

# CONTRIBUIÇÃO À CARACTERIZAÇÃO DAS SUB-REGIÕES DO PANTANAL

*CONTRIBUCIÓN A LA CARACTERIZACIÓN  
DE LAS SUBREGIONES DEL PANTANAL*

CONTRIBUTION TO THE CHARACTERIZATION  
OF PANTANAL'S SUB-REGIONS

**Camila Leonardo Miotto**

Graduanda em Engenharia Ambiental  
da UFMS Campo Grande (MS)  
ea.miotto@gmail.com

**Antonio Conceição Paranhos Filho**

Prof. Dr. da Universidade  
Federal de Mato Grosso do Sul  
Bolsista de Pós-Doutorado Sênior -  
CNPq - Instituto de Geociências - USP  
antonio.paranhos@pq.cnpq.br

**Edilce do Amaral Albrez**

Mestranda do programa de  
Pós-Graduação em Tecnologias  
Ambientais - CCET – UFMS  
edilce.albrez@gmail.com

**Resumo:** Este trabalho pretende mostrar a utilidade das imagens obtidas pelo sensor WFI, do satélite CBERS-2B na análise e delimitação das sub-regiões do Pantanal através de fotointerpretação. É importante notar que este sensor consegue captar todo o Pantanal em uma única visada, ou seja, em uma mesma data, portanto são eliminadas as variações sazonais presentes em outros sensores, melhorando o produto obtido. As informações foram obtidas através da análise de imagens utilizadas em uma composição falsa-cor R: Vermelho, G: Infravermelho Próximo, B: NDVI. Este índice forneceu informações numéricas que também foram analisadas. Optou-se pela delimitação das regiões do Pantanal através da imagem da época da cheia e os limites do Pantanal obtidos foram comparados com outras delimitações existentes. Como referência, os valores de NDVI das imagens WFI foram comparados com os valores de imagens MODIS. Os resultados mostram os limites de 18 diferentes sub-regiões, totalizando uma área de 140.640 km<sup>2</sup> de Pantanal, valores diferentes dos encontrados na literatura. Todas as regiões apresentaram valores médios do NDVI maiores para a época de cheia em relação à época de seca.

**Palavras-chave:** Geotecnologias; Pantanal; CBERS-2B; WFI; NDVI.

**Resumen:** Este trabajo tiene como objetivo mostrar la utilidad de las imágenes obtenidas por el sensor WFI (reproductor de imágenes de amplio campo de visada), del satélite CBERS-2B (Satélite de recursos Terrestres China-Brasil) en el análisis y delimitación de las subregiones del Pantanal a través de la foteointerpretación. Es importante notar que este sensor consigue captar todo el Pantanal en una única visada, o sea, en una misma fecha, por lo tanto son eliminadas las variaciones sazonales presentes en otros sensores. Las informaciones se obtuvieron mediante el análisis de las imágenes utilizadas en una composición en falso color R: Rojo, G: Infrarrojo Próximo, B: NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada). Este índice ha proporcionado informaciones numéricas que también se analizaron. Se optó por la delimitación de las zonas del Pantanal a través de la imagen de la temporada de inundaciones y los límites del Pantanal obtenidos se compararon con otros existentes. Como referencia, los valores de NDVI de las imágenes WFI fueron comparadas con los valores de las imágenes MODIS (Espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada). Los resultados muestran los límites de 18 diferentes subregiones, totalizando un área de 140.640 km<sup>2</sup> de Pantanal, valores diferentes a los encontrados en la literatura. Todas las regiones mostraron valores medios de NDVI mayores para la temporada de lluvias en comparación con la temporada seca.

**Palabras clave:** Geotecnologías; Pantanal; CBERS-2B; WFI; NDVI

**Abstract:** This paper intends to show the utility of WFI sensor images, gathered from CBER-2B satellite on the analysis and delimitation of the Pantanal sub-regions throughout photointerpretation. It's important to notice that this sensor can capture the whole Pantanal in one view, that is, at once, therefore the sazonal variations, existent in other sensors, are eliminated, improving the obtained product. The information was gathered from the analysis of false color compositions imagens R: Red, G: Near Infrared, B: NDVI. This index also gave numerical information, also analysed. It have been chosen for the delimitation over the flood season images and the limits obtained have been compared to others on the literature. As reference, the NDVI values from WFI images have been compared to MODIS images values. The results show 18 different sub-regions, totalizing 140,640 Km<sup>2</sup> of Pantanal area, differing from the literature. All regions present mean values of NDVI higher to the flood season then on the dry season.

