

# O Uso de Imagens CBERS 2 na Determinação do Índice de Circularidade e Índice Normalizado de Vegetação remanescente na Bacia do Ribeirão João Leite, Região Centro-Oeste

Prof. Msc. Edson Nishi <sup>1</sup>  
Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro <sup>1</sup>  
Prof. Dr. Tule César Barcelos Maia <sup>2</sup>

Universidade Católica de Goiás  
<sup>1</sup> Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável  
Av. Engler, s/n J. Mariliza, 74605-010 Goiânia GO  
[nishi@ucg.br](mailto:nishi@ucg.br); [garro@ucg.br](mailto:garro@ucg.br)

Universidade Católica de Goiás  
<sup>2</sup> Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial,  
Av. Universitária, Setor Universitário, 74605-010 Goiânia GO  
[tule@ucg.br](mailto:tule@ucg.br)

**Resumo:** Este trabalho objetiva caracterizar os fragmentos de vegetação remanescente na bacia do ribeirão João Leite (Goiás) quanto aos aspectos de tamanho e formato, relacionando-os com as áreas antropizadas. Na caracterização desses fragmentos utilizou-se imagens CBRS 2 da bacia, delimitando-a em três seções. Foram elaborados mapas de cobertura destas seções calculando as áreas de cada fragmento e separando-as em oito grupos, determinando para cada fragmento o Índice de Circularidade (IC) e o Índice Normalizado de Vegetação Remanescente (NRVI). A área da bacia calculada foi igual a 77.198,16 ha, onde foram encontrados 2.565 fragmentos, totalizando 29,75% de vegetação remanescente e 70,25% de área antropizada. O IC mostrou uma tendência alongada para os fragmentos maiores, enquanto que o NRVI indica intensa fragmentação da cobertura vegetal na bacia. O uso das imagens CBRS 2 se mostrou adequado na determinação do IC e do NRVI.

**Palavras-chave:** Fragmentação, Cerrado, Goiás, Impactos Antrópicos, Agropecuária.

**Abstract:** This work aims to characterize the fragments of remaining vegetation in the João Leite River basin - Goiás State, considering their size and shape, and relating them with impacted areas by anthropogenic activities. For the characterization of these fragments was used CBRS 2 images of the basin, which was delimited in three sections. Afterwards were elaborated maps of the vegetation cover for each section, calculated the surface for each fragment then included in eight groups, and determined for each fragment the Index of Circularity (IC) and Normalized Remaining Vegetation Index (NRVI). The calculated basin surface was equal to 77198.16 ha, where 2565 fragments were identified totalizing 29.75% of remaining vegetation and 70.25% of impacted surface by anthropogenic activities. The IC displayed a elongated trend for the biggest fragments whereas the NRVI identified intense vegetation cover fragmentation in the basin. The use of images CBRS 2 was adequate for the determination of IC and NRVI.

**Keywords:** Fragmentation, Savanna, Goiás State, Anthropogenic Impacts, Farming, Cattle.

## 1 INTRODUÇÃO

A ocupação espacial natural do bioma Cerrado no território brasileiro tem sofrido reduções, porém não tem havido unanimidade quanto ao tamanho da área remanescente devido à taxa de desmatamento anual, à inclusão ou não nos cálculos das áreas de transição existentes nas bordas do bioma, e ao aumento da precisão na obtenção das imagens por sensoriamento remoto e dos utensílios necessários ao tratamento das imagens (Nascimento, 2006).

O IC tem sido empregado para caracterizar áreas de vegetação e forma com o uso de ortofotocartas digitalizadas da região de Eunápolis – BA (Oliveira et al. 1998), para determinar a forma da vegetação na região da Lagoa da Confusão – TO por intermédio de imagens do satélite TM/Landsat-5 (Martins et al. 2002), para avaliar as características morfométricas da microbacia do Córrego Alegria em Uberaba – MG utilizando imagens LANDSAT-7 (Torres et al. 2007), para avaliar o IC na bacia da hidrográfica do Arroio Miracatu – RS utilizando imagens Landsat (De Nardin et al. 2006) e na bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo – RJ utilizando-se cartas topográficas do IBGE (Cardoso et al. 2006) e para analisar o efeito de borda de fragmentos por meio de imagens CBERS-2 CCD (Frisom et al. 2006).

