além de contribuir para desconcentração do fluxo turístico de dentro do PNCV.

Considerando que o modelo indicou áreas fora do PNCV que visualizam ambos os atrativos cênicos (áreas correspondentes à intersecção das áreas de *viewshed* - 13% de toda área visível), é possível classificá-las como espaços singulares em relação aos atributos de unicidade, raridade, excepcional beleza, grande amplitude visual (paisagem panorâmica) (PIRES, 2005b). Assim, apesar de representarem uma pequena porção do espaço geográfico, tais áreas têm elevado potencial cênico, com grande viabilidade para instalação de mirantes, placas de informações e infraestrutura adequada para fins turísticos.

Devido à proximidade destes espaços raros e únicos, às estradas próximas ao PNCV, já era de se esperar a existência de trilhas que liguem a esses espaços. Ir a campo e verificar a existência das mesmas serviu para validar o modelo ao mesmo tempo descrever rotas alternativas, pouco divulgadas, que podem entrar no planejamento do turismo nas áreas próximas ao PNCV. A figura 31 mostra a localização das trilhas visitadas.

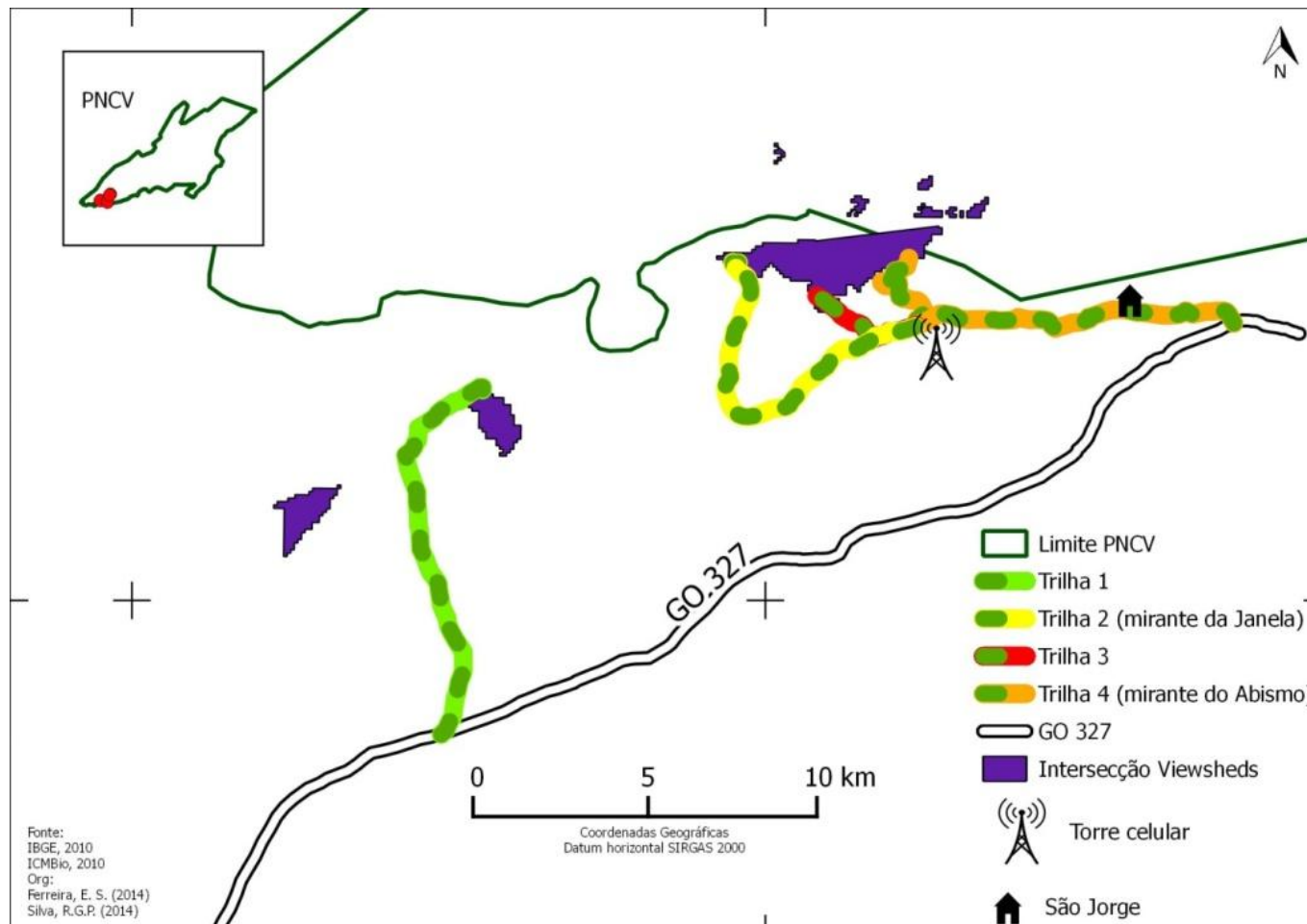


Figura 25 - Localização de trilhas que chegam a pontos "singulares" (mirantes).

