

Carta de combustível no bioma cerrado, utilizando imagens do satélite CBERS-2

Humberto José Sepa de Matos Filho ^{1,2}
Antônio Conceição Paranhos Filho ²
Martha Gilka Gutiérrez Carrijo ²
Thais Gisele Torres ²
Giancarlo Lastoria ²
Roberto Macedo Gamarra ²
Thiago da Silva Ferreira ²

¹ Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso de Sul – CBMMS

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul –UFMS/CCET/DHT

Campus Universitário, S/Nº, Caixa Postal, 549;
79070-900; Campo Grande; MS, Brasil,

humberto_ambiental@brturbo.com; paranhos@nin.ufms.br; eloíaelana@bol.com.br;
thaz_shedevil@pop.com.br; lastoria@nin.ufms.br ; beto.gamarra@pop.com.br;
thiago0302@yahoo.com.br

Abstract. Through remote sensing techniques and using a GIS database, have been identified different land cover classes according to CORINE legend. With these classes the fuel quantification have been identified in the Cerrado. This work has identified the areas with great amount of forest fuel in the herbaceous/shrub extract, generating the fuel mapping. With this map can be generated data for preventing the Forest Fires through fire management, decreasing the probability of a great fire, and thus decreasing the costs of the fire combat.

Palavras-chave: remote sensing, fire management, fuel mapping, sensoriamento remoto, manejo dos incêndios florestais, mapa de combustível.

1. Introdução

O Cerrado cobre uma área de aproximadamente 2.000.000 Km² no Brasil Central, cerca de 23% do território nacional, é um bioma importante não apenas pela área que ocupa, mas também pela riqueza da sua biodiversidade. É caracterizado por uma fina cobertura de gramíneas, pequenas palmeiras e pequenas árvores estruturadas de aparência retorcida e caracteriza-se pela presença de invernos secos e verões chuvosos, um clima classificado como Aw de Köppen, tropical chuvoso, Sano e Almeida (1998). Possui uma média de precipitação da ordem de 1500 mm, variando de 750 a 2000 mm, Adámoli (1995). As chuvas são praticamente concentradas de outubro a março (estação chuvosa), e a temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. Durante a estação das chuvas, há uma grande produção de biomassa, especialmente grama. Na estação seca a maior parte da vegetação gramínea está inativa e a maior parte da sua biomassa aérea morre e seca, Klink e Solbrig (1996).

O acúmulo anual de biomassa seca, de palha, acaba criando condições tão favoráveis à queima que qualquer descuido com o uso do fogo, ou a queda de raios no início da estação chuvosa, acabam por produzir incêndios tremendamente desastrosos para o ecossistema como um todo, difíceis de serem controlados pelo homem, sendo o seu combate oneroso. Neste caso é preferível prevenir tais incêndios, realizando queimadas programadas, em áreas limitadas e sucessivas, cujos efeitos poderão ser até mesmo benéficos, Coutinho (2000).

As queimadas no cerrado são consideradas queimadas de superfície, consumindo basicamente os estratos herbáceos finos (gramíneas e folhas mortas ou vivas e ramos finos), com diâmetro inferior ou igual a 6mm, Luke e McArthur (1978). Castro Neves (inédito) apud Krug et al. (2002) demonstrou o baixo consumo do combustível fino dos estratos arbóreo-

arbustivos, observando uma redução de apenas 42% foi observada nas duas semanas após a queimada, indicando que a redução da cobertura florestal resulta da queda das folhas danificadas pelo ar quente durante a passagem da frente de fogo e não do consumo das folhas pelo fogo.

Combustíveis florestais são definidos como as características de biomassa viva e morta que contribuem para propagação e intensidade de incêndios florestais, Burgan and Rothermel (1984). Materiais combustíveis que contribuem para os incêndios florestais são o único parâmetro que influi nos incêndios florestais que o homem pode controlar, Rothermel (1972). Uma descrição generalizada das propriedades dos combustíveis é freqüentemente usada para caracterizar combustíveis em uma área, por causa da dificuldade em descrever a composição e suas características físicas, Sandberg et al. (2001). Estas caracterizações referem-se aos modelos de combustíveis, que representam as caracterizações típicas de comportamento do fogo ou condição do combustível para uma área, Andrews (1990).