**Keywords:** Geotechnologies; Pantanal; CBERS-2B; WFI; NDVI.

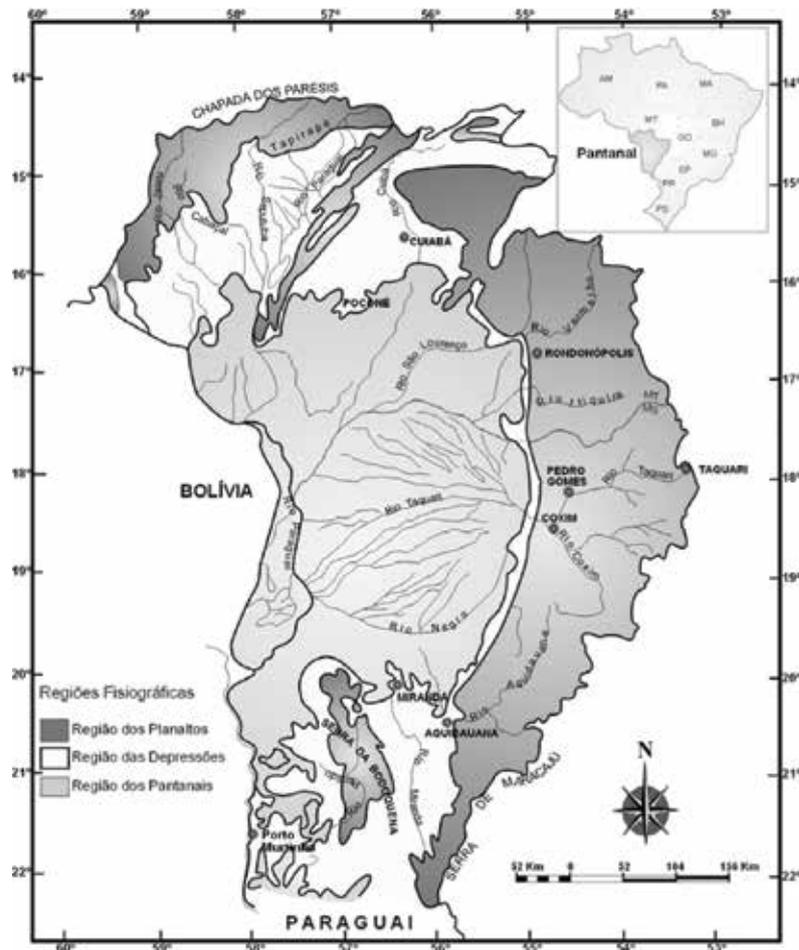
## INTRODUÇÃO

O Pantanal corresponde a uma extensa superfície de acumulação, de topografia plana, tendo suas cotas altimétricas oscilando entre 80 e 150m (ADÁMOLI, 1986), como consta na figura I.

A inundação dessa região ocorre devido ao acúmulo de águas pluviais, pelo aporte de água proveniente do planalto adjacente, pelo lento e difícil escoamento superficial dos rios, corixos e vazantes que extravasam e pela eleva o do lençol freático (VILA DA SILVA, 1995). Segundo Ad moli (1995) o regime de inunda es é o fator ecológico fundamental do Pantanal e determina os pulsos dos principais processos bióticos e abióticos, bem como as composi es específicas das unidades de paisagem.

A compreensão deste sistema é importante, pois caso seja alterada a dinâmica de escoamento das águas, os canais naturais tendem a perder sua capacidade hidráulica de transportar sedimentos trazidos em suspensão. Além disso, pode haver deficiência de nutrientes no solo, com prejuízos para as pastagens nativas e   pecuária, ou ainda a erosão dos solos com reflexos nas atividades econ micas regionais, ameaçando o equilíbrio geral deste ecossistema (ALVARENGA *et al.*, 1984).

**Figura I** - Regiões Fisiográficas do Pantanal



Fonte: modificado de PCBAP (1997).

Considerando que para conservar é preciso conhecer, também se faz necessário definir o espaço geográfico para planejar. Isto é condição básica para que se possa estabelecer qualquer ação normativa ou legislativa para uma região (VILA DA SILVA & ABDON, 1998). Entretanto, para o Pantanal brasileiro não há uma base delimitada fisicamente, já que seu contorno não é claro, principalmente nas áreas de contato entre planalto e planície.

Além da complexidade na delimitação do Pantanal, existe também a problemática da identificação das sub-regiões do Pantanal. Embora toda planície pantaneira tenha uma gênese regional comum e seja caracterizada pelo processo de alagamento, alguns detalhes conferem características distintas a cada subunidade, subdividindo o Pantanal Brasileiro em diversos "Pantanais". Cada um deles é individualizado por características naturais próprias, como vegetação, umidade, processo de sedimentação. Entretanto discordâncias aparecem quando se fala dos limites de cada área, já que cada autor delimitou essas sub-regiões de acordo com o critério e a metodologia estabelecidos por si.

A consistência e o detalhamento do mapeamento são proporcionais à importância e ao número de fatores utilizados na delimitação, uma vez que o simples fato de atribuir importância maior ou menor a determinado critério, ou ainda, a um único elemento fisiográfico provoca alterações nos níveis de detalhes e contornos obtidos (VILA DA SILVA & ABDON, 1998). Isto pode provocar agregação ou desagregação de áreas que determinam outras sub-regiões, ou seja, um contorno que antes era mal definido pode passar a ser facilmente reconhecido por uma mudança abrupta na feição do terreno, ou vice-versa.

Na tabela I apresenta-se um resumo dos principais estudos relacionados com a delimitação fisiográfica do Pantanal.

Vários estudos relacionados à identificação e mapeamento da vegetação têm se baseado na premissa de contraste espectral entre a refletância da vegetação e os elementos de fundo da cena (ROUSE *et al.*, 1974). A combinação entre a refletância da vegetação nas faixas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo tem sido denominada índice de vegetação, sendo um dos mais conhecidos o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*: NDVI).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada tem sido amplamente utilizado por proporcionar um forte sinal da vegetação e oferecer um bom contraste com outros objetos da superfície terrestre (TUCKER & SELLERS, 1986).

Os valores de NDVI oscilam entre -1 e +1, que correspondem às características de estresse hídrico (próximo a -1) a uma vegetação exuberante (próximo a +1). Assim, os valores negativos significam perturbações de nuvens na atmosfera e próximos de zero representam solo nu ou sem vegetação. Quanto maior esse valor, maior incidência de verde.

**Tabela I** - Estudos relacionados com a delimitação fisiográfica do Pantanal

Autor	Crítérios adotados	Material utilizado	Número de sub-regiões	Área (Km <sup>2</sup> )
Stefan (1964)	Não especificado	Não especificado	Não analisado	156.298
Brasil (1974)	Curvas de nível (200 m) e Aspectos geomorfológicos	Cartas topográficas na escala de 1:250.000 e fotografias aéreas	Não analisado	168.000
Sanchez (1977)	Geomorfológico, hidrológico e fluviomorfológico	Imagens de Radar na escala de 1:250.000 e cartas topográficas na escala de 1:100.000	17	Não quantificada
Brasil (1979)	Geomorfológico, hidrológico e fluviomorfológico	Imagens de Radar na escala de 1:250.000 e cartas topográficas Na escala de 1:100.000	15	139.111
Franco & Pinheiro (1982), Alvarenga <i>et al.</i> (1982)	Geomorfológico, fatores morfo-genéticos e cartas topográficas (altimetria relativa, litologia e pedologia)	Imagens de radar na escala 1:250.000	13	136.738
Adámoli (1982)	Fitogeográfico e hidrológico	Estudos anteriores EDIBAP. Imagens do LANDSAT-MSS nas escalas de 1:250.000 e 1:1.000.000	10	139.111
Alvarenga <i>et al.</i> (1984)	Geomorfológico e aspectos estruturais topográficos, hidrológicos, morfológicos, pedológicos e de estrutura vegetal	Imagens de Radar na escala de 1:250.000. Imagens de LANDSAT-MSS nas escalas de 1:500.000 e 1:1.000.000	12	133.465
Amaral Filho (1986)	Pedológico e Hidrológico	Estudos anteriores (RADAMBRASIL) e imagens de Radar na escala de 1:250.000	6 (regime de inundação)	153.000
Mato Grosso do Sul (1989)			14	
Vila da Silva & Abdon (1998)	Aspectos fisiomorfológicos e geopolíticos	Estudos Anteriores, GPS e imagens Landsat TM na composição colorida, escala de 1:250.000	11	138.183

**Fonte:** Vila da Silva (1995).

Nesse contexto, com o presente trabalho, espera-se contribuir para a discussão sobre as diferentes subdivisões do Pantanal, suas caracterizações e limites, através da elaboração do mapeamento dos diferentes pantanais tendo como ferramenta básica produtos de sensoriamento remoto, como imagens de grande amplitude, em especial o sensor WFI, além do índice de vegetação.