## Trilha 1

Localizada a aproximadamente 8 km do distrito de São Jorge, o seu acesso se dá pela GO 327 (estrada que liga o distrito de São Jorge a Colinas do Sul). Todo o percurso está inserido em uma propriedade privada. Da entrada da propriedade (frente a GO 327) até o ponto mapeado como “intersecção de *viewshed*” percorre-se 4 km em uma estrada com possibilidade de transitar por automóveis. Essa característica viabiliza estratégias de integrar novos perfis de turistas (idosos, cadeirantes, crianças) ao acesso visual dos principais atrativos cênicos que normalmente é realizado apenas com a visita no PNCV. Mesmo com elevado potencial turístico, não existe nenhuma prática ou indícios da realização de turismo de visitação no interior da fazenda. Constatou apenas atividades agropecuárias como fonte de renda.

Na metade do caminho da trilha 1, ainda do lado de fora da área de “intersecção de *viewshed*”, foi realizado um levantamento fotográfico (Figura 32) a fim de registrar a paisagem localizada do lado esquerdo da GO-227 (sentido São Jorge – Colinas do Sul). A paisagem descreve a diversidade fitofisionômica (formações florestais, savânicas e rupestres) e geomorfológica da Chapada dos Veadeiros além de uma planície seguida de formações elevadas, características da região.



Figura 26 - Diversidade cênica (fitofisionomias e geomorfologia) na Chapada dos Veadeiros. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)

Ao chegar à região de “intersecção de *viewshed*” o ambiente de cerrado rupestre (Figura 33), com vegetação de baixo porte, facilita o acesso de turistas através de caminhadas ao longo da área o que permite o fluxo de turistas e a visualização de um dos principais atrativos turísticos do PNCV - Cachoeiras dos Saltos (Figura 34) - além de toda estrutura geomorfológica em torno do rio Preto. Ao fundo da paisagem é possível de visualizar, ainda, o ponto mais alto do estado de Goiás - Morro do Pouso Alto.



Figura 27 - Vegetação na área de "intersecção de viewsheds" - cerrado rupestre. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)



Figura 28 - Vista da Cachoeira dos Saltos realizada na área de "intersecção de viewsheds". Autor: SILVA, R.G.P. (2014)



### Trilha 2 (Mirante da Janela)

A trilha 2 dá acesso ao conhecido Mirante da Janela. Com uma distância de 6 km do distrito de São Jorge, o seu acesso é facilitado por placas indicativas ao longo do caminho. Parte da trilha está dentro de uma propriedade privada, desta forma é cobrado o valor de 10 reais por pessoa para acessá-la (Figura 35).



Figura 29 - Placa de entrada Mirante da Janela “Portaria Educativa – Entrada R\$ 10,00”. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)

A visita ao Mirante da Janela é bastante divulgada entre os turistas e frequentadores da Chapada devido à grande beleza da paisagem avistada no mirante e o nível de dificuldade de se chegar ao mirante. No percurso, em alguns trechos (Figura 36), há presença de escadas e corrimão para possibilitar a acessibilidade de turistas. Ainda assim, em muitas partes o visitante é obrigado a escalar rochas e caminhar sob pedras. A maior parte da trilha é feita em cerrado rupestre, deixando o visitante exposto aos raios solares dificultando ainda mais a caminhada. Em épocas de seca, as fontes d’água (córregos e cachoeiras) estão indisponíveis. Sendo importante aos visitantes se precaverem com água para suportarem a longa caminhada em relevo acidentado, clima seco e temperatura elevada.



Figura 30 - Disponibilidade de escadas e corrimão ao longo da trilha - Mirante da Janela. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)

A última parte da trilha é realizada a subida do Morro da Janela. Embora seja uma parte arborizada, a declividade acentuada exige bastante esforço físico. Ao chegar ao topo, o visitante entra na área de “intersecção de *viewshed*” onde visualiza no primeiro plano a cachoeira dos Saltos (80 e 120 metros) e ao fundo todo curso do rio Preto cercado por uma geomorfologia bastante marcante (Figura 37).





Figura 31 - Cachoeira dos Saltos e vale do rio Preto avistado do Mirante da Janela. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)

### Trilha 3

Ao chegar numa área próxima à torre de celular denominada de Mirante da Torre encontram-se vários percursos com indícios de acesso contínuo de visitantes. A beleza da região e a facilidade de caminhar junto a um ambiente de cerrado rupestre justificam a incidência dessas trilhas (Figura 38).



Figura 32- Cerrado rupestre ao longo das trilhas que saem do Mirante da Torre. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)

Ao seguir o caminho da trilha 3, que totaliza 1 km do Mirante da Torre, o visitante passará por diferentes paisagens que avistam as encostas do rio Preto (Figura 33). Na área de intersecção de *viewshed* existem várias áreas descampadas, o que indica a existência de fluxo de pessoas principalmente para a contemplação da paisagem.