Neste trabalho foram utilizadas séries de estéreo-fotografias, Ottmar et al. (2001) onde foram identificadas a biomassa e outros parâmetros de combustível das 05 principais Fitofisionomias do Cerrado do Brasil Central: Campo Limpo; Campo Sujo; Cerrado Ralo; Cerrado Sensu Strictu; Cerrado Denso.

As séries de estéreo-fotografias desenvolvidas para o Cerrado são uma ferramenta para avaliação rápida e de baixo custo da variação do combustível e condições da vegetação. As estimativas detalhadas de combustíveis são necessárias para suporte de avaliação de perigo do fogo e decisões de redução de combustíveis (tratamento por queimadas prescritas ou mecanicamente), tanto quanto outras iniciativas de pesquisa, Ottmar et al. (2001).

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari está localizado entre as coordenadas 17° 59' a 18° 15" S e 53° 10' a 53° 26' W, com 26.849 hectares no Município de Alcinópolis e 3.769,34 hectares no Município de Costa Rica, totalizando uma área de 30.618,96 hectares, estando inserido no Centro Oeste Brasileiro, em região próxima aos divisores de águas das Bacias dos Rios Paraná, Araguaia e Paraguai (Figura 1).

Situa-se ao norte de Mato Grosso do Sul na divisa com Mato Grosso, cujo limite é o Rio Furnas, em uma região conhecida como “Baús”, que recebeu este nome, quando da colonização, devido ao formato e a grande quantidade dos morros testemunhos existentes, que se assemelham com os baús que eram utilizados para armazenar roupas e outros utensílios.

Delimitado ao norte pelo Ribeirão Furnas, a oeste por vários cursos d'água como Mutum, Furnas do Mutum e outros sem denominação, ao Sul pelo córrego Água Bonita e ao leste pelas Bordas do planalto, inserido completamente no Bioma Cerrado.

O acesso ao Parque, distante 375 km de Campo Grande, se dá pela rodovia MS 306, que liga o município de Costa Rica (MS) ao de Alto Taquari (MT).

De modo geral o parque é composto por fitofisionomias de mata, cerrado, campo e vegetação típica de áreas úmidas. Próximo aos cursos d'água apresenta, geralmente mata de galeria, com veredas e pindaíbas ocorrendo junto às cabeceiras e áreas úmidas. Contíguas a estas áreas ocorrem cerrado e mata. Onde o relevo começa a acentuar-se apresenta um cerrado mais aberto, tendendo para campo. Nas encostas das depressões predominam touceiras de uma gramínea conhecida como cambaúva.