Desse modo, pretende-se mostrar a utilidade das imagens obtidas pelo sensor WFI (Imageador de Amplo Campo de Visada), satélite CBERS-2B (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), na delimitação das sub-regiões do Pantanal brasileiro, valendo-se da fotointerpretação de dados advindos do sensoriamento remoto. É importante notar que o diferencial do presente trabalho é utilizar um sensor que consegue captar todo o Pantanal em uma única visada, ou seja, em uma mesma data, portanto são eliminadas as variações sazonais presentes em outros sensores, melhorando o produto obtido.

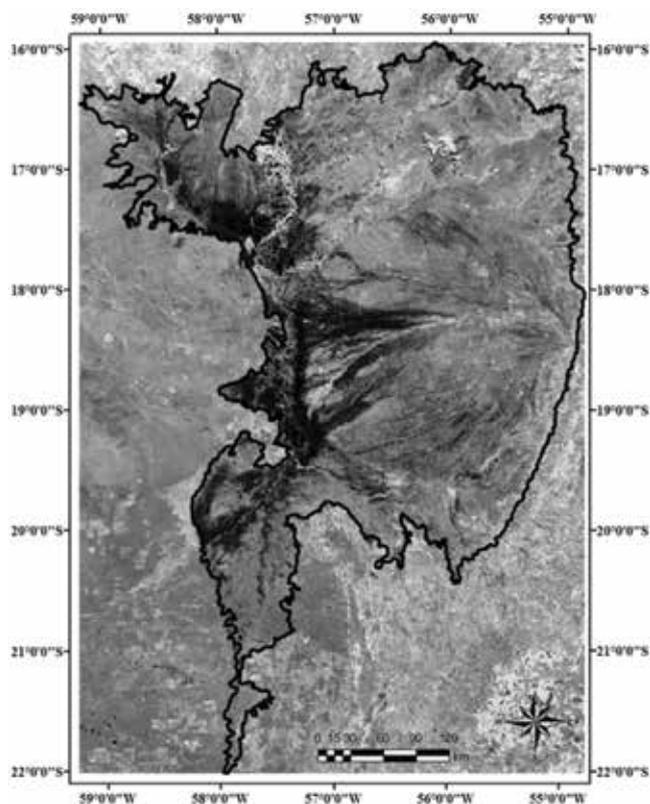
Como parâmetro de comparação e avaliação do potencial de utilização do sensor WFI, também se deseja realizar a comparação dos seus valores de NDVI com aqueles obtidos em imagens dos Satélites TERRA e AQUA, sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectrometer*), o qual também apresenta um amplo campo de visada e resolução espacial semelhante a do sensor WFI (250 metros no MODIS, contra 260 do WFI).

## METODOLOGIA DE TRABALHO

Para a delimitação das regiões do Pantanal, foi utilizada a fotointerpretação de imagens do satélite CBERS-2B, sensor WFI. As imagens utilizadas foram adquiridas de forma gratuita pelo site do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Através de observações, foram selecionadas as imagens que apresentavam a menor cobertura de nuvens, durante as épocas de cheia e seca do Pantanal.

Para a época de cheia, foram escolhidas imagens datadas no dia 07 de junho de 2008, com as órbitas-pontos 165/116 (INPE, 2008a) e 165/124 (INPE, 2008b), aqui demonstrado pela figura II. Para a época de seca foram utilizadas imagens datadas no dia 24 de agosto de 2008, com as órbitas-pontos 165/116 (INPE, 2008c) e 165/124 (INPE, 2008d). Como o sensor WFI é capaz de imagear grandes áreas em apenas uma cena (cerca de 900 km de largura), foram necessárias apenas duas cenas (de mesma data) para se obter uma imagem que contemplasse toda a área da planície.

**Figura II** - Imagem WFI da região do Pantanal, época de cheia (07/06/2008). Limite de Pantanal obtido neste trabalho.



Todo o processamento e extração de informações das imagens foram realizados no *software* Geomatica Focus (PCI, 2009) O primeiro procedimento a ser realizado após a aquisição das imagens foi a junção da banda espectral do vermelho (0,63 - 0,69  $\mu\text{m}$ ) com o infravermelho próximo (0,77 - 0,89  $\mu\text{m}$ ) em uma única imagem. E através de uma operação matemática, Equação 1, entre estas duas bandas, gerou-se o NDVI. Assim, estas três bandas foram unidas em uma única imagem, para sua análise em uma composição falsa-cor (R – NDVI, G – Infravermelho próximo, B – Vermelho).

$$\text{NDVI} = \frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1} \quad (1) \quad \text{Sendo } R_1 \text{ - a banda do Vermelho; } R_2 \text{ - a banda do Infravermelho Próximo, (ROUSE et al., 1974).}$$

Com as imagens já compostas pelas três bandas, a próxima etapa foi a união das duas cenas que compõem o Pantanal, através da utilização da técnica de mosaico, embora seja um mosaico, a cena resultante representa a mesma órbita e data de passagem, se diferenças de fenologia na cobertura vegetal. As imagens foram georreferenciadas para que fosse possível sua união e futura sobreposição para comparação e reprojetação para UTM, Zona 21 (*datum* WGS84).

Para o traçado dos limites optou-se pela utilização da imagem da época da cheia, considerada a época que melhor representa a região devido ao fenômeno natural da inundação de sua planície e, portanto, marcando bem seus limites.