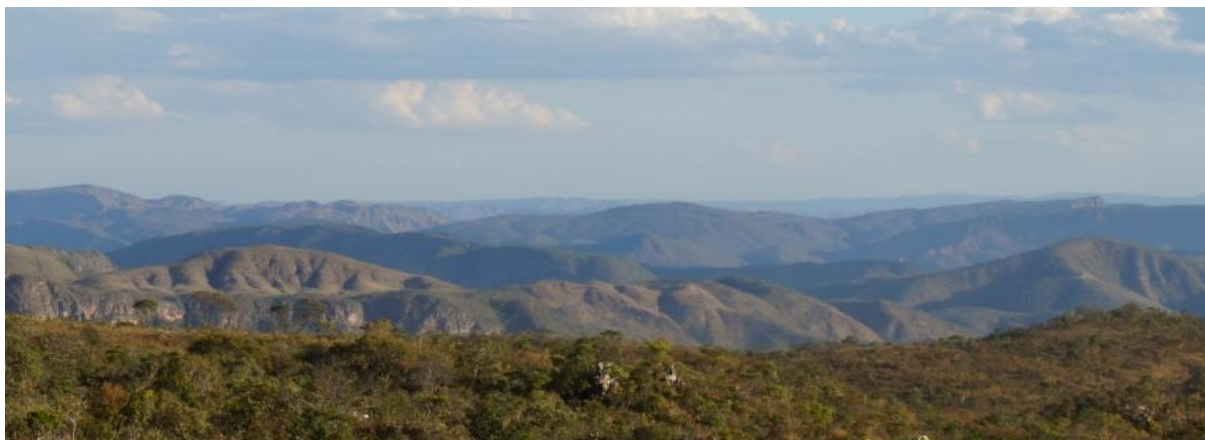


Figura 33- Vista das encostas do rio Preto ao fim da Trilha 3. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)

#### Trilha 4 (Mirante do Abismo)

Saindo do Mirante da Torre e seguindo placas informativas com a indicação de “abismo”, o turista irá caminhar 1 km para chegar ao Mirante do Abismo. A trilha é bastante acessível e passa por ambientes de cerrado rupestres. Ao chegar ao mirante o visitante estará sob uma encosta do rio Preto podendo visualizar o seu curso, inclusive parte da cachoeira dos Saltos, e escutar o barulho das quedas d’água (Figura 34).



Figura 34- Vista do Mirante do Abismo. Autor: SILVA, R.G.P. (2014)



### PARTE III - INTEGRAÇÃO FINAL

#### CONCLUSÃO

É possível planejar o turismo de visitação em áreas naturais sem restringir o número de visitantes. A análise da paisagem realizada por meio de modelagem do campo de visão em ambiente SIG surge como alternativa por gerar informações sobre o potencial de visibilidade da paisagem e sobre destinações de áreas prioritárias que maximizem a visualização. Tais características possibilitam incorporar novos espaços para o desenvolvimento do turismo, além de servir como parte de sistemas de apoio à tomada de decisão, reduzindo a subjetividade nas avaliações de impacto visual de possíveis empreendimentos e auxiliando na descrição da paisagem.

O uso do geoprocessamento como apoio à análise de variáveis ambientais demonstra-se essencial para elaboração de um estudo integrado. Ele vai além da organização de uma coleção de dados, e promove a síntese das variáveis, trazendo uma abordagem sistêmica, geográfica da combinação de variáveis relacionadas (BORGES, 2011). Diante de tais benefícios, a modelagem de *viewshed* é valorizada devido ainda à sua facilidade execução. A disponibilidade de vários softwares que realizam a operação de *viewshed* com apenas três variáveis de entrada (alcance máximo de visão, altura de observação e MDE) ratifica essa facilidade. No entanto, essa vantagem não pode mascarar o caráter de abstração de que todo modelo traz. Por isso é importante de cuidados ao lidar com os resultados da técnica, tanto quanto o modelo em si frente a suas variáveis de entrada. Ao contestar e analisar as variáveis de entrada frente ao ambiente físico e a necessidade (turismo de visitação), a dissertação estabeleceu um grau de confiança para o uso de toda metodologia descrita em ambientes similares ao da Chapada dos Veadeiros (Capítulo 4). Recomenda-se esse tipo de validação para reconhecer e quantificar os erros e acertos e assim promover modelos mais acurados.

Embora o uso de modelos de *viewshed* ainda seja incipiente no planejamento do turismo, a contribuição deste trabalho não é apenas a disseminação do método em si. O mais importante é a compreensão do modelo à luz de que seus resultados podem ser confrontados a demanda do turismo de natureza e dos gestores das áreas protegidas. No caso específico do PNCV, os resultados obtidos nas diferentes análises podem servir para orientar a interpretação da trilha na sua totalidade, e não apenas nas cachoeiras localizadas no seu final (capítulo 5). Os resultados podem ainda colaborar na identificação de pontos estratégicos que seriam alvo para futuras instalações de painéis informativos ou torres de

observação (capítulo 5), além de abrir um leque de possibilidades de explorar o turismo de visitação em áreas externas ao Parque (capítulo 6), atendendo às preocupações descritas no último plano de manejo em relação à incapacidade do Parque suportar o aumento na demanda turística.

