



Pró-Reitoria de Pós-graduação e Pesquisa
Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável

AVALIAÇÃO DA FRAGMENTAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL
NA BACIA DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE, GOIÁS - REGIÃO
CENTRO-OESTE

Edson Nishi

Goiânia
2008



Edson Nishi

AVALIAÇÃO DA FRAGMENTAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL
NA BACIA DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE, GOIÁS - REGIÃO
CENTRO-OESTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Produção Sustentável da Universidade Católica de Goiás como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Produção Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro

Co-Orientador: Prof. Dr. Tule César Barcelos Maia

Goiânia
2008
Edson Nishi

**AVALIAÇÃO DA FRAGMENTAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL
NA BACIA DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE, GOIÁS - REGIÃO
CENTRO-OESTE**

Goiânia, ___/___/___.

Banca examinadora

**Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro
(Presidente)**

**Prof. Dr. Antônio Lázaro Ferreira dos Santos
(Avaliador externo)**

**Prof. Dr. José Paulo Pietrafesa
(Avaliador interno)**

**À minha mãe Deremina Misako Nishi
Ao meu pai, *in memoriam*
Paulo Nishi**

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro, pela orientação, pelas horas que foram dedicados por todos estes anos de trabalho.

Ao meu co-orientador, Prof.Dr. Tule César Barcelos Maia, pela orientação e principalmente pelo incentivo.

Aos Técnicos do Laboratório de Topografia Elizeu Fradique Marçal, pelas incontáveis horas de ajuda no trabalho com as imagens, Luis Carlos da Silva pela colaboração.

Ao Prof. Msc. Adilson Santos Martins, pela colaboração e companheirismo.

;

À Adriana Cândida Faustino Nishi, esposa, e à minha filha Júlia Faustino Nishi pelo incentivo, Carinho e compreensão, pelas horas fora do convívio;

Aos colegas e Professores do mestrado, que proporcionaram uma reflexão sobre o nosso planeta, sob uma visão Multidisciplinar, enriquecendo muito os nossos debates.

Aos colegas professores do departamento de Engenharia da Universidade Católica pelo Apoio e Incentivo a formação acadêmica.

Aos amigos e familiares pela minha ausência do dia a dia.

**Eu tive um sonho.
O criador do mundo
apareceu
e me disse que os
animais estão
desaparecendo,
morrendo ou
fugindo.
nós precisamos
arrumar um jeito
de aumentar os
animais,
proteger o lugar
onde eles vivem.
porque se o povo
indígena deixar
de comer
a carne da caça, vai
deixar de sonhar.
e os sonhos de
poder que mostram
o caminho que
devemos seguir.**

Sibupá Xavante.

Resumo

O Objetivo deste estudo foi realizar um levantamento dos fragmentos nativos dispersos entre as áreas antropizadas da sub-bacia do ribeirão João Leite, Goiás. Foram elaborados mapas de cobertura, cálculo das áreas de cada fragmento divididos por seção e classes de tamanho do fragmento na bacia hidrográfica, tabelas, índices que permitiram analisar as características do fragmento e prescrever manejos da paisagem. Conclui-se que: na paisagem estudada na seção alta e baixa sem a área do Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco da bacia do ribeirão João Leite, a cobertura florestal nativa é inferior ao exigido por lei, necessitando de uma intervenção para atender o mínimo necessário. Contudo a seção média a área de cobertura vegetal nativa é superior ao mínimo exigido por lei, considerando uma reserva superior a 1000 ha., de propriedade privada, pertencente a Fazenda Santa Branca. É preciso estabelecer práticas de manejo, após o enchimento do reservatório, devido a pressão territorial, principalmente para anfíbios e répteis que terão a sua movimentação restrita, exposição a predadores e perdas de habitats preferenciais, e para os mamíferos teremos a movimentação restrita comprometendo o aumento de indivíduos devido a fragmentação do território e a disponibilidade alimentar. Para implementar a conexão entre os fragmentos é necessário priorizar os corredores de matas ciliares e estabelecer ligações entre os maiores fragmentos.