Através da observação das diferenças de contraste/brilho, textura e padrões, vegetação, inundação e solo, foram fotointerpretados os diferentes limites, conseguindo, desta maneira, individualizar cada uma das diferentes sub-regiões do Pantanal. Para cada uma delas foi criado um vetor de área de interesse, delimitando-a e obtendo-se seu valor de área. Estes limites foram então sobrepostos à imagem da época da seca para comparação. Com os vetores dos limites estabelecidos e com as imagens processadas, foram recortadas as diversas regiões e observados os valores de NDVI de cada área separadamente, tanto para a época da cheia quanto de seca.

Através das datas das imagens WFI foram obtidas as imagens MODIS com data o mais próximo possível das imagens WFI e com a menor cobertura de nuvem possível. Assim, através do *site* da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), foram adquiridas imagens MODIS datadas de 09 de junho de 2008, época da cheia, e de 28 de agosto de 2008, época da seca. Sendo que, diferentemente da WFI, este sensor necessita apenas de uma cena para imagear toda a extensão do Pantanal.

Do mesmo modo que foi realizada a união das bandas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo nas imagens WFI, foi feito com as imagens MODIS. Assim como a operação matemática, gerando-se o NDVI e a união das três bandas em uma única imagem. Entretanto, para tais imagens não há a necessidade de georreferenciamento pelo fato das MODIS já se encontrarem georreferenciadas e ortorretificadas, facilitando o trabalho.

Os limites adquiridos através das imagens WFI foram sobrepostos às imagens MODIS,

sendo recortadas as áreas de interesse e verificados os valores de NDVI, tanto para a época de cheia como de seca, sendo comparados então aos valores encontrados nas WFI.

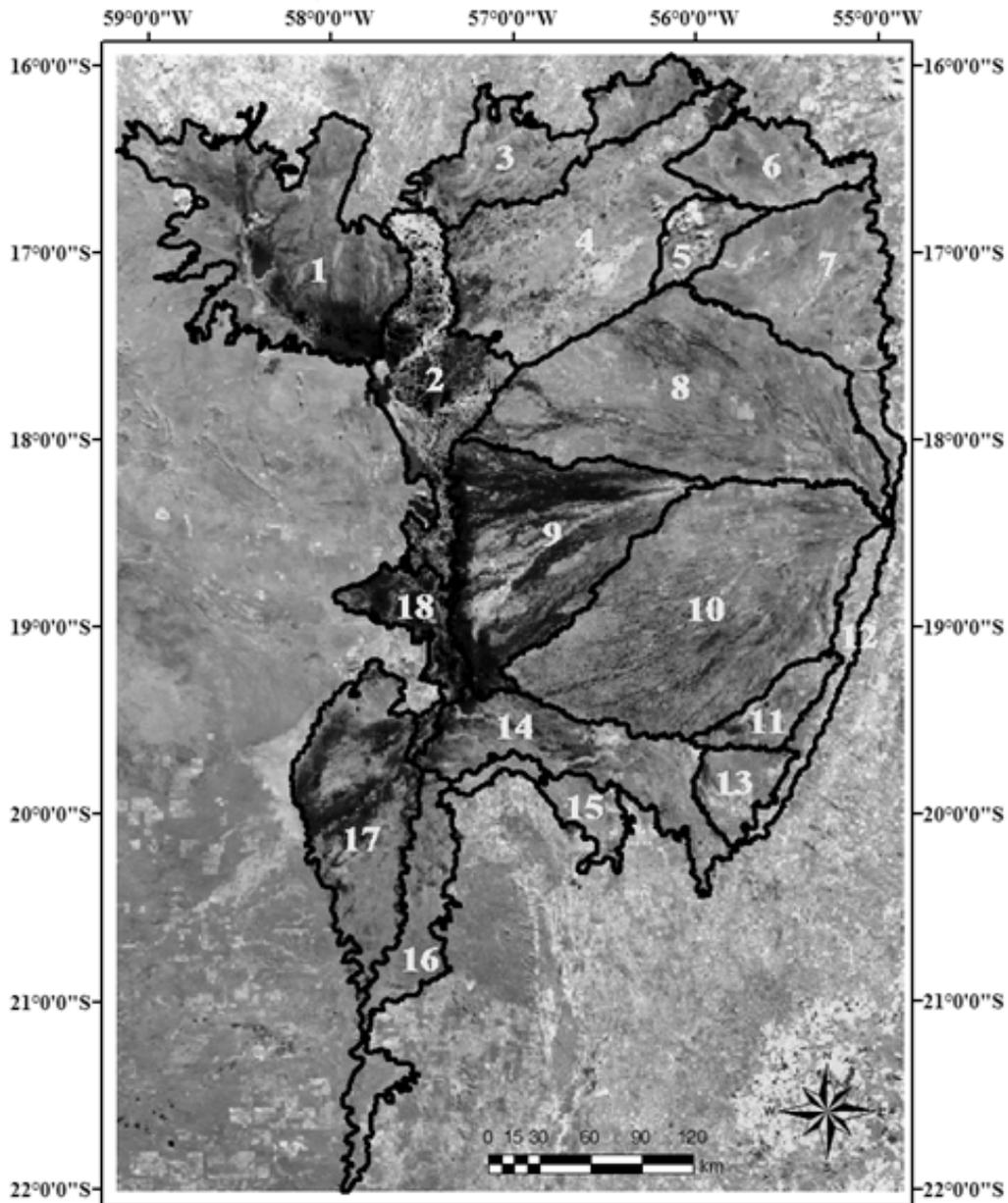
Outra importante observação é que embora Goltz *et al* (2005) tenham utilizado o programa 6S (*Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Espectrum*), (VERMOTE *et al*, 1997), para realizar a correção atmosférica em imagens WFI. Porém o fizeram somente em uma área de estudo relativamente pequena, sendo os cálculos feitos pixel a pixel, manualmente, já que o 6S ainda não foi implementado para as imagens WFI. Como neste trabalho a área utilizada é muito extensa, tornou-se inviável realizar o cálculo manualmente, não sendo possível então realizar a correção atmosférica nas imagens WFI utilizadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Pantanal obtido neste trabalho foi delimitado e quantificado em 140.640 km<sup>2</sup>. Com a utilização de imagens CBERS - 2B, sensor WFI, na composição RGB 321, sendo 3 a banda espectral referente ao NDVI, 2 a banda do infravermelho próximo e 1 a banda do vermelho, para a época de cheia da região do Pantanal brasileiro, obteve-se os limites de 18 distintas sub-regiões, conforme a figura III.