O escopo desta dissertação (análise da paisagem na região da Chapada dos Veadeiros) ganha maior importância ao ser discutida no âmbito acadêmico e gerencial, com vistas à evolução rumo a uma abordagem mais integradora para a conservação dos recursos naturais e o turismo sustentável. Mais importante do que definir áreas com potenciais turísticos, é o entendimento de um padrão que aponte para a viabilidade de alocação de novas trilhas. É de fundamental importância considerar o impacto ambiental, ao se verificar a possibilidade de implementação de novas trilhas ou mirantes. Assim, para estudos mais complexos ou mesmo estruturação de planos de manejo, os dados obtidos com a modelagem de *viewshed* precisam estar conjugados à mensuração dos impactos ambientais e da capacidade de suporte diante da criação e operação de novas rotas.

Nesse sentido as aplicações do modelo realizadas nesse trabalho procuraram desvencilhar o seu uso à simples definição de áreas visíveis e agregar na análise critérios sustentáveis. No capítulo 5, por exemplo, ao gerar campos de visão para quem percorre uma trilha do PNCV, o trabalho agregou conceitos ecológicos para gerar um sistema adequado para a experiência turística, ou seja, alta eficiência das trilhas de visitação. Assim foi abordado a existência de redundância de campos de visão em distintos pontos e de eventuais limitações ambientais para a implementação de mirantes (alta vulnerabilidade do ambiente). A solução de usar um ponto alternativo que mostre algo parecido (alta substituíbilidade e flexibilidade) oferece aos gestores possibilidade de escolha de pontos e aos observadores, experiências distintas, exclusivas e não repetitivas (alta complementariedade), sem fugir de um critério científico.

Mesmo no Capítulo 6, quando se buscou identificar áreas passíveis de alocação de trilhas ou de mirantes, por mais que as áreas identificadas fossem grandes o bastante para implantação de longas trilhas, foi considerado o impacto da alocação dessas novas trilhas. A melhor estratégia, portanto, foi investigar a existência de trilhas pouco conhecidas nestas áreas. Dado o potencial paisagístico, constatou-se a existência de várias rotas que levam a pontos estratégicos de grande beleza cênica e que já funcionam como mirantes, porém sem infraestrutura adequada de interpretação ambiental e informações sobre localização. A partir

dessa análise, podem-se vislumbrar possíveis mecanismos para tornarem essas trilhas mais conhecidas.

A aplicação da presente metodologia considera a paisagem e os seus valores estéticos como derivados de uma análise perceptiva e que pode ser mensurada. Como recomendações de futuros trabalhos destacam-se a possibilidade de agregar outras variáveis e indicadores. Por exemplo, ao incorporar indicadores ecológicos para caracterização de ecossistemas possíveis de serem vistos em um percurso, pode-se elaborar estratégias para a conservação da biodiversidade e a criação de áreas a serem alvos de preservação e interpretação ambiental. Outro ponto importante é a descrição do ambiente físico de cada campo de visão, o que possibilitaria a execução de atividades informativas e educativas e elaboração de banners, placas.

Como ferramenta de apoio ao planejamento de trilhas de visitação, o uso de *viewshed* não exime o papel fundamental de monitoramento e controle do uso das áreas indicadas como aptas ao uso público. Por isso entende-se que o modelo é em primeiro instante, um recurso gerador de informações de áreas visíveis e não um planejamento em si. Para garantir a qualidade da visitação e experiência do usuário, proporcionando o cumprimento da função social da UC são imprescindíveis atividades de cunho educativo (formal ou não formal) e constantes análises da paisagem. Espera-se, portanto, que este o trabalho seja uma contribuição ao pensamento estruturado do turismo de natureza, como uma metodologia reproduzível amparada na visão científica. Ela serve como apoio aos planos de intervenção e gestão de atividades turísticas em áreas protegidas visando a promoção de sustentabilidade aliada ao objetivo da política ambiental mista (econômica e ligada à conservação da natureza), trazendo responsabilidade econômica, social e ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDA-BRASIL. **Confederação Nacional de Esportes Populares. Informações Gerais**, 2014. Disponível em: <<<http://www.andabrasil.com.br/eventos/anda-brasil-quem-somos>>>. Acesso em: 5 fev. 2014
- ARRUDA, M. B.; FALCOMER, J.; PEREIRA, T. P. **Ecosistemas brasileiros**. Brasília: IBAMA; 49 p. 2001.
- BARTIE, P. J.; MACKANESS, W. A. Development of a Speech-Based Augmented Reality System to Support Exploration of Cityscape. **Transactions in GIS**, v. 10, n. 1, p. 63–86, 2006.
- BECK, S. **A aventura de caminhar: um guia para caminhadas e excursionismo**. São Paulo: Ágas, 1989.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1972.
- BLANCO, A. La definición de unidades de paisaje y su clasificación en la provincia de Santander. **Madrid: ETSI de Montes**, 1979.
- BOLOS, I. C. **Manual de Ciencia del Paisaje: Teoría, métodos y aplicaciones**. Barcelona. Masson, 1992.
- BOO, E. O planejamento ecoturístico para áreas protegidas. **Ecoturismo: um guia para planejamento e gestão**. São Paulo: Senac, 1999.
- BORGES, J. L. C. **Estudo de fragilidade e potencial de uso da paisagem e análise de capacidade de carga turística do Parque Nacional da Serra do Cipó-MG**. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia: Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, p. 162. 2011.
- BRASIL. Senado Federal - Constituição da República Federativa do Brasil. **Brasília: Senado**, 1988.
- BRASIL. 9.985. SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Lei nº 9.985. . 18 jul. 2000.
- BURLEY, J. B. **Post-mining Land-use planning and design: introduction to a landscape architecture perspective**. In: Mine Design, Operations & Closure Conference 2000. Montana Tech of the University of Montana. Polson, Montana: 2000
- BURROUGH, P. A. et al. **Principles of geographical information systems**. Oxford University; Oxford, v. 333. 1998.
- CAMP, R. J.; SINTON, D. T.; KNIGHT, R. L. Viewsheds: a complementary management approach to buffer zones. **Wildlife Society Bulletin**, v.25, n. 3, p. 612–615, 1997.
- CARVALHINHO, L. et al. A emergência do sector de desporto de natureza e a importância da formação. **EF y Deportes, revista digital**, v. 14, n. 140, p. 1–10, 2010.