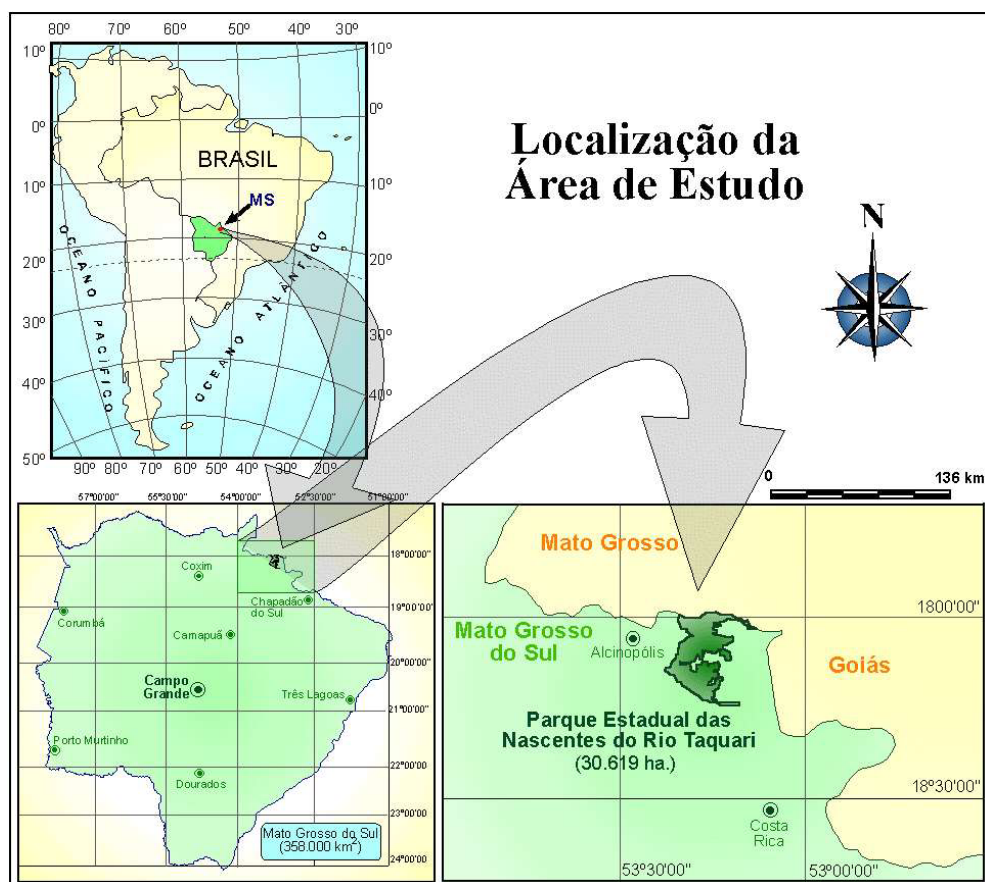


Figura 1: Localização do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari.

3. Metodologia

A partir de técnicas de sensoriamento remoto, revisão bibliográfica e levantamentos de campo (figura 2) foram gerados dados sobre a área e integrados em um SIG.

A imagem CBERS-2 (sensor CCD1) utilizada foi a de órbita-ponto 162-120, de 12 de maio de 2004, bandas 2, 3 e 4. A fim de se eliminar possíveis distorções nas imagens, foi utilizado o software Erdas Imagine (ERDAS, 1997). A imagem foi primeiramente corrigida radiométrica e geometricamente, atribuindo-se ainda um sistema de coordenadas de terreno à imagem. A imagem foi realçada para tornar mais fácil a extração das informações sobre a área em estudo.

Após o processamento das imagens e das informações, foi criado um banco de dados SIG, integrando todos os resultados obtidos. Após a criação deste banco foi elaborada a carta de cobertura do solo (figura 3A), através da qual, com controle de campo e apoio de estéreo-fotografias, foi realizada a quantificação das coberturas vegetais como combustíveis, através de sua biomassa. Elaborou-se então a carta de quantificação de combustível florestal (figura 3B).

Para este trabalho foram utilizados os dados constantes das séries de estéreo-fotografias de Ottmar et al. (2001), onde para cada classe de fitofisionomia do Cerrado são obtidas as informações necessárias para a qualificação e quantificação do material combustível, através dos estratos e categorias constantes na tabela 1.