Palavras chaves: Fragmentação do Cerrado, bacia hidrográfica do ribeirão João Leite, vegetação Remanescentes.

Abstract

The objective of this study was to carry trough a survey of the dispersed native fragments between zone caused by human activies of sub-basin of brook João Leite, state of Goiás ,Brazil. Covering maps had been elaborated, measure of individual areas of fragments divided in section and classes of size of the fraction on hidrografic basin, table, indexes what allow analyze the proprieties of the fraction and prescribe managements from landscape. It follows that: On landscape studied on high and low without the zone of the park ecologic Altamiro Moura de Pacheco of sub-basin of brook João Leite, the native forest covering is low the required by law. However, the middle section, the zone of native forest is upper that demanded for law, considering one reserve upper 1000 ha, of private, pertaining property farm Santa Branca. Is necessary to stablish practices of handling, after the filling up of the reservoir, thanks to pressure territorial, principally about to amphibians and reptiles what will have the she sweats movement restritive, exposition the predators and preferential losses of habitats, and for the mammals we will have movimentation restricted compromising the increase of the individual due fragmentation of the territory and the alimentary availability. To implement the conection between the fragments is necessary to prioritize the corridors of ciliares bushes and to stabilish liaison between the graters fragments.

Keywords: Fragments of cerrado, Hidrografic basin of brook João Leite remaining vegetation.

Sumário

	Pág.
Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xi
Lista de abreviaturas e siglas	xii
1- Introdução	13
2- Material e Métodos	
2.1 - Área de Estudo	17
2.2 - Mapeamento das Áreas de Cobertura de Vegetação Nativa	19
2.3 - Índice de Circularidade dos Fragmentos Vegetais Nativos.....	19
2.4 - Índice Normalizado de Vegetação Remanescente (NRVI)	20
3 – Resultados e Discussão	
3.1- Fragmentos de Vegetação.....	21
3.2- Corredores Ecológicos.....	33
3.3- Índice de Circularidade	34
3.4- Índice Normalizado de Vegetação Remanescente	37
3.5- Outros Parâmetros Avaliados	41
4 - Conclusão e Recomendações Finais	43
Referências Bibliográficas	45

Lista de Figuras

1- Delimitação das sub-bacia do ribeirão João Leite em três Seções	18
2- Fragmentos de vegetação presentes na área da sub-bacia do ribeirão João Leite.	23
3- Classificação dos fragmentos de vegetação presentes na área da sub-bacia do ribeirão João Leite.	30

Lista de Tabelas

I. Número de Fragmentos de vegetação na sub-bacia do ribeirão João Leite	25
II. Área total de fragmentos e percentagem por seção e sub-bacia	26
III. Distribuição de fragmentos > 5,0 ha em contato com os corpos hídricos ou isolados em ambiente seco.	28
IV. Áreas por Classe de Fragmentos	32
V. Valores das médias aritmética do Índice de Circularidade (IC) por classe de fragmento e seção.	36
VI. Cálculo de APPs, Reserva Legal e NRVI	40
VII. Parâmetros Avaliados.	42

Lista de abreviaturas e Siglas

AGMA- Agencia Goiana de Meio Ambiente

APA- Área de Preservação Ambiental

APPs – Área de Preservação Permanente

CCD- Câmera Imageadora de Alta resolução

CIBERS- Satélite Sino-Brasileiro de recursos Terrestres

CI- Conservação Internacional

CPAC- Centro de Pesquisas Agropecuárias do Cerrado

D.O.U – Diário Oficial da União

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

ESRI-Environmental Systems Research Institute

EVI- Enhanced Vegetation Index

GPS-Global Positioning System

Ha –Hectares

IC- Índice de Circularidade

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MODIS-Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