CARVALHO, H.; NOLASCO, M. Potencial turístico de antigas trilhas garimpeiras em Igatu, Parque Nacional da Chapada Diamantina-BA. **Global Tourism**, v. 3, n. 2, p. 1-21, 2007.

CDB. **CONVENÇÃO DE DIVERSIDADE BIOLÓGICA Brasília: Ministério das Relações Exteriores/ Ministério do Meio Ambiente do Brasil**, 2013. Disponível em: << <http://www.cbd.int/>>>. Acesso em: 27 out. 2013

CEBALLOS-LASCURAIN, H. **Tourism, ecotourism, and protected areas: The state of nature-based tourism around the world and guidelines for its development**. Gland, Switzerland, and Cambridge, UK: IUCN. 1996.

CERRO, F. L. **Técnicas de evaluación del potencial turístico**. Actas II Congreso Regional de Turismo. 3, 4 y 5 de noviembre, 1994. **Anais**. Segovia, p. 32. 1995.

CIFUENTES, M. **Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas**. Cartago, Costa Rica, Biblioteca Orton IICA/CATIE, 1992.

CLARKE, K. C. **Analytical and computer cartography**. New Jersey, EUA: Prentice Hall Englewood Cliffs, v. 290, p. 350. 1990.

COSTA, S. M. **Contribuição metodológica ao estudo da Capacidade de Carga Turística em áreas preservadas: o caso da unidade de conservação do Gericinó-Mendanha (RJ)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.[Links], 2004.

COSTA, V. C. Planejamento ambiental de trilhas ecoturísticas em Unidades de Conservação no Brasil, utilizando geoprocessamento. In: **Pelas trilhas do ecoturismo**. 1. ed. São Carlos: RIMA. v. 1, n. 2, p. 147–167. 2008.

D' AMORE, L. J. A code of ethics and guidelines for socially and environmentally responsible tourism. **Journal of Travel Research**, v. 31, n. 3, p. 64–66, 1993.

DE FLORIANI, L.; MAGILLO, P.; PUPPO, E. Applications of computational geometry to geographic information systems. In: **Handbook of computational geometry**, Org: Sack, J.R., Urrutia, J. p. 333–388, 1999.

DE GÁSPARI, J. C.; SCHWARTZ, G. M. As emoções da caminhada nos espaços públicos de lazer: motivos de aderência e manutenção. **Lecturas Educación Física y Deportes. Buenos Aires**. v. 10, p. 1-9. 2005.

DIAS, R. **Turismo sustentável e meio ambiente**. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

DOUROJEANNI, M. J. Vontade política para estabelecer e manejar parques. In: **Tornando os parques eficientes: estratégias para a conservação da natureza nos trópicos**. Org: Terborgh, J.; Spergel, B.; Guapyassu. M. Curitiba: UFPR / Fundação O Boticário, p. 347–362, 2002.

ELSNER, G. H.; TRAVIS, M. R. The role of landscape analytics in landscape planning. **USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. SE US Southeast For Exp Stn**, n. 9, p. 74–87, 1976.

FERREIRA, L. Estudo de Viabilidade de Implantação no Núcleo Pedro de Toledo, Parque Estadual da Serra do Mar–SP. **Monografia (Graduação em Ciências Biológicas**,

**habilitação em Gerenciamento Costeiro). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Campus do Litoral Paulista. São Vicente, p. 74. 2005.**

FETTER, R. **Planejamento do uso turístico do Parque Natural Municipal Mata do Rio Uruguai Teixeira Soares-Marcelino Ramos/RS: valoração, zoneamento e impactos ambientais.** Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI, campus de Erechim, 2010.

FETTER, R.; HENKE-OLIVEIRA, C.; SAITO, C. H. Técnicas de Viewshed para planejamento de trilhas de visitação em Unidades de Conservação da Natureza. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 1, p. 94, 2012.