Por outro lado, Bonnet et al (2006) avaliou as variações nos valores do NRVI para diferentes escalas da paisagem na bacia hidrográfica no Estado de Goiás e Distrito Federal utilizando dados do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Ainda, Bonnet et al (2007) gerou índices de vegetação para a região Centro-Oeste a partir da interpretação de imagens do satélite Landsat-7/ETM+ e Adami (2003) empregou imagens Landsat-7/ETM para estimativa das áreas de vegetação no município de Cornélio Procopio - SP, além de discutir o uso de outras fontes de dados.

Desta maneira, este estudo tem como objetivo avaliar o uso do IC e NRVI na caracterização dos remanescentes de vegetação e da relação área conservada/antropizada na bacia do ribeirão João Leite, em Goiás, na região Centro-Oeste, utilizando imagens CBERS 2.

## 2 Área de Estudo

A bacia do ribeirão João Leite compreende parte dos municípios de Goiânia, Anápolis, Terezópolis de Goiás, Goianápolis, Nerópolis, Ouro Verde e Campo Limpo, ocupando uma área aproximada de 77.158,00 ha, e está localizada entre os paralelos 16° 18' e 16° 36' S e os meridianos 49° 09' e 49° 15' W, compondo uma das principais sub-bacias do rio Meia Ponte, alto do rio Paraná em Goiás (Figura 1).

Neste estudo, a referida bacia foi delimitada em três seções (alta, média e baixa) em função das estradas nela localizadas no sentido leste-oeste. A seção alta está localizada a montante da rodovia GO-222, que interliga as cidades de Anápolis e Nerópolis; a média está compreendida entre a GO-222 e a GO-466, sendo que esta última interliga a cidade de Terezópolis ao distrito de Vila Rica; e a parte baixa está a jusante da GO-466 até o encontro com o rio Meia Ponte (Figura 1).

## 3 Processamento das Imagens Usadas no Mapeamento das Áreas de Cobertura de Vegetação Nativa

Para a vetorização e apresentação das áreas de cobertura vegetal foi utilizado o programa ESRI, Arcview 8.3. As imagens utilizadas foram da câmara CCD de alta resolução espacial (20 metros), CBERS 2, das órbitas 158/118 a 158/119 de 08/08/2006, obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2007). As imagens obtidas correspondem ao período da estiagem na região, a fim de facilitar o tratamento das mesmas considerando a ausência de nuvens e o contraste na assinatura espectral típica entre áreas de mata, solo exposto e gramíneas.

O processamento da imagem foi feito utilizando-se o programa ENVI 4.4 com o sistema de classificação supervisionada e o método de interpolação de *Mahalanobis Distance*. As aferições das informações obtidas na classificação das imagens foram realizadas com uso do Sistema Global de Posicionamento - GPS, de posse de um receptor modelo Garmin - GPS12, para o levantamento das coordenadas de navegação dos pontos, anotando-se as feições e características das amostras.

Através das imagens dadas pelas composições coloridas (RGB), bandas 3, 4 e 5, após o seu processamento, as superfícies determinadas de cada fragmento foram distribuídas em oito grupos, variando nos intervalos de fragmentos (F), conforme a seguir:  $0,0 \leq F \leq 0,1$ ;  $0,1 < F \leq 1,0$ ;  $1,0 < F \leq 5,0$ ;  $5,0 < F \leq 10$ ;

$10 < F \leq 50$ ;  $50 < F \leq 100$ ;  $100 < F \leq 1000$ ;  $F > 1000$ .

#### 4 Índice de Circularidade (IC) dos Fragmentos Vegetais Nativos e Índice Normalizado de Vegetação Remanescente (Normalized Remaining Vegetation Index - NRVI)

O IC proposto por Miller (Bierregard et al, 1974) é usado na determinação da forma de um fragmento, podendo ser classificado como perfeitamente circular ( $IC = 1$ ) ou alongado ( $IC = 0$ ), e é calculado pela equação abaixo:

$$IC = 12,57 \cdot \frac{A}{P^2}$$

Sendo:

IC = Índice de Circularidade ( $IC \leq 1$ );

A = área do Fragmento;

P = Perímetro do Fragmento;

12,57 = parâmetro de conversão área/perímetro.