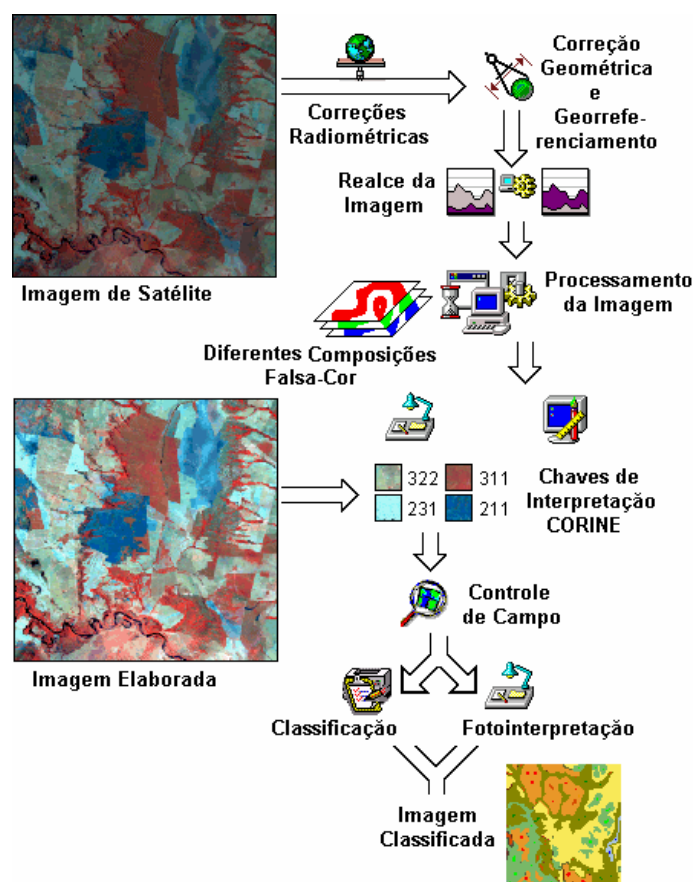


Figura 2: Metodologia para obtenção do banco de dados SIG da cobertura do solo, utilizando imagens CBERS-2 (Modificado de Paranhos F^o, 2000).

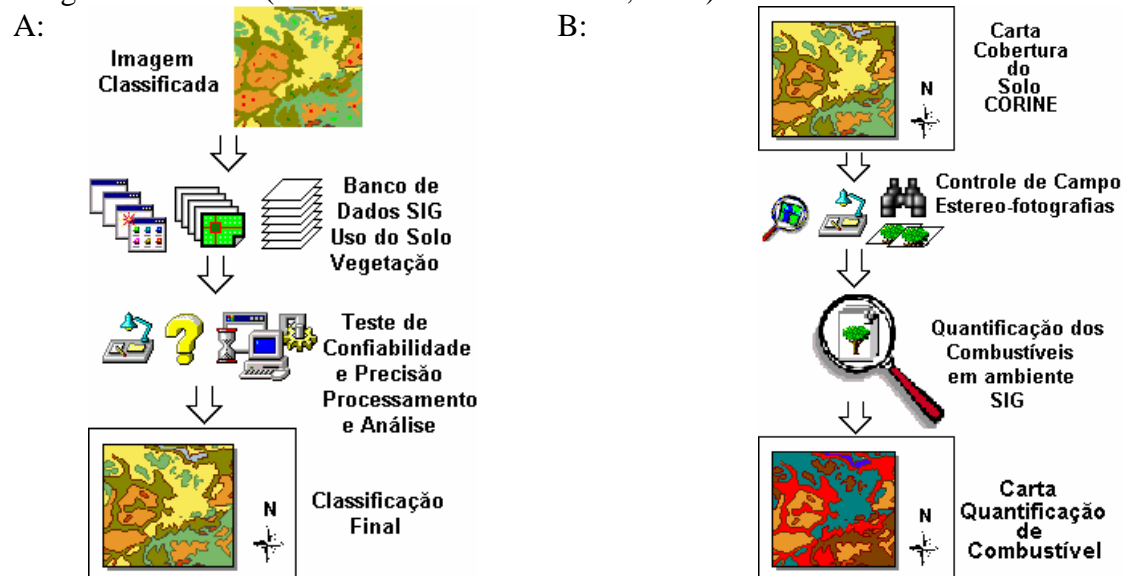


Figura 3 (A): Etapa para elaboração da Carta de Cobertura do Solo levando em conta as informações do Banco de Dados SIG.

(B): A Carta de Quantificação de Combustíveis é elaborada a partir da carta de cobertura de solos e das informações do Banco de Dados SIG.

Tabela 1: Estratos e Categorias de Combustível presentes nas estéreo-fotografias, Ottmar et al. (2001), juntamente com informações de tipo de incêndio por estrato, baseado em Sandberg et al. (2001).