FISHER, P. F. Algorithm and implementation uncertainty in viewshed analysis. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 7, n. 4, p. 331–347, 1993.

FISHER, P. F. Extending the applicability of viewsheds in landscape planning. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 62, n. 11, p. 1297–1302, 1996.

FRANKLIN, W. R.; VOGT, C. Tradeoffs when multiple observer siting on large terrain cells. In: Progress in Spatial Data Handling Org: Riedl, A.; Kainz, W.; Elmes, G. A. 12th International Symposium on Spatial Data Handling. Viena: Springer Berlin Heidelberg, p 845-861. 2006.

GABRIEL, R., MOREIRA, M., MAIA, M., SERÔDIO, A., QUARESMA, L. Exercício Físico e Promoção da Saúde, Estudo de Percursos Pedestres na Região do Douro Património Mundial. **Pedestrianismo e Promoção da Saúde-Estudo de Percursos Pedestres na Região do Douro Património Mundial.** Org: GABRIEL, R. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Quinta de Prados, Vila Real, Portugal, p. 972–669, 2005.

GASQUES, M. V. **Por que caminhar é bom?** São Paulo: Traço, 1986.

GERMINO, M. J. et al. Estimating visual properties of Rocky Mountain landscapes using GIS. **Landscape and Urban Planning**, v. 53, n. 1, p. 71–83, 2001.

GOBSTER, P. H.; STEWART, S. I.; BENGSTON, D. N. The social aspects of landscape change: protecting open space under the pressure of development. **Landscape and Urban Planning**, v. 69, n. 2, p. 149–151, 2004.

GONÇALVES, J.; SANTOS, L. **Passo-a-passo: percursos pedestres de Portugal.** Lisboa Portugal: Federação Portuguesa de Campinismo. p. 96.2003.

GRIFFITH, J. J. **Visual resource quantification: The Chololó Corridor study.** Washington: University of Washington., 1976.

GRIFFITH, J. J.; VALENTE, O. F. Aplicação da técnica de estudos visuais no planejamento da paisagem brasileira. **Brasil florestal**, Viçosa, n.37, p. 6-14,1979.

GUIMARÃES, S. T. **Trilhas Interpretativas e Vivências na Natureza: reconhecendo e reencontrando nossos elos com a paisagem.** Anais do 1º Congresso Brasileiro de Planejamento e Manejo de Trilhas. 2006

GUIMARÃES, S. T. L. Nas trilhas das paisagens: heranças, recursos, valores. In: COSTA, N.M.C.; NEIMAN, Z.; COSTA, V.C. (Org.). In: **Pelas trilhas do ecoturismo.** São Carlos: Rima. v. 1. p. 53–72. 2008.

HENDRIX, W. G.; FABOS, J. G.; PRICE, J. E. An ecological approach to landscape planning using geographic information system technology. **Landscape and Urban Planning**, v. 15, n. 3, p. 211–225, 1988.

HENKE-OLIVEIRA, C.; SAITO, C. H. A imagem da paisagem e a paisagem da imagem: o Sistema de Aquisição, Processamento, Hospedagem e Integração de Informações sobre Recursos Ambientais (SAPHIRA). **Revista Espaço e Geografia**, v.15, n. 2, p. 385-405. 2012.

HESSBURG, P. F. et al. Recent changes (1930s–1990s) in spatial patterns of interior northwest forests, USA. **Forest Ecology and Management**, v. 136, n. 1, p. 53–83, 2000.

ICMBIO. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/MMA. Brasília: INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 08**, 2008.

ICMBIO. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/MMA. Brasília: Plano de Manejo Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros: Resumo Executivo**, 2009.

ICMBIO. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/MMA. Categorias de Unidades de Conservação da Natureza (UC)**, 2013a. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao>>. Acesso em: 11 set. 2013

ICMBIO. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/MMA. Comunicado oficial do ICMBio: Número oficial de Parques Nacionais que estão abertos oficialmente para visitação pública no Brasil**, 2013b. Disponível em: <em <<http://www.icmbio.gov.br/portal/comunicacao/noticias/4-geral/3280-dos-69-parques-nacionais-26-estao-oficialmente-abertos-aos-turistas.html>>>. Acesso em: 11 set. 2013

IVV. **Internacionaler Volksporter Verbunder (IVV) - DER IVV**, 2014. Disponível em: <<http://www.ivv-web.org/home.ger.php>>. Acesso em: 5 fev. 2014

JOLY, D. et al. A quantitative approach to the visual evaluation of landscape. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 99, n. 2, p. 292–308, 2009.

JONES, E. E. Using viewshed analysis to explore settlement choice: A case study of the Onondaga Iroquois. **American Antiquity**, v. 71, n. 3 p. 523–538, 2006.

KIM, Y.-H.; RANA, S.; WISE, S. Exploring multiple viewshed analysis using terrain features and optimisation techniques. **Computers & Geosciences**, v. 30, n. 9, p. 1019–1032, 2004.

KINKER, S. **Ecoturismo e conservação da natureza em parques nacionais**. Campinas (SP): Papirus Editora, 2002.