NDVI- Normalized Difference Vegetation Index

ONG- Organização Não Governamental

PEAMP- Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco

SEMARH- Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

TDR- Transferência de Direito de Desenvolvimento

UC - Unidade de conservação

1. INTRODUÇÃO

A ocupação espacial natural do bioma Cerrado no território brasileiro compreendia uma área de aproximadamente 2 milhões de km² (EITEN, 1972; KLINK, 2005). Entretanto, esta tem sofrido reduções não havendo unanimidade quanto ao tamanho da área remanescente: 684.400 km² (MANTOVANI e PEREIRA, 1998), 356.630 km² (MYERS et al., 2000), 880.000 km² (MACHADO et al., 2004). Esta oscilação está relacionada com a taxa de desmatamento por ano, a qual tem oscilado entre 22.000 e 30.000 km² de 1998 a 2004 (MACHADO et al., 2004); a inclusão ou não, nos cálculos, das áreas de transição existentes nas bordas do bioma, também denominadas de áreas de tensão ecológica, onde há misturas de elementos florísticos entre duas regiões adjacentes (MACHADO et al., 2004); e pelo aumento da precisão na obtenção das imagens por sensoriamento remoto e os utensílios necessários ao tratamento das imagens (NASCIMENTO, 2006).

Este bioma é entendido como um sistema biogeográfico (BARBOSA, 1990) constituído por subsistemas integrados interatuantes (campestre, cerrado *stricto sensu*, cerradão, matas, mata ciliar ripária, veredas e ambientes alagadiços) caracterizados pela fisionomia e pela composição vegetal e animal, além de outros fatores (MALHEIROS, 2003). A região onde está localizado este bioma exibe uma enorme heterogeneidade espacial desde que se estende por mais de 20 graus de latitude, com altitudes variando de quase zero a 1800 m, ocupando diferentes bacias hidrográficas (Amazonas, Tocantins, Paraná, Paraguai, São Francisco e Parnaíba) com um clima estacional (estiagem, de abril a setembro; chuva, de outubro a março) e uma precipitação média anual de 1500 mm, as quais apresentam variações intra-regionais (KLINK et al., 2001). Os solos são antigos, profundos, bem drenados, ácidos e de baixa fertilidade, com níveis elevados de ferro e alumínio (RATTER et al., 1997).

O Cerrado apresenta uma importante biodiversidade de organismos estimada em 7.000 espécies de plantas, 199 de mamíferos, 837 de aves, 180 de répteis, 150 de anfíbios, 1.200 de peixes e 90.000 espécies de insetos incluindo um elevado número de espécies endêmicas da fauna (57,9% de 1366 espécies de vertebrados terrestres e aquáticos exceto peixes) e flora (44% de 7000 espécies de plantas vasculares) (KLINK et al., 2005), porém que se encontram sob forte pressão antrópica decorrente dos desmatamentos e exploração inadequada dos seus

recursos naturais, notadamente a pecuária intensiva, monocultura (soja, arroz, milho, cana de açúcar, entre outros), e mineração que são responsáveis pelas mudanças na paisagem e conseqüentemente da cobertura vegetal (ALMEIDA et al., 1998), situação esta que permitiu sua classificação como um hotspot (MYERS et al., 2000). Esta biodiversidade está associada à diversidade de ambientes (subsistemas) que podem existir em uma mesma região favorecendo uma maior complexidade da estrutura do habitat (ALHO, 1981; GUIMARÃES, 2006) que inclui a estratificação vertical (estratos arbóreos) de maneira semelhante ao ocorrido na Mata atlântica e Amazônia (MACHADO et al., 2004). Por sua vez, o subsistema de mata de galeria constitui um corredor de dispersão de espécies que vincula o Cerrado com outros biomas adjacentes desde que contém 73 espécies de mamíferos não-voadores em comum com o bioma Amazônico e de Mata Atlântica, isto é, duas vezes mais que os subsistemas cerradão, cerrado e campos (JOHNSON et al., 1998).

