

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO NA SIMULAÇÃO DE CAMPOS DE VISADA DE PONTOS PROPOSTOS PARA OBSERVAÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS

GERALDO JOSÉ LUCATELLI DÓRIA DE ARAÚJO JÚNIOR¹
ERIKA REGINA PRADO DO NASCIMENTO²

¹IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Av L4 norte, Ed. Sede do IBAMA, Bloco C, Térreo, PROARCO – 70800-200 – Brasília-DF, Brasil
glucatelli@hotmail.com

²UnB – Universidade de Brasília
Dept. Engenharia Florestal -70000-000 – Brasília – DF, Brasil
erikabsb@uol.com.br

Abstract. The present study uses remote sensing and GIS techniques to simulate the field of view obtained from observation towers designed for fire monitoring at the Chapada dos Veadeiros National Park. The location of the observation towers was selected according to the local altimetry, easiness of access, and on the fire distribution in the area. The approach was fully successful and the results showed that it is possible to have a good estimate of the area covered by an observer while planning the installation of observation towers. Additional area classification was made possible, helping in the identification of the most favorable sites for fire monitoring inside the Park's perimeter.

Keywords: Remote sensing, GIS, simulation.

1. Introdução

O Cerrado está localizado basicamente no Planalto Central do Brasil e é o segundo maior bioma do país em área (Ribeiro *et al.*, 1998). Ao longo dos anos, o cerrado vem sofrendo grandes perdas de sua diversidade original, devido principalmente a ocupação desordenada do espaço e a prática de queimadas em atividades agrosilvopastoris. Como forma de abrandar os efeitos causados pelos desequilíbrios ambientais e garantir a preservação de elementos ambientais básicos (físicos, bióticos e culturais), vem sendo implantadas, em número crescente, as Unidades de Conservação (Francisco, 1995). Sendo assim, o PNCV insere-se nesse contexto como uma importante área de preservação do Bioma Cerrado. A utilização das ferramentas disponíveis de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) auxiliam no gerenciamento das Unidades de Conservação, permitindo o seu monitoramento e facilitando operações como a determinação das áreas de maior ocorrência de fogo em períodos predefinidos, a localização e simulação da visualização de um observador, e o cruzamento, análise e saída de dados e informações.

O objetivo geral do presente trabalho é simular a área de abrangência dos pontos de observação propostos para a detecção de incêndios florestais.

Como objetivos específicos têm-se:

- Averiguar a potencialidade das técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na simulação do campo de visada do observador;
- Verificar se os pontos levantados permitem uma boa noção das áreas de maior possibilidade de ocorrência de fogo e se estão de acordo com os fatores de acessibilidade e altimetria;
- Eleger os pontos de melhor observação do Parque quanto ao problema do fogo.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A área de estudo do presente trabalho se localiza no PNCV (**Figura 1**), que inicialmente possuía o nome de Parque Nacional do Tocantins. Foi criado através do Decreto n.º 49.875, de 11 de janeiro de 1961, com uma área de 625.000 hectares (IBAMA, 1995: Paes *et al*, 1995). Sua área atual é de 60.000 ha e esta delimitada pelas coordenadas 13° 51' a 14° 10' de latitude sul e 47° 25' a 47° 42' longitude oeste (Vicentini, 1999). Atualmente sua área está sendo expandida para 236.570 ha. O clima da região é tropical semi-úmido, com sazonalidade caracterizada por uma estação seca nos meses de abril a setembro e uma estação chuvosa de outubro a março (Vicentini, 1999).

2.2. Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais no presente trabalho: Cartas planialtimétricas (escala de 1:100.000: S.D. -23 - V - C - IV; S.D. - 23 - V - C - V; S.D. 23 - Y - A - I; S.D. - 23 - Y - A - I); Computador (Pentium III, processador de 800 MHz, 40 Mbytes de disco, 512 Mbytes de RAM.); Softwares (ARCVIEW, versão 3.2 e ENVI, versão 3.5); Dado Digital de curvas de nível e pontos cotados (Stellfeld, 2002); limite do PNCV (DIREC - Diretoria de Ecossistemas /IBAMA); Focos de calor (imageados pelo satélite NOAA-12, sensor AVHRR - Advanced Very High Resolution Radiometer, para sensibilizar o Sensor são necessárias duas condições básicas: temperatura na superfície igual ou superior a 47°C e área maior ou igual a 1 há. As passagens são do período da noite, as 18:00 e 19:45 horas, horário de Brasília, captadas pelas antenas do INPE - Instituto Nacional de Estudos Espaciais, localizadas em Cachoeira Paulista-SP e Cuiabá-MT, possibilitando a cobertura de praticamente todo o território Brasileiro. As imagens são processadas pela DSA - Divisão de Satélites Ambientais do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE - localizado em Cachoeira Paulista-SP, onde um algoritmo para geração dos focos de calor é aplicado, gerando pontos de latitude e longitude, permitindo a ingestão destes em um SIG. A sobreposição destes dados com outras coberturas possibilita uma grande quantidade de análises); ROI - Relatório de Ocorrência de Incêndios (elaborado pelo PREVFOGO/IBAMA. Consiste em relatórios de ocorrência de fogo em Unidades de Conservação, contendo as informações de Agente causador, local de início do incêndio, data de início e término e quantificação da área queimada) e GPS - Sistema de Posicionamento Global (GARMIM 12 canais).