LAFARGUE, P. **O direito à preguiça**. Trad. Correa, O. L. São Paulo: Claridade, 2003.

LAKE, M. W.; WOODMAN, P. E.; MITHEN, S. J. Tailoring GIS software for archaeological applications: an example concerning viewshed analysis. **Journal of Archaeological Science**, v. 25, n. 1, p. 27–38, 1998.

LANDOVSKY, G. S.; MENDES, J. F. Análise de intervisibilidade um caso de estudo em Valença, Portugal. **Revista de Engenharia Civil da Universidade do Minho**, v. 1, n. 40, p. 27–38, 2011.

LITTON, R. B. Aesthetic dimensions of the landscape. In: **Natural Environments Studies in Theoretical and Applied Analysis**. Org: KRUTILLA, J. V. Baltimore: The John Hopkins University. p. 262–291. 1972.

LITTON, R. B. Visual vulnerability of forest landscapes. **Journal of Forestry**, v. 72, n. 7, p. 392–397, 1974.

LLOBERA, M. Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualsapes. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 17, n. 1, p. 25–48, 2003.

LOVEJOY, D. **Land use and landscape planning**. New York : Barnes & Noble. p.328, 1979.

MAGALHAES, S.; ANDRADE, M.; MAGALHAES, M. Um Algoritmo Eficiente para Cálculo de Viewshed em Memória Externa. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica. Sociedade Brasileira de Computação (SBC)**, ano VIII, v. 8, n. 3, 2008.

MAGANHOTTO, R. F.; SANTOS, L. J. C.; MIARA, M. A. Planejamento de trilhas em áreas naturais—estudo de caso sítio da alegria, Prudentópolis/Guarapuava—Pr. **Revista Geografar (Curitiba)**, v. 4, n. 2, p. 143-163, 2009.

MAGRO, T. C. **Impactos do uso público em uma trilha no planalto do Parque Nacional do Itatiaia**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)—Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 135. 1999.

MAGRO, T. C.; FREIXÊDAS, V. M. **Trilhas: como facilitar a seleção de pontos interpretativos**. Terezina-PI: Embrapa Meio-Norte, 1998.

MCKERCHER, B.; HONORATO, B.; RODRIGUES, E. **Turismo de natureza: planejamento e sustentabilidade**. São Paulo: Contexto, 2002.

MEDEIROS, R.; GARAY, I. Singularidades do sistema de áreas protegidas no Brasil e sua importância para a conservação da biodiversidade e o uso sustentável de seus componentes. In: **Dimensões humanas da biodiversidade: o desafio de novas relações sociedade natureza no século XXI**. Org: GARAY, I. G.; BECKER, B. Petrópolis –RJ: Editora Vozes, 2006. p. 159–184.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota neotropica**, v. 1, n. 1/2, p. 1–9. 2001.

MEYER-ARENDRT, K. O Turismo e o Ambiente Natural. In: **Compêndio de Turismo**. Org: Lew, A.; Hall, C.; Williams, A. Lisboa, Portugal: Intituto Piaget, p. 475–488. 2007.

MÖLLER, B. Changing wind-power landscapes: regional assessment of visual impact on land use and population in Northern Jutland, Denmark. **Applied energy**, v. 83, n. 5, p. 477–494, 2006.

NASH, R. F. **Wilderness and the American mind**. London –UK. Yale University Press, 1982.



NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília, MSP**. São Paulo: Humanitas, FFLCH/USP, 2001.

ODUM, E. P.; OTTENWAELDER, C. G. **Ecologia**. México: Universidad Interamericana Mexico, 1972. v. 639

OLIVEIRA JR, A. R.. Paisagem na fotografia: sentidos e plasticidades. **Conexão-Comunicação e Cultura**, v. 6, n. 12, p.97-110. 2010.

PÁDUA, J. A. **Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista, 1786-1888**. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

PIRES, P. S. “Capacidade de carga” como paradigma de gestão dos impactos da recreação e do turismo em áreas naturais. **Revista Turismo em Análise**, v. 16, n. 1, p. 5–28, 2005a.

PIRES, P. S. A análise de indicadores da qualidade visual como etapa da caracterização de paisagens turísticas: uma aplicação no distrito-sede de Porto Belo-SC. **Turismo-Visão e Ação**, v. 7, n. 3, p. 417–426, 2005b.

PRESSEY, R. L. Applications of irreplaceability analysis to planning and management problems. **Parks**, v. 9, n. 1, p. 42–51, 1999.

RAMOS, A.; AGUILÓ, M. The landscape of water: introduction. **Landscape and Urban Planning**, v. 16, n. 1, p. 1–11, 1988.

RODRIGUES, A. Os Trilhos Pedestres como uma actividade de lazer, recreio e turismo—uma análise exploratória ao mercado dos trilhos pedestres em Portugal. **Revista Turismo & Desenvolvimento**, n. 6, p. 83–94, 2006.

RUNTE, A. **National parks: the American experience**. Nebraska (EUA): University of Nebraska Press, 1979.