A nomenclatura das regiões foi obtida observando-se os nomes clássicos de estudos anteriores. É importante ressaltar que o limite de Pantanal adotado ultrapassou o limite territorial brasileiro, ou seja, não se atentou somente à delimitação do Pantanal brasileiro e sim até a região do Nabileque/Chaco, adentrando a Bolívia e o Paraguai.

**Figura III - Limites do Pantanal, época de cheia (07/06/2008)**



- |                           |                            |                             |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 - Cáceres               | 7 - Baixo Barão de Melgaço | 13 - Taboco                 |
| 2 - Tuiuiu                | 8 - Paiaguás               | 14 - Miranda-Abobral        |
| 3 - Cabeceira do Pantanal | 9 - Taquari                | 15 - Aquidauana             |
| 4 - Poconé                | 10 - Nhecolândia           | 16 - Apa-Amonguijá-Aquidabã |
| 5 - Canoeira              | 11 - Negro                 | 17 - Nabileque              |
| 6 - Alto Barão de Melgaço | 12 - Entorno Panteneiro    | 18 - Paraguai               |

**Fonte:** sobre imagem CBERS-2B, sensor WFI.

A tabela II relaciona os valores em área das regiões encontradas no presente estudo.

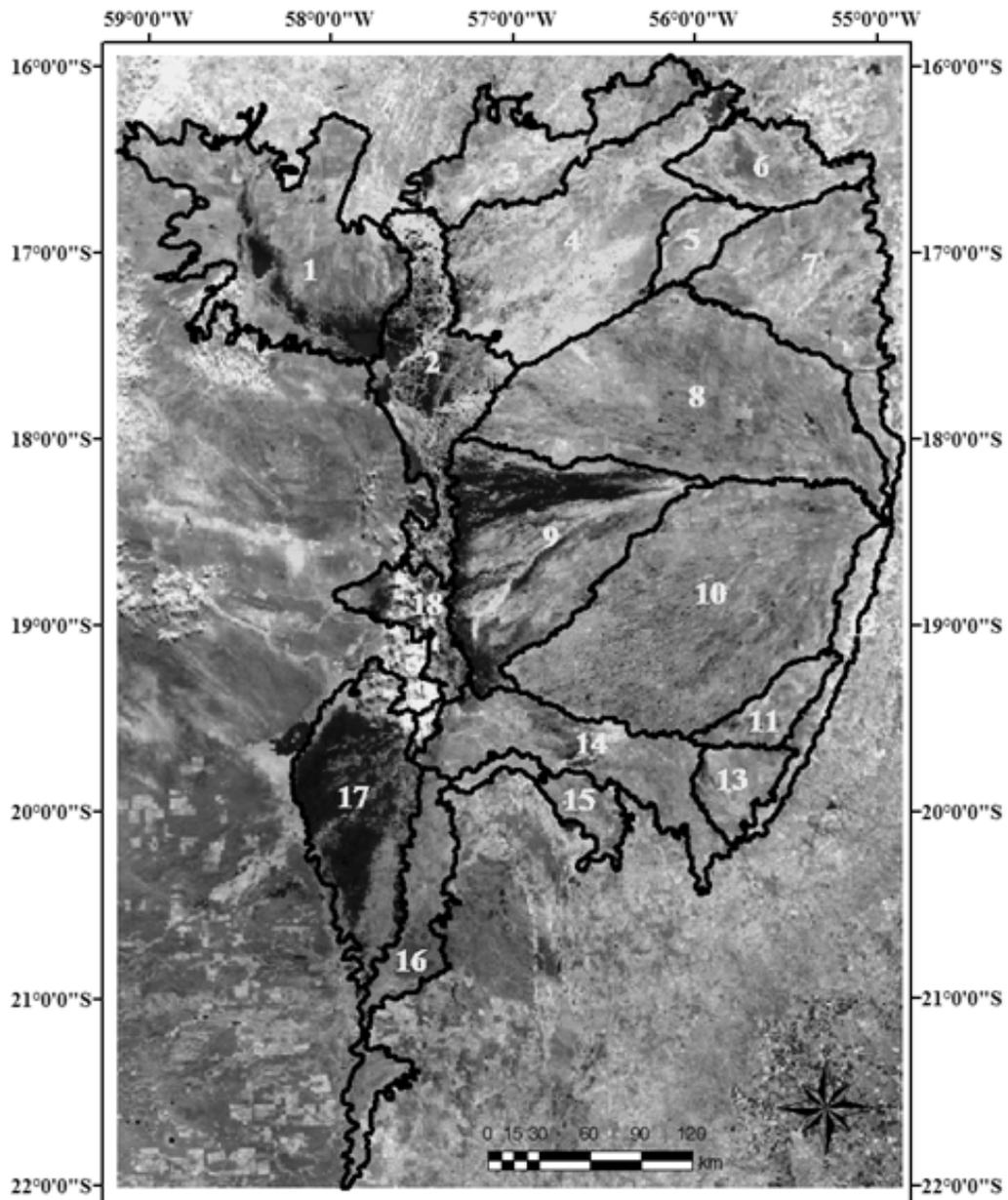
**Tabela II** - Participação, em área, das regiões da planície pantaneira

Nome	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Alto Barão de Melgaço	3986	3%
Apa-Amoguijá-Aquidabã	5045	4%
Aquidauana	2186	2%
Baixo Barão de Melgaço	9308	7%
Cabeceira do Pantanal	6272	4%
Cáceres	13866	10%
Canoeira	1897	1%
Entorno Pantaneiro	2491	2%
Miranda-Abobral	7300	5%
Nabileque	8972	6%
Negro	2051	1%
Nhecolândia	20210	14%
Paiaguás	18430	13%
Paraguai	3015	2%
Poconé	13193	9%
Taboco	2168	2%
Taquari	12178	9%
Tuiuiu	8072	6%
Pantanal	140640	100%

Comparando-se os limites obtidos neste trabalho com os limites obtidos nos trabalhos descritos na tabela I (ver introdução), pode-se observar que os limites não coincidem, variando-se em número e em área de autor para autor. Isto ocorre pelo fato de cada autor utilizar um critério específico, escolhido de acordo com aquilo que considerava mais relevante, sejam os aspectos hidrológicos e/ou geomorfológicos, ou qualquer outro. Outro fato que também interfere nas delimitações é considerar ou não o limite territorial brasileiro. Vila da Silva & Abdon (1998), por exemplo, delimitou o Pantanal apenas no território brasileiro.