Estrato de Combustível	Categoria de Combustível	Dados	
Vegetação Lenhosa (Arbórea)	Sem folhas	Porcentagem, densidade, altura e biomassa.	INCÊNDIOS DE SUPERFÍCIE
	Com folhas		
Herbáceo-Arbustivo	Gramíneas	Altura média e biomassa	
	Dicotiledôneas	Biomassa	
Material lenhoso Morto	Fino	Biomassa (por diâmetro)	
	Grosso	Biomassa (por diâmetro)	
Serrapilheira	Serrapilheira	Biomassa	

A legenda utilizada foi a do projeto CORINE, que foi desenvolvida como parte do projeto CORINE “Coordination of information on the Environment”, adaptadas por Paranhos Filho, (2000). Para a área de estudos foram utilizadas as 10 classes CORINE identificadas por Carrijo, (2002) (tabela 2).

Para facilitar a identificação das áreas nas imagens de satélite foram criadas pranchas com as assinaturas espectrais das fitofisionomias juntamente com os dados de biomassa das estereo-fotografias para identificação rápida na imagem CBERS-2.

As feições encontradas no terreno correspondem às determinadas respostas espectrais na imagem do satélite CBERS-2, onde foram utilizadas as “chaves de classificação” propostas por Paranhos Filho (2000), o qual trabalhou em região análoga. Para identificar a diferença entre estas “chaves”, foram utilizadas diferentes composições falsa-cor. Através das classes de cobertura do solo identificadas foram comparadas às áreas constantes das estereo-fotografias para determinar a biomassa do estrato herbáceo-arbustivo presente.

Tabela 2: Classes de cobertura dos solos do Projeto CORINE utilizadas neste trabalho identificadas (Carrijo, 2002) para o Parque Estadual das Nascentes do Taquari.

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
2. Áreas agropecuárias	2.1. Terra Agricultável	2.1.1. Área arável não irrigada	
	2.3. Pasto	2.3.1. Pastagens	2.3.1.1. Pasto limpo 2.3.1.2. Pasto sujo 2.3.1.3. Pasto queimado
3. Áreas com vegetação natural e seminaturais	3.1. Fisionomia Florestal	3.1.1. Classe constituída por Floresta Estacional Semidecidual e Savana arbórea densa (cerradão)	
	3.2. Arbustos e/ou vegetação herbácea associada	3.2.1. Campos naturais	3.2.1.1. Campo de Cambaúva
		3.2.2. Cerrado	
4. Zonas úmidas	4.1. Zonas úmidas continentais	4.1.1. Áreas úmidas	
5. Corpos aquosos	5.1. Águas continentais	5.1.2. Corpos de água	