RUSCHMANN, D. V. M. **Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente**. Campinas (SP): Papirus editora, 1997.

SAAB, W. G. L.; DAEMON, I. G. **Turismo ecológico: uma atividade sustentável**. Brasília: Gerência Setorial do Turismo - BNDES. p. 10. 2000.

SANDER, H. A.; MANSON, S. M. Heights and locations of artificial structures in viewshed calculation: How close is close enough? **Landscape and urban planning**, v. 82, n. 4, p. 257–270, 2007.

SANTOS, A. L. M.; GRISI, C. C. D. H. ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O TURISMO ECOLÓGICO SUSTENTÁVEL – UM ESTUDO DE CASO DA REGIÃO SERRA DA BOCAINA. **V SEMEAD ESTUDO DE CASO MKT**, p. 12, 1999.

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. São Paulo: ed. USP, 2004.

SAWADA, M. et al. Analysis of the urban/rural broadband divide in Canada: Using GIS in planning terrestrial wireless deployment. **Government Information Quarterly**, v. 23, n. 3, p. 454–479, 2006.

SCHUURMANS, J.; VAN SHIE, J. Landschapstypen Tijdschr. **K. Ned. Heidemaatsch**, v. 79, p. 101–10, 1978.

SENARATNE, H.; BRÖRING, A.; SCHRECK, T. Using Reverse Viewshed Analysis to Assess the Location Correctness of Visually Generated VGI. **Transactions in GIS**, v. 17, n. 3, p. 369–386, 2013.

SHAFER, E. L.; HAMILTON, J. R.; SCHMIDT, E. A. Natural resources preferences: a predictive model. **Journal of Leisure Resesach**, v. 1, n. 1, p. 1–19, 1969.

SILVA, C. A. **Paisagem e Paisagens do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros: O Olhar dos “de Dentro” e “dos de Fora”**. Planejamento para o desenvolvimento local. **Anais...** In: VII ENTBL - ENCONTRO NACIONAL DE TURISMO DE BASE LOCAL. Curitiba - PR: 2004

SILVA, F. A. S. **Turismo na natureza como base do desenvolvimento turístico responsável nos Açores**. Doutorado em Geografia—Lisboa, Portugal: Universidade de Lisboa - Intituto de Geografia e Ordenamento do Território, 2013.

SILVA, V. V.; FERREIRA, A. M. M.; ANDRADE, F. B. **Análise temporal da cobertura vegetal de um trecho do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, MS**. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. Fortaleza: SBB, 2003

SLY, T.; KAY, S. An application of Cumulative Viewshed Analysis to a medieval archaeological study: the ceacon system of the Isle of Wight, United Kingdom. **Archeologia e calcolatori**, n. 12, p. 167–180, 2001.

SOARES FILHO, B. S. **Análise de Paisagem: Fragmentação e Mudanças**. Belo Horizonte: Departamento de Cartografia, Centro de Sensoreamento Remoto, Instituto de Geociências p. 95. 1998.

TAKAHASHI, L. Y. **Caracterização dos visitantes, suas preferências e percepções e avaliação dos impactos da visitação pública em duas unidades de conservação do Estado do Paraná**. Tese Doutorado—Curitiba: Universidade Federal do Paraná. p. 144. 1998.

TEIXEIRA, I. **Estudo da paisagem da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. p. 212. 2005.

TÉVAR SANZ, G. La cuenca visual en el análisis del paisaje. **Serie Geográfica**, v. 6, p. 99–113, 1996.

THOREAU, H. D. **Caminhando**. Trad. Roberto Muggiati. Rio de Janeiro: José Olympio, 2006.

TURNER, M. G. Landscape ecology: what is the state of the science? **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, n. 36, p. 319–344, 2005.

VANHORN, J. E.; MOSURINJOHN, N. A. Urban 3D GIS modeling of terrorism sniper hazards. **Social science computer review**. p. 1-15. 2010.

VASCONCELLOS, J. **Trilhas interpretativas: aliando educação e recreação** **Anais...Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Anais. Curitiba. 1997**

WALL, G. FORUM: is ecotourism sustainable? **Environmental management**, v. 21, n. 4, p. 483–491, 1997.

WANG, J.; ROBINSON, G. J.; WHITE, K. A fast solution to local viewshed computation using grid-based digital elevation models. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 62, n. 10, p. 1157–1164, 1996.

WEDDLE, A. E. Applied analysis and evaluation techniques. **Land use and landscape planning**, p. 53–82, 1973.

WHEATLEY, D.; GILLINGS, M. Vision, perception and GIS: developing enriched approaches to the study of archaeological visibility. **Nato asi series a life sciences**, v. 321, p. 1–27, 2000.

WIENS, J. A. Toward a unified landscape ecology. **Issues in Landscape Ecology. International Association for Landscape Ecology**, Snowmass Village, Colorado, USA, p. 148–151, 1999.

WILSON, J.; LINDSEY, G.; LIU, G. Viewshed characteristics of urban pedestrian trails, Indianapolis, Indiana, USA. **Journal of Maps**, v. 4, n. 1, p. 108–118, 2008.