O NRVI é um parâmetro importante como indicador do estado de conservação em que se encontram as propriedades, os municípios ou as bacias hidrográficas. Este é um indicador da paisagem que determina a relação entre o uso da terra e as áreas remanescentes neste caso de Cerrado, numa dada região (BONNET et al, 2006). O NRVI é linearmente correlacionado e diretamente proporcional ao percentual de cobertura vegetal de uma determinada área, a qual pode variar entre 1, indicando 100% de vegetação remanescente, e -1, equivalente a 100% de área antropizada, sendo calculado pela seguinte equação:

$$NRVI = \frac{\text{Área}_{\text{remanescente}} - \text{Área}_{\text{Antropizada}}}{\text{Área}_{\text{remanescente}} + \text{Área}_{\text{Antropizada}}}$$

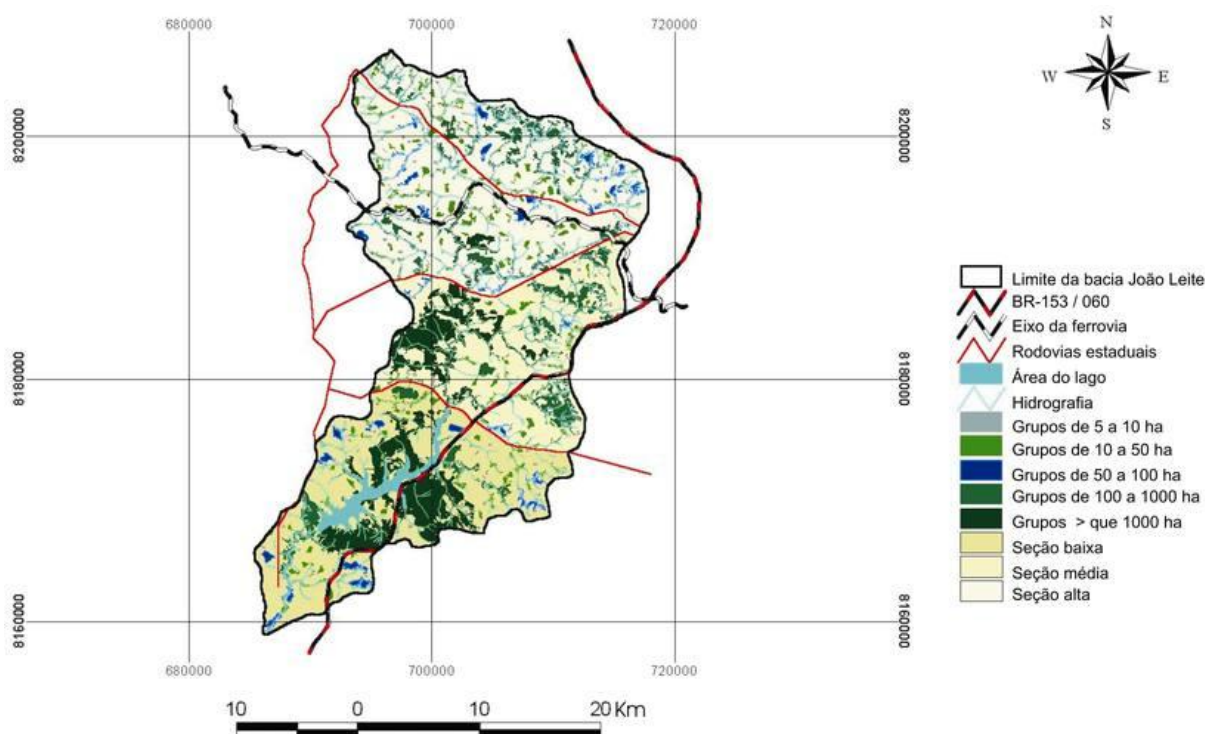
Neste estudo foram associadas as segmentações das imagens CBERS 2 ao NRVI que, associada à classificação supervisionada dos fragmentos e ao cálculo da área dos mesmos, permitiu determinar a área antropizada de cada seção, de maneira similar à utilizada por Barlow et al. (2003), que associou a segmentação obtida de imagem do Landsat ao NRVI.

#### 5 Resultados e Discussão

A segmentação da imagem gerou três classes, representando área de urbanização, de solo exposto e de vegetação. As amostras foram de 151 pixels para tons de vegetação escolhidos em diferentes regiões, 50 pixels representando área urbana em diferentes posições representativas e 206 pixels representando os diferentes solos expostos.

Após estudos prévios, foi escolhido o algoritmo com o sistema de classificação supervisionada e com o método de interpolação de *Mahalanobis Distance*. Foram testadas mais de uma alternativa com outros algoritmos de interpolação como vizinho mais próximo, e outros variando seus parâmetros e amostras, entretanto, não se obteve resultados satisfatórios, ou seja, na imagem obtida o contorno realizado não se adaptou em várias regiões às feições de interesse.