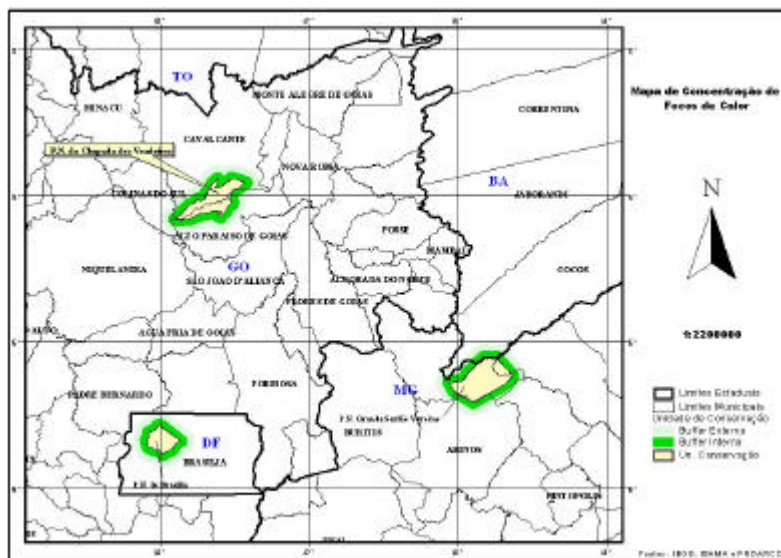


Figura 1 – Localização do PNCV.

2.3. Método

Para elaborar o mapa de Concentração de Focos de Calor foi aplicada a seguinte metodologia: definição da escala e projeção de acordo com a base cartográfica disponível para a região do PNCV. Sendo definida a escala de 1:100.000 e projeção geográfica com datum SAD-69; geração de grade regular de 25km de lado (com o limite do Parque definido, foi utilizado o algoritmo para geração de buffer de 10 Km em torno do PNCV, correspondendo a zona de amortecimento. Com o resultado, foi aplicado o algoritmo para geração de uma grade regular de 15 minutos de lado ou aproximadamente 25 Km); Cruzamento dos focos de calor com a grade regular, possibilitando a quantificação e o fatiamento por células (com as coberturas de focos de calor e grade regular definidas, foi aplicado o algoritmo de interseção e em seguida gerada a quantificação por célula. A aplicação do algoritmo de fatiamento permitiu a distribuição dos focos de calor em intervalos de frequências). O mapa de concentração de focos de calor foi elaborado para o período de 1998 a 2001.

O mapa com os campos de visadas do observador em relação aos pontos selecionados foi definido seguindo o seguinte método: elaboração do Modelo Numérico do Terreno – MNT (foi aplicado na cobertura de curva de nível e pontos cotados o algoritmo para elaborar o MNT pelo método de grade triangular, pois este método é o mais indicado para relevo bastante acidentado como o do PNCV) e definição dos pontos de observação (definidos em trabalho de campo por técnicos do PREVFOGO/IBAMA. Utilizou-se o GPS para coleta de coordenadas e foram considerados os fatores de acessibilidade, visualização, infraestrutura do local e o ROI). Com o ajustamento dos pontos de observação ao MNT foi aplicado o algoritmo campo de visada, levando em consideração a localização dos pontos, um observador com altura média de 1,70 metros e uma distância máxima de 30 Km. Com o objetivo de facilitar a análise dos resultados, foram efetuados cruzamentos dos campos de visadas dos pontos, observando a dominância e a redundância das informações.

3. Resultados e Discussão

As maiores concentrações de focos de calor estão localizadas na parte sul e sudoeste, onde há grande visitação pública (centro turístico de São Jorge e trilhas de acesso ao PNCV) e fazendas que utilizam o fogo para limpeza e renovação de pastagens, e ao norte da Unidade,

onde a proximidade com fazendas associadas aos ventos dominantes de nordeste são as principais causas de entrada de fogo na Unidade. Há um corredor contínuo na parte oeste devido às fazendas e outro corredor descontínuo a leste, devido à proximidade das estradas no entorno do PNCV, o vilarejo de São Jorge e as fazendas da região (**Figura 2**).