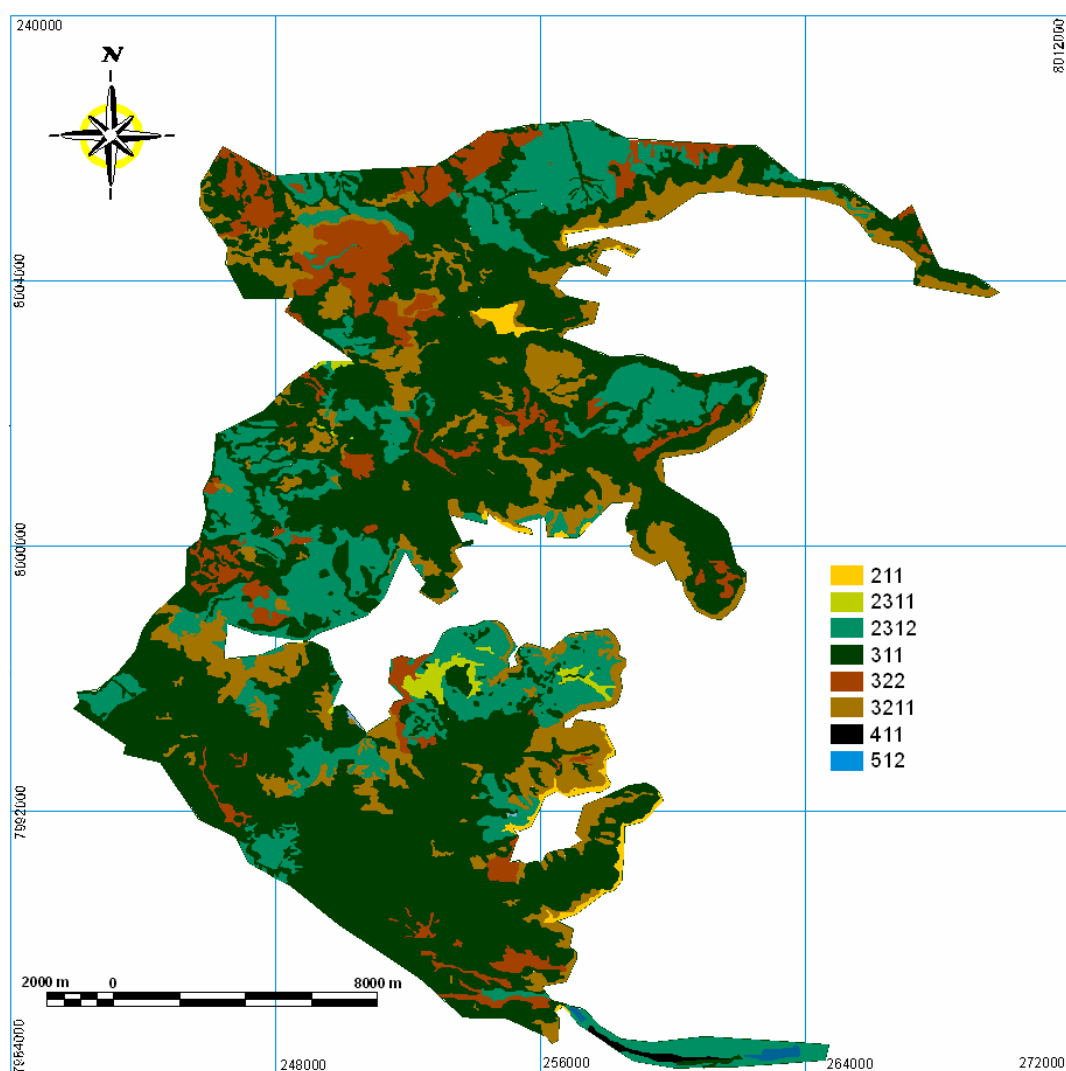


Figura 4: Carta de cobertura do solo referente ao ano de 2004, para o Parque Estadual das nascentes do Taquari, obtida com base na classificação visual da imagem de satélite CBERS-2 (sensor CCD) de 12 de maio de 2004 (redução da carta original em escala 1:100000).

Tabela 3: Dados de biomassa identificadas nas estereo-fotografias, Ottmar et al. (2001):

Fitofisionomia	Gramíneas (ton/ha)	Dicotiledôneas (ton/ha)	Material lenhoso Morto (ton/ha)	Serrapilheira (ton/ha)	TOTAL (ton/ha)
Cerrado Sensu Stricto (CSS 03)	1.71	0.34	5.07	1.35	8.47
Cerrado Ralo (CR 01)	1.76	0.56	4.66	2.26	9.24
Campo Sujo (CS 02)	2.53	0.38	0.41	0.22	3.54
Campo Limpo (CL 01)	3.20	0.11	0.27	0.20	3.78
Cambaúva (CL 07)	15.36	0.24	0.57	0.40	16.57

4. Análise dos Resultados e Conclusão

Este trabalho representa uma ferramenta para o manejo e supressão do fogo para impedir o desenvolvimento de incêndios florestais de grande proporção e de custo oneroso. Através das estereo-fotografias tem-se a possibilidade de gerar informações a baixo custo aliando os dados de sensoriamento remoto e controle de campo para que se tenha idéia de qual é o risco de incêndio florestal na região em estudo, principalmente para os incêndios do tipo de superfície que ocorrem no cerrado.

Existe a necessidade da criação de legendas próprias do Brasil para classificação de combustível, bem como modelos de combustíveis, para que sejam gerados dados padronizados para o manejo e combate aos Incêndios Florestais no Brasil.