O mapa da Figura 1 mostra a distribuição dos fragmentos nas diversas seções da bacia, representando apenas as áreas > 5,0 ha. Este limite de área foi escolhido tendo em vista que o mesmo é representativo em estudos envolvendo o IC (Rodrigues 1998; Primack 2001). Entretanto, também foram analisadas as áreas < 5,0 ha.



**Figura 1** : Classificação dos fragmentos de vegetação > 5 ha na bacia do ribeirão João Leite

A maioria dos fragmentos < 0,1 ha apresenta a média do IC maior que 0,7 aproximando-se de uma área circular (IC = 1) ou quadrada (IC = 0,78), neste último caso por ter na sua composição de um a três pixels no máximo. Os fragmentos > 0,1 ha apresentam o IC variando de 0,1 a 0,5, indicando uma tendência de formas alongadas.

Tabela I - Valores da média aritmética (M) e desvio padrão (DP) do IC por grupo de fragmento e seção.

Grupo	Seção					
	Alta		Média		Baixa	
	M	DP	M	DP	M	DP
0 > F ≤ 0,1 ha.	0,739	0,084	0,702	0,133	0,732	0,100
0,1 > F ≤ 1,0 a.	0,509	0,120	0,499	0,124	0,504	0,140
1,0 > F ≤ 5,0 ha.	0,373	0,135	0,326	0,115	0,358	0,116
5,0 > F ≤ 10,0 ha.	0,287	0,155	0,272	0,144	0,284	0,139
10,0 > F ≤ 50,0 ha.	0,204	0,136	0,159	0,097	0,218	0,144
50,0 > F ≤ 100,0 ha.	0,097	0,090	0,036	0,005	0,131	0,133
100,0 > F ≤ 1000,0 ha.	0,032	0,026	0,075	0,139	0,057	0,058
F > 1000,0 ha.	0,000	0,000	0,006	0,000	0,029	0,023

O grupo de fragmentos entre 10 e 100 ha na seção média mostra um IC menor que nas demais seções (entre 0,036 e 0,159), indicando uma forma mais alongada, enquanto que o grupo de 100 a 1000 ha apresenta IC maior que os outros grupos das demais seções (IC = 0,075), mostrando fragmentos mais homogêneos que os demais (Tabela I).

As áreas de pastagens, de cultivo agrícola e de outros usos constituem as áreas antropizadas para a determinação do NRVI neste estudo e foram compostas pela diferença entre a área total de cada seção e a área de vegetação classificada como remanescente. O NRVI calculado na seção baixa sem considerar o Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco (PEAMP), mas levando em conta as Áreas de Proteção Permanente em 6% e reservas legais em 20% , obteve o valor de área remanescente mínima de 26 com o

NRVI = - 0,48. O NRVI da seção alta foi -0,522 e o saldo de áreas foi deficitário em - 628,821 ha; na seção média o NRVI foi -0,353 e o saldo de áreas foi de 1.284,116 ha; na seção baixa o NRVI foi -0,302 com um saldo de área de 2.288,891 ha. Porém, desconsiderando-se a área do PEAMP, o valor se torna -0,551 e o saldo de áreas se torna deficitário em - 233,971 ha.

Para os valores de NRVI > (- 0,48), obteve-se um saldo positivo de áreas, ou seja, a seção tem um total de áreas remanescentes superior às exigidas pela legislação, e para os valores de NRVI < (- 0,48), obteve-se um saldo negativo de áreas remanescentes, significando a necessidade de alguma intervenção para atender a legislação (Tabela II).

Tabela II - Cálculo de APPs, Reserva Legal e NRVI

Seção	Áreas de Preservação Permanente	Reserva Legal 20%	Área Necessária	Área de Fragmentos existentes	Saldo de áreas	NRVI
Alta	1.855,05	6.285,68	8.140,73	7.511,91	-628,821	-0,522
Média	1.205,69	4.036,29	5.241,98	6.526,10	+1.284,12	-0,353
Baixa	1.526,97	5.115,66	6.642,64	8.931,53	+2.288,89	-0,302
Baixa sem os Parques	751,42	4.291,08	5.042,50	4.808,5	-233,97	-0,551

## 6 Conclusão e Recomendações Finais

Diante dos resultados obtidos é possível concluir que o uso de imagens CBERS 2 é adequado à determinação de IC e NRVI. A vantagem das imagens CBERS 2 em relação às outras imagens disponíveis de baixo custo do SRTM é que têm resolução em torno de cinco vezes melhor, sendo, portanto, mais apropriadas para pequenas áreas. Outro aspecto importante é que o georreferenciamento é facilitado pela baixa quantidade de imagens para compor a cena, devido à necessidade de poucos pontos de controle. Em relação aos mapas do IBGE, a vantagem está no fato das imagens conterem mais dados atualizados do que os mapas, dada a frequência de obtenção dos dados.