O MNT permite observar a variação altimétrica com a análise de tonalidades de níveis de cinza, onde o branco indica regiões mais elevadas e o preto, regiões de depressão. O PNCV pode ser dividido em três partes levando-se em conta a sua altimetria. A primeira parte situada ao norte é considerada mais elevada, em seguida a parte central com altimetria intermediária, e por último, a parte mais baixa ao sul. Na parte oeste a uma queda abrupta do relevo, que após o limite do PNCV se torna um relevo suave, muito explorado pela atividade de pecuária extensiva. A acessibilidade existente no Parque é definida por uma concentração de trilhas e vias na parte sul (centro turístico) e a rodovia na parte leste (**Figura 3**).

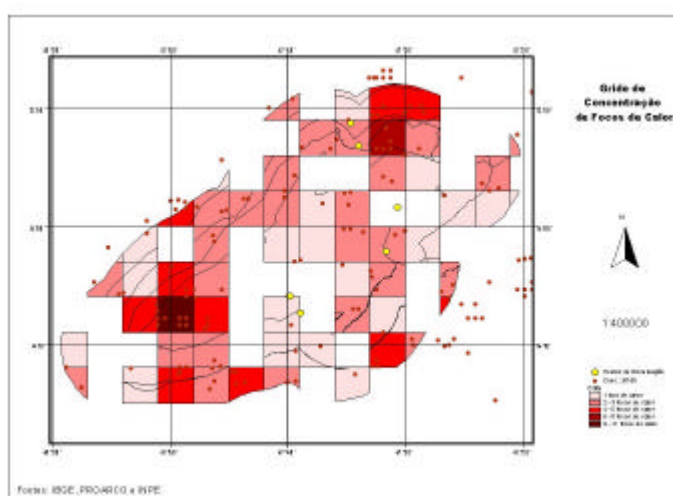


Figura 2 – Mapa de Concentração de Focos de Calor.

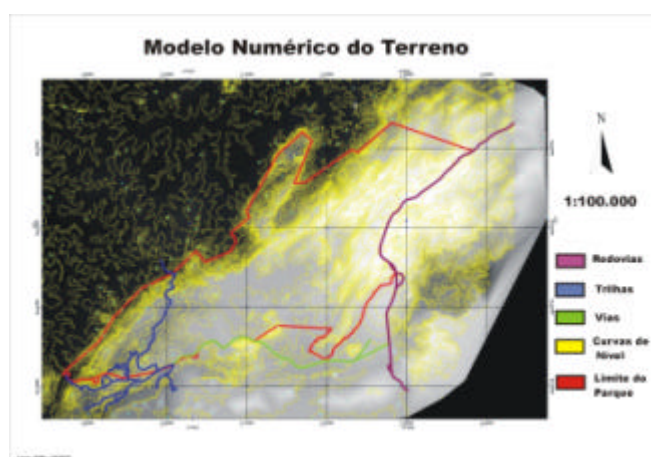


Figura 3 - Modelo Numérico do Terreno contendo trilhas, Vias e Rodovias.

O MNT permite observar a variação altimétrica com a análise de tonalidades de níveis de cinza, onde o branco indica regiões mais elevadas e o preto, regiões de depressão. O PNCV pode ser dividido em três partes levando-se em conta a sua altimetria. A primeira parte situada ao norte é considerada mais elevada, em seguida a parte central com altimetria intermediária, e por último, a parte mais baixa ao sul. Na parte oeste a uma queda abrupta do relevo, que

após o limite do PNCV se torna um relevo suave, muito explorado pela atividade de pecuária extensiva. A acessibilidade existente no Parque é definida por uma concentração de trilhas e vias na parte sul (centro turístico) e a rodovia na parte leste.