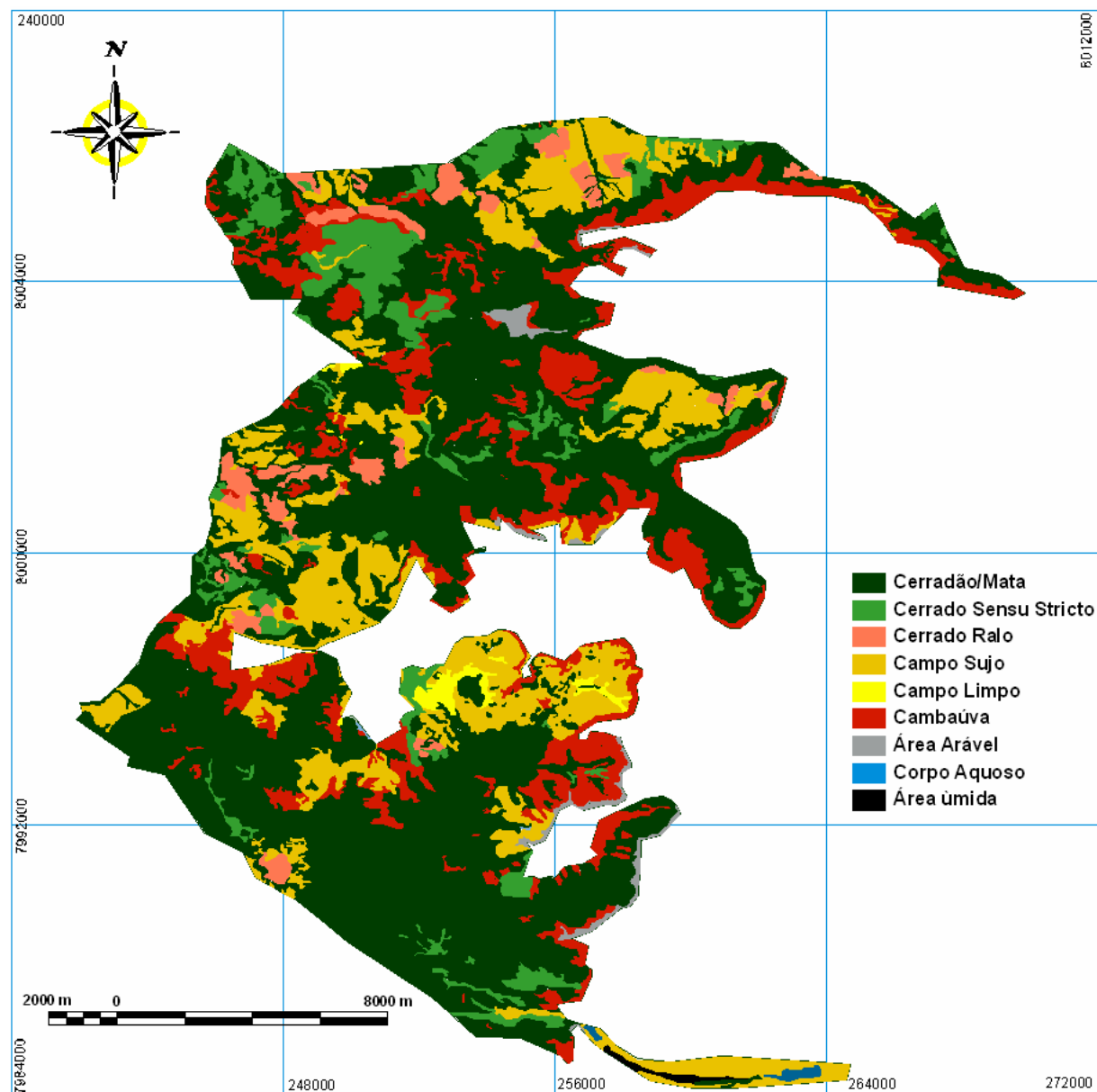


Figura 5: Carta de Combustível obtida a partir da quantidade de biomassa do estrato herbáceo, de acordo com a tabela 3 (redução da escala original 1:100000).

5. Perspectivas

Com este trabalho de pesquisa pretende-se gerar dados de qualidade para que os incêndios florestais sejam combatidos antes de tomarem de grande proporção, como também gerar dados para as que as equipes de combate tenham a possibilidade de combater os incêndios florestais utilizando para isso técnicas de mapeamento, minimizando assim o seu desgaste físico, bem como os custos empregados para as operações de combate, que normalmente são altos.