A exploração da região do Cerrado tem conduzido à perda e fragmentação do hábitat natural, isto é, a área de vegetação contínua deste bioma foi tanto reduzida e isolada como dividida em fragmentos pelas atividades antrópicas tais como estradas, cidades, áreas de cultivo, entre outras (PRIMACK, 2001) diminuindo assim o fluxo de animais, pólen e ou sementes (VIANA, 1990; FRISOM, 2006). Os efeitos da perda e a fragmentação do hábitat natural representam o estágio inicial de uma ampla modificação da paisagem natural terrestre que influencia as populações de organismos. Esta influência pode ser entendida a partir da teoria da biogeografia das ilhas, isto é, a composição das espécies é influenciada pela área e isolamento, sendo que o continente (fragmento maior) serve como fonte de espécies (MACARTHUR & WILSON, 1967). Por outro lado, a persistência das populações de organismos na paisagem vai depender de uma rede de fragmentos, na qual opera uma dinâmica de extinções e colonizações locais influenciada pela área do fragmento, qualidade do habitat e isolamento funcional dos fragmentos (MOILANEN & HANSKI, 2001; HANSKI & OVASKAINEN, 2003). Ainda, a perda e a fragmentação do habitat propiciam uma alteração das interações entre espécies, colapso da biomassa, invasão de espécies exóticas, intensificação do uso do solo na matriz circundante, caça e coleta nos fragmentos florestais remanescentes (BIERREGAARD et al., 2001; TABARELLI, 2005). No Cerrado, esta situação tem ameaçado a existência de algumas espécies da fauna tais como tamanduá-bandeira

(*Myrmecophaga tridactyla*), onça-pintada (*Panthera onca*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), cervo-do-pantanal (*Blatocerus dichotomus*), cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*), jaguatirica (*Leopardo pardalis mitis*), gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*), gato-maracajá (*Leopardus wiedii*), gato-palheiro (*Oncifelis colocolo*), tatu-canastra (*Priontes maximus*), tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*) e da flora como a arnica (*Lychnophora ericoides*), aroeira-do-sertão (*Astronium urundeuva*), Gonçalves-Alves (*Astronium fraxinifolium*), brauma-preta (*Melanoxylon braunia*) (BRASIL, 2007), assim como tem provocado uma alteração na distribuição e estrutura das comunidades de organismos, por exemplo, das aves (VALLE, 2006) na bacia do ribeirão João Leite, Goiás. Esta situação é resultado, em parte, da limitação do potencial de dispersão e colonização dos fragmentos remanescentes, pois muitas espécies, principalmente insetos, pássaros, e mamíferos, não conseguem atravessar trechos de ambiente aberto por causa do perigo de predação (LOVEJOY et al., 1986; BIERREGARD et al., 1994) podendo utilizar, se houver, um corredor, isto é, uma faixa estreita e contínua de habitat que liga dois fragmentos não contíguos (TISCHENDORF & FAHRIG, 2000). No caso da plantas, o efeito da fragmentação está relacionado com o aumento de temperatura e níveis de luz, penetração do vento, quedas de árvores e diminuição da umidade (HARRISON & BRUNA, 1999), provocando no fragmento a eliminação de espécies florestais tolerantes à sombra e promovendo alterações substanciais nas suas bordas, com o crescimento das espécies pioneiras (PRIMACK, 2001), podendo esta situação ser aplicada à vegetação do Cerrado

Um dos meios utilizados pelos órgãos governamentais brasileiros na conservação dos ambientes originais foi e é a instituição das denominadas Unidades de Conservação (UC) (BRASIL, 2002). O estado de Goiás abriga 80 UC's de proteção integral e de uso sustentável, das quais 70% possuem menos de mil hectares (GEOGOIÁS, 2002). Entretanto, em algumas destas unidades a cobertura vegetal é fragmentada, como é o caso da Área de Proteção Ambiental (APA) da bacia do ribeirão João Leite, a qual foi estabelecida pelo Decreto Nº 5.704, de 27 de dezembro de 2002, e onde o maior fragmento é constituído pelo Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco (4.123 ha) (SEMARH, 2007).