O IC dos fragmentos apresentou valores mais próximos de zero, demonstrando a predominância de formas mais alongadas, apenas os fragmentos menores que 0,1 ha apresentaram forma mais arredondada. Entretanto, áreas pequenas podem ter seus IC's mascarados pela pequena quantidade de pixels em uma imagem com resolução de 20 m, como as usadas do CBERS 2. O NRVI mostrou-se eficiente na estimativa direta do nível de conservação ou antropização em que se encontra a área de estudo, podendo se correlacionar com outras variáveis de interesse.

Estes índices podem servir para implementar ações no planejamento de áreas prioritárias de conservação, assim como de zoneamento agrícola, conforme seu potencial e aptidão.

## 7 Referências Bibliográficas

- Adami, M.** Estimativa de áreas agrícolas por meio de técnica de sensoriamento remoto, geoprocessamento e amostragem. São José dos Campos: INPE, 183p, 2003.
- Barlow, J.; Martin, Y.; Franklin, S.E.** *Detecting Translational landslide scars using segmentation of Landsat ETM+ and Dem data in northern Cascade mountains*, Canadian Journal of Remote Sensing 29(4) p.510-517, 2003.
- Bierregaard, R.JR.T.E.; Lovejoy, V.; Kapos, A.A.S.; Cristofolletti, R.W.A.** Geomorfologia, ed. Edgard Blucher Ltda, 149 p, 1974.
- Bonnet, B.R.P.; Ferreira, L.G.; Lobo, F.C., 2006.** *Uso de dados srtm como suporte à implementação de reserva legal extra-propriedade por bacia hidrográfica no cerrado brasileiro*. Revista Brasileira de Cartografia, 58(2):129-137, 2006.
- Bonnet, B.R.P.; Ferreira, N.C.; Ferreira, L.G.** *Ampliação de ambientes ripários como alternativa às reservas legais: conciliando política florestal e conservação dos recursos hídricos no bioma cerrado*. Boletim Goiano de Geografia Goiânia - Goiás - Brasil v. 27 n. 1 p. 97-115 ed. especial 2007.
- Cardoso, C.A.; Dias, H.C.T.; Soares, C.P.B.; Martins, S.V.** *Caracterização morfométrica da bacia*

*hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.241-248, 2006.*

**De Nardin, D.; Robaina, L. E. S.** *Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do Arroio Miracatu, oeste do Estado do Rio Grande do Sul. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia / Regional Conference on Geomorphology. Geomorfologia Tropicale Subtropical: processos, métodos e técnicas / Tropical and Subtropical Geomorphology: processes, methods and techniques, Goiânia- Go, 2006.*

**Frisom, S.; Paranhos Filho, A.C.; Corrêa, L.C.; Cavazzana, G.H.** *Uso do sensoriamento remoto na análise de efeito de borda de fragmentos naturais (capões) da fazenda São Bento, Pantanal sul, sub-regiões do Miranda e Abrobal. In: Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, p.333-340, 2006.*

**IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Atlas nacional do Brasil digital. IBGE, Rio de Janeiro, 2006.

**Martins, I.C.M.; Soares, V.P.; Silva, E.; Brites, R.S.** *Diagnóstico ambiental no contexto da paisagem de fragmentos florestais naturais "Ipucas" no município de Lagoa da Confusão, Tocantins. R. Árvore, Viçosa-MG, v.26, n.3, p.299-309, 2002*

**Nascimento, C.M.; Soares, V.P.; Ribeiro, C.A.A.S.; Silva, E.** *Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II. R.Árvore. Viçosa, MG. 30(3) p.389-398, 2006.*

**Oliveira, L.M.T.; Silva, E.; Brites, R.S; Souza, A.L.** *Utilização de um SIG para diagnóstico ambiental de fragmentos florestais, em nível de paisagem. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, 11-18 setembro, INPE, p. 647-660, 1998.*

**Primack, B.R.; Rodrigues, E.** *Biologia da Conservação, Londrina, ed. Planta, 2001.*

**Torres, J.L.R.; Silva, T.R.; Oliveira, F.G.; Araújo, G.S.; Fabian, A. J.** *Diagnóstico socioeconômico, ambiental e avaliação das características morfométricas da microbacia do córrego Alegria em Uberaba - MG. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 19 (2): 89-102, dez. 2007.*

Edgard Blucher Ltda, 149 p, 1974.