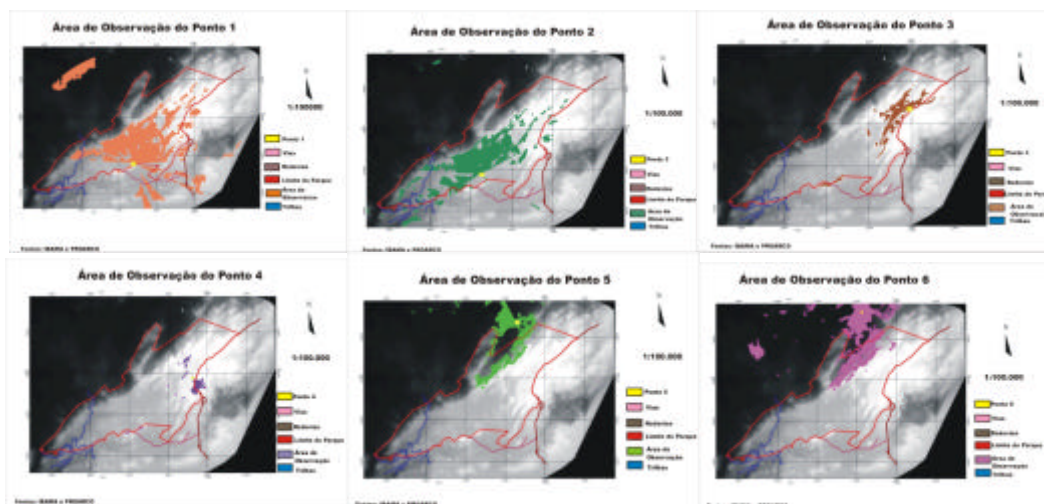


Figura 4 – Campo de visada dos Pontos considerados.

De acordo com o mapa de campo de visada (**Figura 4**) o ponto 1, situado nas coordenadas 47°38'59"W, 14°07'03"S permite a visualização de uma área de 195,928 Km². Este tem o maior campo de visada, tendo o observador uma visão quase que total do Parque. Uma grande vantagem é a acessibilidade e a facilidade de comunicação devido a proximidade da Sede e do Centro de Visitantes do Parque. O ponto 2, situado nas coordenadas 47°39'50"W, 14°62'50"S e abrange uma área de 122,665 Km². Localiza-se próximo à Sede e das vias, o que o torna bastante proveitoso em termos de acessibilidade. Permite a visão das trilhas e do extremo sul do PNCV onde há uma grande concentração de focos de calor. Ponto 3, situado nas coordenadas 47°30'25"W, 13°58'29"S e abrange uma área de 24,196 Km². Localiza-se a nordeste do Parque ao lado da estrada pavimentada, próxima ao município de Cavalcante, mostrando uma ótima acessibilidade. Apresenta uma pequena área de abrangência, porém uma grande importância devido a grande concentração de focos na área. Ponto 4, situado nas coordenadas 47°31'35"W, 14°02'11"S e abrange a área de 8,005 Km². Possui uma boa acessibilidade por estar situado próximo a rodovia. Visualiza a porção centro-leste onde há uma grande concentração de focos de calor. Ponto 5, situado nas coordenadas 47°33'57"W, 14°02'03"S abrange a área de 51,067 Km². Está localizado além do limite do Parque, tendo seus paredões à frente, o que possibilita a visualização de possíveis incêndios que venham pela parte noroeste, devido à presença de fazendas, o que o torna acessível. Ponto 6, situado nas coordenadas 47°34'35" W, 13°51'18"S abrangendo uma área de 91,636 Km². Repete-se as observações do ponto 5, porém a área de abrangência é maior.

A área resultante do cruzamento entre o ponto 1 e 2, foi de aproximadamente 104,27 Km² (53,21% e 84,99% em relação à área do ponto 1 e 2, respectivamente). O ponto 1 é mais representativo que o ponto 2, que apresenta grande redundância em área em relação ao ponto 1, porém este último visualiza melhor o extremo sul, que tem grande incidência de focos de calor, verificada tanto no mapa de concentração, quanto no ROI.