Através da sobreposição dos limites na imagem da época da seca, figura IV, observou-se que existem pequenas diferenças quando comparada à imagem da época de cheia. Internamente algumas regiões aumentaram em função da redução de outras. Entretanto nos limites externos não foi observada mudança significativa, permitindo considerar que este domínio apresenta sua dimensão real durante a época da cheia.

**Figura IV** - Limites do Pantanal, época de seca (24/08/2008)



- |                           |                            |                             |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 - Cáceres               | 7 - Baixo Barão de Melgaço | 13 - Taboco                 |
| 2 - Tuiuiu                | 8 - Paiaguás               | 14 - Miranda-Abobral        |
| 3 - Cabeceira do Pantanal | 9 - Taquari                | 15 - Aquidauana             |
| 4 - Poconé                | 10 - Nhecolândia           | 16 - Apa-Amonguijá-Aquidabã |
| 5 - Canoeira              | 11 - Negro                 | 17 - Nabileque              |
| 6 - Alto Barão de Melgaço | 12 - Entorno Panteneiro    | 18 - Paraguai               |

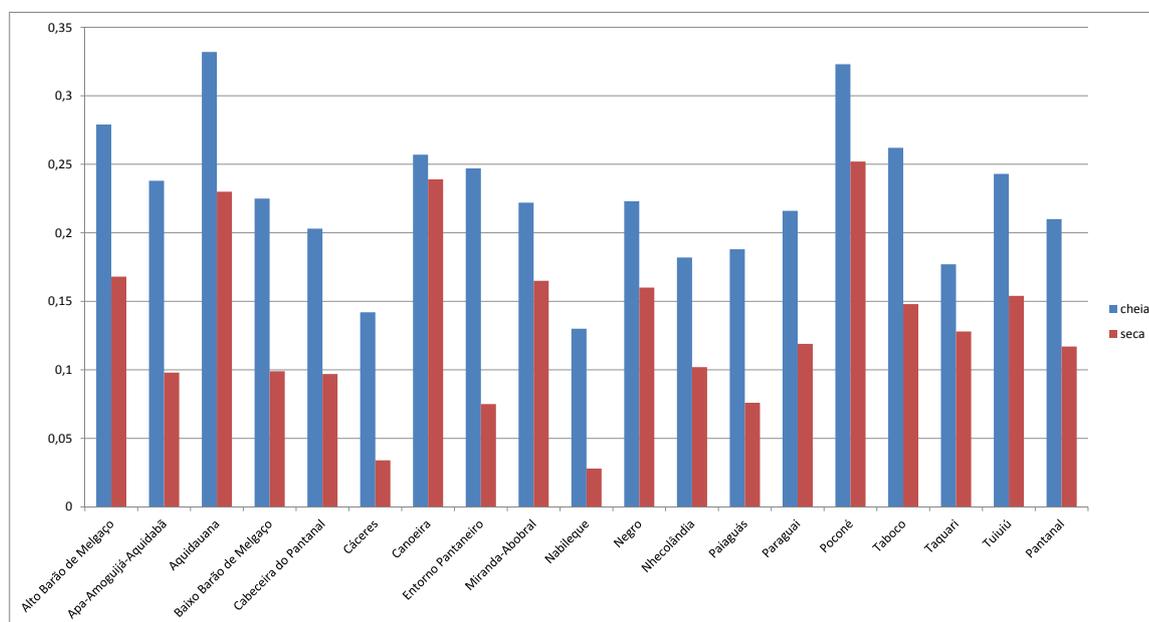
**Fonte:** sobre imagem CBERS-2B, sensor WFI.

Para as imagens WFI, os valores de NDVI para cada região apresentam variações da época de cheia para a época de seca do Pantanal, conforme a tabela III e figura V.

**Tabela III** - Valores do NDVI (WFI) para cada região do Pantanal, cheia e seca.

Região	NDVI (cheia)			NDVI (seca)			Redução do NDVI (%)
	Mín	Máx	Méd	Mín	Máx	Méd	
Alto Barão de Melgaço	-0,257	0,661	0,279	-0,269	0,523	0,168	40%
Apa-Amoguijá-Aquidabã	-0,238	0,546	0,238	-0,302	0,458	0,098	59%
Aquidauana	-0,203	0,6	0,332	-0,2	0,491	0,23	31%
Baixo Barão de Melgaço	-0,237	0,594	0,225	-0,275	0,497	0,099	56%
Cabeceira do Pantanal	-0,564	0,541	0,203	-0,365	0,532	0,097	52%
Cáceres	-0,628	0,551	0,142	-0,667	0,509	0,034	76%
Canoeira	0,452	0,656	0,257	-0,156	0,525	0,239	7%
Entorno Pantaneiro	-0,25	0,609	0,247	-0,248	0,485	0,075	70%
Miranda-Abobral	-0,411	0,6	0,222	-0,357	0,593	0,165	26%
Nabileque	-0,417	0,631	0,13	-0,389	0,478	0,028	78%
Negro	-0,268	0,529	0,223	-0,22	0,497	0,16	28%
Nhecolândia	-0,52	0,577	0,182	-0,351	0,498	0,102	44%
Paiaguás	-0,31	0,555	0,188	-0,253	0,494	0,076	60%
Paraguai	-0,5	0,633	0,216	-0,5	0,488	0,119	45%
Poconé	-0,662	0,641	0,323	-0,533	0,553	0,252	22%
Taboco	-0,196	0,537	0,262	-0,207	0,556	0,148	44%
Taquari	-0,476	0,689	0,177	-0,302	0,492	0,128	28%
Tuiuiú	-0,571	0,752	0,243	-0,568	0,61	0,154	37%
<b>Pantanal</b>	<b>-0,662</b>	<b>0,752</b>	<b>0,210</b>	<b>-0,667</b>	<b>0,610</b>	<b>0,117</b>	<b>44%</b>

**Figura V** - Variação dos valores de NDVI, da cheia e da seca



Fonte: sensor WFI.