No Brasil atualmente ocorre o monitoramento dos focos de calor obtidos através do satélite NOAA, que nem sempre são realmente queimadas ou incêndios florestais. A carta de

combustível pode, juntamente com os dados do satélite NOAA, gerar informações mais precisas para determinar em que velocidade e agilidade as equipes de controle e extinção do fogo deverão ser acionadas.

Também através da carta de acúmulo de combustível florestal pode-se gerar cartas de risco de incêndio florestal, pois esta se constitui a sua principal informação.

Com a disponibilização gratuita das imagens do satélite CBERS-2 pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), o custo para mapeamento do acúmulo de material combustível diminuirá ainda mais, havendo somente o custo da compra de software e hardware adequados, atividades de campo e treinamento de pessoal para verificação da acuidade dos dados obtidos a partir do sensoriamento remoto.

6. Referências Bibliográficas

- Adámoli, J. **Diagnóstico do Pantanal: características ecológicas e problemas ambientais.** Brasília: Programa Nacional do Meio Ambiente, 1995, 50p.
- Andrews, P.L.. Application of fire growth simulation models in fire management. Conference on Fire and Forest Meteorology, 10th, 1990, Ottawa, Canada. Editor: D.C. Maciver, H. Auld, and Whitewood, 1990. p.317 – 321.
- Burgan, R. E.; Rothermal, R.C. **BEHAVE: Fire behavior prediction and fuel modeling system – FUEL subsystem.** General Technical Report INT-167, USDA Forest Service, 1984.
- Carrijo, M. G. G. **Contribuição física do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari – MS,** 2002. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Perícia Ambiental, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2002.
- Coutinho, L.M. **Aspectos do fogo no cerrado.** São Paulo, 2000. Disponível em http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_fogo.htm. Acesso em 20 de março de 2004.
- Erdas Inc. **Erdas Imagine version 8.3.1.** Erdas Inc. Atlanta – Georgia. 1997. 1 CD ROM.
- Guala, G.F. **Stinger's bamboo links and information: Apoclada arenicola branch complement - near Parque Nacional das Emas.** Brazil, 1990. Disponível em: <http://www.ftg.fiu.edu/grass/bamboo/bamboo.html>. Acesso em 03/11/2003
- Klink, C.A.; Solbrig, O.T. Efeito do fogo na biodiversidade de plantas do cerrado. In: Biodiversidad y Funcionamiento de Pastizales y Sabanas en América Latina, 1996, Venezuela. CYTED y CIELAT: G. Sarmiento & M. Cabido (eds.), 1996. p. 231 - 244.
- Krug, T. (Org.). **Emissões de gases de efeito estufa da queima de biomassa no cerrado não-antrópico utilizando dados orbitais.** Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasil, 2002.
- Luke, R.H.; McArthur, A.G., **Bushfire in Australia.** Australian Government Publishing Service, Canberra. 1978.
- Ottmar, R. D., et al. **Stereo Photo Series for Quantifying Cerrado Fuels in Central Brazil**, Volume I: United States Department of Agriculture (USDA), 2001. 87p.
- Paranhos Filho, A. **Análise Geo-Ambiental Multitemporal: O estudo de Caso da Região de Coxim e da Bacia do Taquarizinho.** 2000. 213f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- Rothermal, R. C. **A mathematical model for predicting fire spread in wild land fuels.** 1972. Research paper INT-115, United States Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, Utah. 1972.46p.
- Sandberg, D.V., Askne, G. S., Cushon G.H. Characterizing fuels in the 21st century. **International Journal of Wildland Fire**, n.10: 381-387, 2001. Disponível em: <http://www.fs.fed.us/pnw/fera/publications/fulltext/21stcentury.pdf>. Acesso em 15/04/2004.
- Ribeiro, J.F.; Walter, B.M.T. **Fitofisionomias do bioma cerrado.** 1998. In: Sano, S. M. e Almeida, S.P. Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina, DF: Embrapa, CPAP, 1998. 556p.