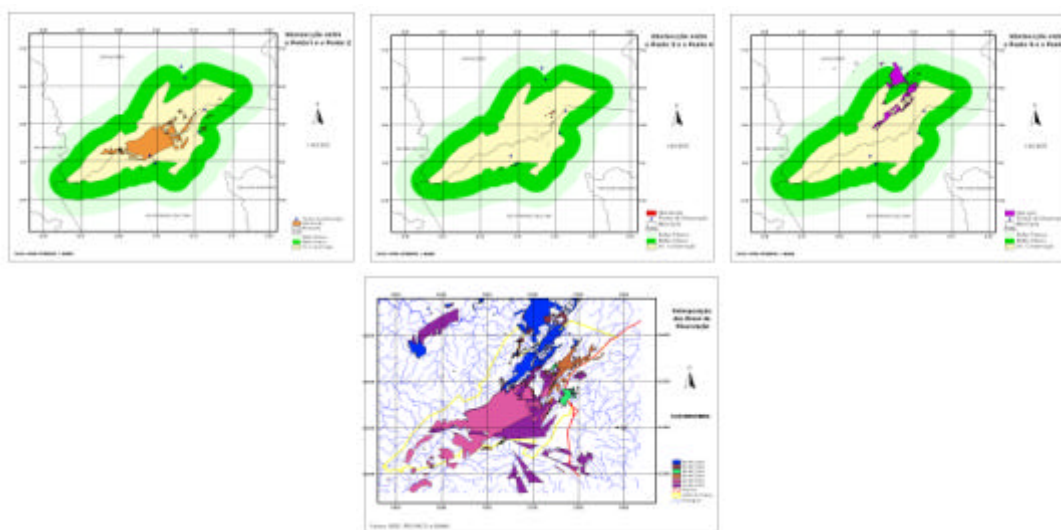


Figura 5 – Áreas resultantes da intersecção entre as áreas de abrangência.

O cruzamento dos pontos 3 e 4 teve uma área resultante de 1,17 Km² (4,82% e 14,59% em relação à área do ponto 3 e 4, respectivamente). O ponto 3, devido sua localização, acessibilidade e campo de visada, se sobrepõem ao ponto 4, que tem pequeno campo de visada. O ponto 3 apresenta-se como uma excelente opção para instalação de base de observação de incêndios florestais. Em relação ao ponto 5 e 6 a área de intersecção é de 39,547 Km² (77,44% e 43,15% em relação à área do ponto 5 e 6, respectivamente). O ponto 6 é bastante representativo devido a acessibilidade e a incidência de fogo na parte norte e noroeste, além da visão privilegiada dos paredões e das áreas de fazendas na região oeste. Sobrepõem-se ao ponto 5 devido a redundância de observações. Ao serem plotados os pontos de observação no modelo numérico do terreno, foi verificado com a simulação da visão do observador que os mesmos abrangiam quase que a totalidade do Parque, tendo às áreas de maior risco de ocorrências de fogo, observadas. Com o aumento da área do Parque, será necessário a instalação de novos pontos de observação. Devido à escassez de recursos e de pessoal faz-se necessário a priorização de pontos, podendo desta forma descartar os pontos 4 e 5 de acordo com a análise (**Figura 5**).

4. Conclusão

Os softwares atenderam plenamente ao objetivo proposto no presente trabalho e demonstraram uma boa performance na geração do MNT, na determinação do campo de visada e sua área para cada ponto proposto, na ingestão e cruzamento dos dados.

Os pontos 1, 2, 3 e 4 propostos para observação de áreas atingidas por fogo, atenderam aos fatores de acessibilidade, concentração de focos de calor e altimetria. Já os pontos 5 e 6, atendem aos fatores de acessibilidade e concentração de focos de calor, porém a altimetria não é relevante nestes casos, devido as características da região. Isto mostra que um modelo automatizado para definição de alocação de pontos de observação é de difícil concepção devido à variabilidade de cenários em uma determinada área.

Dentre todos os pontos de observação o que se destaca é o ponto 1, pois abrange a maior área e permite ao visualizador detectar incêndios florestais que venham a ocorrer na Unidade e adjacências. O ponto 2 apesar da grande sobreposição com o ponto 1, diferencia-se do mesmo devido a visão do extremo sul do Parque. Os pontos 3 e 6 são interessantes devido a visão privilegiada de áreas com grande incidência de fogo. Sendo assim, os pontos 1,2,3 e 6 são os mais interessantes para alocação de pontos de observação, no período de ocorrência de incêndios florestais, no PNCV.

5. Bibliografia Citada

Francisco, C. N. *O uso de sistemas geográficos de informação (SGI) na elaboração de planos diretores de Unidades de Conservação – uma aplicação no Parque Nacional da Tijuca, RJ*. Dissertação de Mestrado - São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1995.

IBAMA - DIREC & DEUC (Diretoria de Ecossistemas e Departamento de Unidades de Conservação - Divisão de Gerenciamento de Unidades de Conservação). *Plano de Ação Emergencial do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – GO*. Relatório Técnico - Brasília: IBAMA, 1995.

PREVFOGO (Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais). *Plano de Manejo de Fogo do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros*. Relatório Técnico - Brasília: IBAMA, 2001.

Ribeiro, J.F. & Walter, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: *Cerrado: Ambiente e Flora*. São Paulo: EMBRAPA. 1998. p. 87-166.

Stellfeld, M. C. *Sistema de Informações Geográficas aplicado ao Ecoturismo na Chapada dos Veadeiros - GO*. Dissertação de mestrado – Brasília: Universidade de Brasília, 2002.

Vicentini, K. R. C. F. *História do Fogo no Cerrado: uma análise palinológica*. Tese de Doutorado - Brasília: Universidade de Brasília, 1999.