Em relação ao Índice de Vegetação Normalizada extraído das imagens WFI, verificou-se que os valores médios de NDVI da imagem da época da cheia foram maiores do que os valores médios da época da seca, comprovando que durante a época da cheia a vegetação é densa, úmida e bem desenvolvida, diferentemente do regime de estresse hídrico da época da seca. A região que apresentou maior variação do índice foi a do Nabileque, com redução do NDVI de 78% da época de cheia para a época de seca. Já a região que apresentou a menor variação foi a de Canoeira, com redução de 7% do NDVI de cheia para seca.

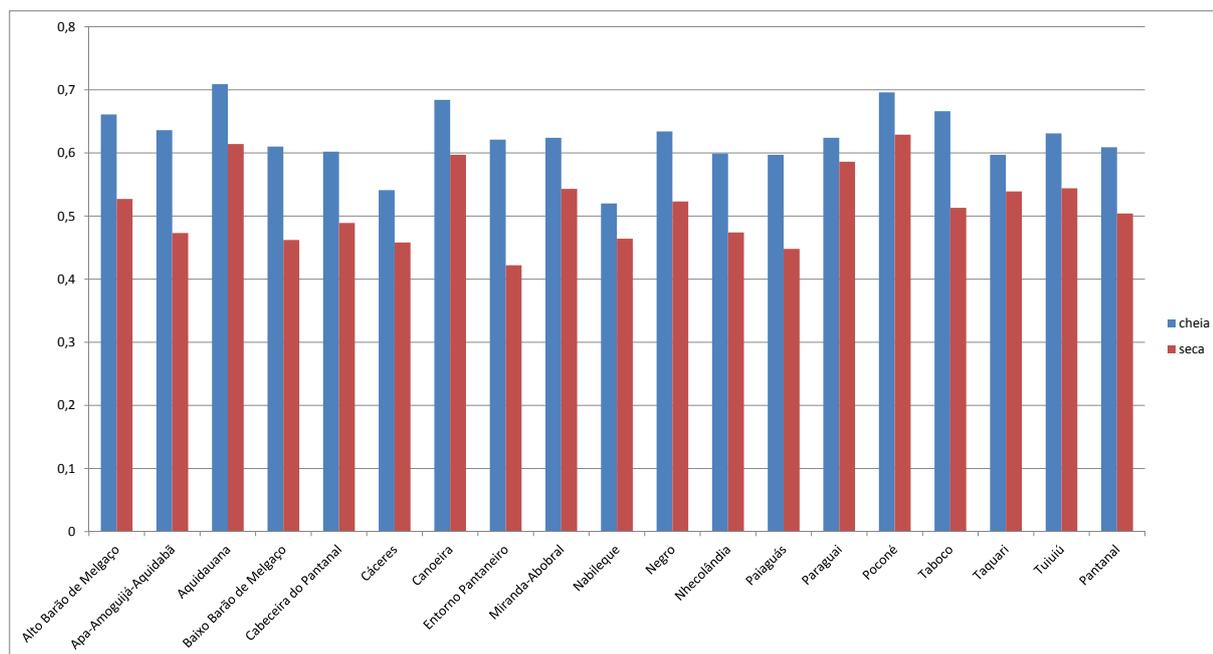
Para as imagens MODIS, os valores de NDVI para cada região estão dispostos na tabela IV, figura VI.

**Tabela IV** - Valores do NDVI (MODIS) para cada região do Pantanal, cheia e seca

Região	NDVI (cheia)			NDVI (seca)			Redução do NDVI (%)
	Mín	Máx	Méd	Mín	Máx	Méd	
Alto Barão de Melgaço	-0,236	0,862	0,661	-0,026	0,818	0,527	20%
Apa-Amoguijá-Aquidabã	-0,273	0,823	0,636	-0,111	0,8	0,473	26%
Aquidauana-Miranda	0,055	0,859	0,709	0,073	0,825	0,614	13%
Baixo Barão de Melgaço	-0,130	0,913	0,61	0,017	0,813	0,462	24%
Cabeceira do Pantanal	-0,333	0,853	0,602	-0,2	0,849	0,489	19%
Cáceres	-0,579	0,886	0,541	-1	0,818	0,458	15%
Canoeira	0,28	0,864	0,684	0,202	0,821	0,597	13%
Entorno Pantaneiro	0,165	0,846	0,621	0,204	0,747	0,422	32%
Miranda-Abobral	-0,428	0,846	0,624	-0,2	0,831	0,543	13%
Nabileque	-0,333	0,891	0,52	-0,2	0,816	0,464	11%
Negro	0,274	0,824	0,634	0,222	0,795	0,523	18%
Nhecolândia	-0,333	0,1	0,599	-0,062	0,795	0,474	21%
Paiaguás	-0,179	0,838	0,597	-0,042	0,828	0,448	25%
Paraguai	-0,167	0,862	0,624	-0,304	0,806	0,586	6%
Poconé	-0,636	0,857	0,696	-0,409	0,867	0,629	10%
Taboco	0,2	0,832	0,666	0,27	0,8	0,513	23%
Taquari	-0,111	0,9	0,597	-0,222	0,822	0,539	10%
Tuiuiú	-0,538	0,875	0,631	-0,556	0,885	0,544	14%
<b>Pantanal</b>	<b>-0,636</b>	<b>1</b>	<b>0,609</b>	<b>-1</b>	<b>0,885</b>	<b>0,504</b>	<b>17%</b>

Os valores médios de NDVI obtidos nas imagens MODIS também foram maiores na época da cheia em relação à época da seca. Entretanto, a região que apresentou maior redução do NDVI foi a do Entorno Pantaneiro, com 32%. E a região de menor variação foi a do Paraguai, com 6% de redução. A região do Baixo Barão de Melgaço apresentou o maior índice durante a época de cheia.

**Figura VI** - Variação dos valores de NDVI, da cheia e da seca



**Fonte:** sensor MODIS.

Pode-se notar que os valores obtidos por meio dessa imagem diferem significativamente dos valores extraídos das imagens WFI. Essa diferença é justificada principalmente pelo fato de que as imagens MODIS apresentam correção atmosférica, enquanto que as WFI não apresentam. O processo de correção atmosférica pode ser realizado com imagens WFI, entretanto nesse trabalho é inviável devido ao tamanho da região de estudo. Porém deve-se considerar que, ao se referirem a uma mesma cena, de mesma data e assim condições atmosféricas, os valores obtidos nas imagens WFI podem ser comparados entre si, permitindo a análise entre diferentes regiões pantaneiras para a data de aquisição dos dados.

## CONCLUSÕES

Através da fotointerpretação das imagens do satélite CBERS-2B, sensor WFI, foram identificadas 18 diferentes sub-regiões do Pantanal, obtendo-se uma área total de 140.640 km<sup>2</sup> distribuídos em três países: Brasil, Bolívia e Paraguai. A maior região delimitada foi a região da Nhecolândia e a menor, a de Canoeira.

Em relação ao Índice de Vegetação Normalizada extraído das imagens WFI, verificou-se que os valores médios de NDVI da imagem da época da cheia foram maiores do que os valores médios da época da seca, comprovando que durante a época da cheia a vegetação é densa, úmida e bem desenvolvida, diferentemente do regime de estresse hídrico da época da seca.

Os valores médios de NDVI obtidos nas imagens MODIS também foram maiores na época da cheia em relação à época da seca. Entretanto, a região que apresentou maior redu-

ção do NDVI foi a do Entorno Pantaneiro, com 32%. E a região de menor variação foi a do Paraguai, com 6% de redução. A região do Baixo Barão de Melgaço apresentou o maior índice durante a época de cheia.

Como já observado, os valores de NDVI obtidos através das imagens WFI são diferentes daqueles obtidos através das imagens MODIS. Isto se deve principalmente ao fato das imagens MODIS já apresentarem correção atmosférica, enquanto as imagens WFI, não apresentam. Porém deve-se considerar que, ao se referirem a uma mesma cena, de mesma data e assim condições atmosféricas, os valores obtidos nas imagens WFI podem ser comparados entre si, permitindo a análise entre diferentes regiões pantaneiras para a data de aquisição dos dados.

O resultado do trabalho demonstrou a confiabilidade e o elevado potencial de uso para análise ambiental do sensor CBERS - WFI.

## REFERÊNCIAS

ADÂMOLI, Jorge. 1986. Vegetação e Flora. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1. 1986, Corumbá. **Anais...** Corumbá, 1986. p.105-106.

ADÂMOLI, Jorge. Zoneamento ecológico do Pantanal baseado no regime de inundações. In: ENCONTRO SOBRE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO A ESTUDOS NO PANTANAL, 1. 1995, Corumbá. **Anais...** Corumbá, 1995. p.15-17.

ALVARENGA, S.M.; BRASIL, A.E.; PINHEIRO, R.; KUX, Hermann J.H. Estudo geomorfológico aplicado à Bacia do Alto Paraguai e Pantanaís Mato-grossenses. **Boletim Técnico**. Série Geomorfológica, 1. Projeto RADAMBRASIL. Salvador, 1984. p.89-183.

GOLTZ, Elizabeth; MOREIRA, Maurício A.; ALBUQUERQUE, Bráulio F.C. de. Avaliação preliminar dos dados radiométricos do Sensor WFI a bordo do satélite CBERS 2. In: SIMPÓSIO BRAILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2005. p.961-967. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.16.41.56/doc/961.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2011.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem de Satélite. **CBERS 2B – Sensor WFI**. Canais 1 e 2. São José dos Campos. Órbita 165 ponto 116. De 07 de Junho de 2008 (a). Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em 28 fev. 2011.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem de Satélite. **CBERS 2B – Sensor WFI**. Canais 1 e 2. São José dos Campos. Órbita 165 ponto 124. De 07 de Junho de 2008 (b). Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em 28 fev. 2011.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem de Satélite. **CBERS 2B – Sensor WFI**. Canais 1 e 2. São José dos Campos. Órbita 165 ponto 116. De 24 de Agosto de 2008 (c). Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em 28 fev. 2011.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem de Satélite. **CBERS 2B – Sensor WFI**. Canais 1 e 2. São José dos Campos. Órbita 165 ponto 124. De 24 de Agosto de 2008 (d). Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em 28 fev. 2011.

MODIS – **Moderate Resolution Imaging Sepctroradiometer**. Outubro 2010. Disponível em: <http://modis.gsfc.nasa.gov>. Acesso em: 29 fev. 2011.

PCBAP - **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai**. Programa Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília: MMA/SEMAM/PNMA. v. 2, 1997.

PCI Geomatics. Geomatica version 10.2 for Windows. Ontário - Canadá. CD-ROM. 2009.

ROUSE, John. W.; HASS, Richard H.; DEERING, Donald W.; SCHELL, J. A. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**. Texas, 1974. p.120. Disponível em: [http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19730017588\\_1973017588.pdf](http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19730017588_1973017588.pdf). Acesso em: 17 nov. 2011.

TUCKER, Compton J.; SELLERS, Piers J. Satellite remote sensing of primary production. **International Journal of Remote Sensing**. USA. V.7, N. 11. p.1395-1416. USA. 1986. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/01431168608948944>. Acesso em: 17 nov. 2011.

VERMOTE, Eric F.; TANRE, Didier; DEUZE, Jean L.; HERMAN, Maurice; MORETTE, Jean-Jacques. Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum, 6S: An overview., **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**. V. 35. N. 3. p. 675-686. 1997. Disponível em: [http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/\\_docs/Vermote%20et%20al.%20%281997b%29.pdf](http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/_docs/Vermote%20et%20al.%20%281997b%29.pdf). Acesso em: 17 nov. 2011.

VILA DA SILVA, João dos S. ELEMENTOS FISIAGRÁFICOS PARA DELIMITAÇÃO DO ECOSISTEMA PANTANAL: DISCUSSÃO E PROPOSTA. **Oecologia Brasiliensis**. Rio de Janeiro, 1. 1995.p.439-458. Disponível em: <http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/11/296>. Acesso em: 17 nov. 2011.

VILA DA SILVA, João dos S.; ABDON, Myrian de M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. V. 33, Número Especial, p.1703-1711. Outubro 1998. Disponível em: [http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/dfe523788c4d9ae503256508004f34ca/71ea1befe8423c820325687e0047c590/\\$FILE/073-pant.pdf](http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/dfe523788c4d9ae503256508004f34ca/71ea1befe8423c820325687e0047c590/$FILE/073-pant.pdf). Acesso em: 17 nov. 2011.