Por outro lado, estas UC's assim como os fragmentos nelas presentes não apresentam um tamanho de área padronizado e nem um formato geométrico definido. De maneira geral, fragmentos pequenos abrigam menos espécies que os maiores em decorrência da combinação entre a extinção local de espécies e o aumento na abundância de espécies (BROWN & HUTCHINGS, 1997; TOCHER et al., 1997; TABARELLI et al., 2004). Por outro lado, o tamanho e a forma do fragmento de vegetação remanescente estão diretamente vinculados ao efeito de borda, isto é, quanto menor e mais alongado for o fragmento maior será o efeito de borda. Este último aumenta a possibilidade de destruição da vegetação remanescente via amplificação da vulnerabilidade dos fragmentos à invasão por parte de espécies exóticas e diminuição da biodiversidade original localizada no centro do fragmento, além de colocar as populações da flora e fauna em contato com plantas e animais domésticos, o que aumenta a probabilidade de veicular doenças das espécies silvestres para as domésticas ou vice versa e até mesmo para as pessoas (PRIMACK, 2001). Ainda, é necessário considerar que em se tratando de fragmentos apenas a proteção contra as perturbações antrópicas não é suficiente tendo em vista que estes não são auto-sustentáveis, ou seja, dependem de um manejo ativo para conservar as populações de organismos presentes (VIANA, 1995; NASCIMENTO, 2006).

Falcy (2006) indica que a forma arredondada de um fragmento pode ser mais eficiente no favorecimento do aumento populacional dos organismos e que em decorrência disto a revegetação das bordas de um fragmento objetivando atingir a forma arredondada seria melhor que a revegetação de corredores ligando os fragmentos. Por outro lado, a eficiência dos corredores depende da forma, dimensão, conectividade e heterogeneidade do habitat dos fragmentos e da matriz de vegetação remanescente (COLLINGE, 2000).

Assim, este estudo tem como objetivo caracterizar os fragmentos de vegetação remanescentes na bacia do ribeirão João Leite, Goiás, região Centro-Oeste considerando os aspectos de tamanho, formato, relação com áreas antropizadas, assim como determinar a possível existência de ligações (corredores) entre estes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A bacia do ribeirão João Leite compreende parte dos municípios de Goiânia, Anápolis, Terezópolis, Goianápolis, Nerópolis, Ouro Verde, Campo Limpo e o distrito de Goialândia 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 sub-bacias principais do Rio Meia Ponte, alto do rio Paraná em Goiás (Figura 1).

A ocupação desta bacia está ligada a construção das cidades de Anápolis e Goiânia, sendo que com a chegada da estrada de ferro (1935 em Anápolis e 1950 em Goiânia) e posterior construção da cidade de Brasília, as cidades de Anápolis e Goiânia vieram constituir um dos pólos econômicos importantes na região Centro-Oeste. Os outros municípios, exceto Nerópolis, foram criados após a década de 1950: Goianápolis em 1958, Ouro Verde em 1963, Terezópolis em 1992 e Campo Limpo em 1997. A expansão do uso do solo pela pecuária e agricultura, abertura de estradas e ferrovias (trecho da ferrovia Norte-Sul), divisão do território em pequenas e médias propriedades, localização entre duas cidades densamente povoadas do estado de Goiás (Goiânia 1.201 habitantes/km² e Anápolis 313,4 habitantes/km²; (IBGE, 2006), e mais recentemente a construção de um reservatório para abastecimento de água da cidade de Goiânia e entorno (Figura 1), facilitaram a fragmentação do espaço, de maneira que atualmente a biota nativa se encontra inserida numa matriz de agroecossistemas (CAVALCANTI, 2000). A única unidade de conservação de proteção integral localizada na APA da bacia do ribeirão João Leite é o Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco (PEAMP) formado por 4.123 ha (SEMARH, 2007), mas dividido em duas áreas por um trecho da BR-163.

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

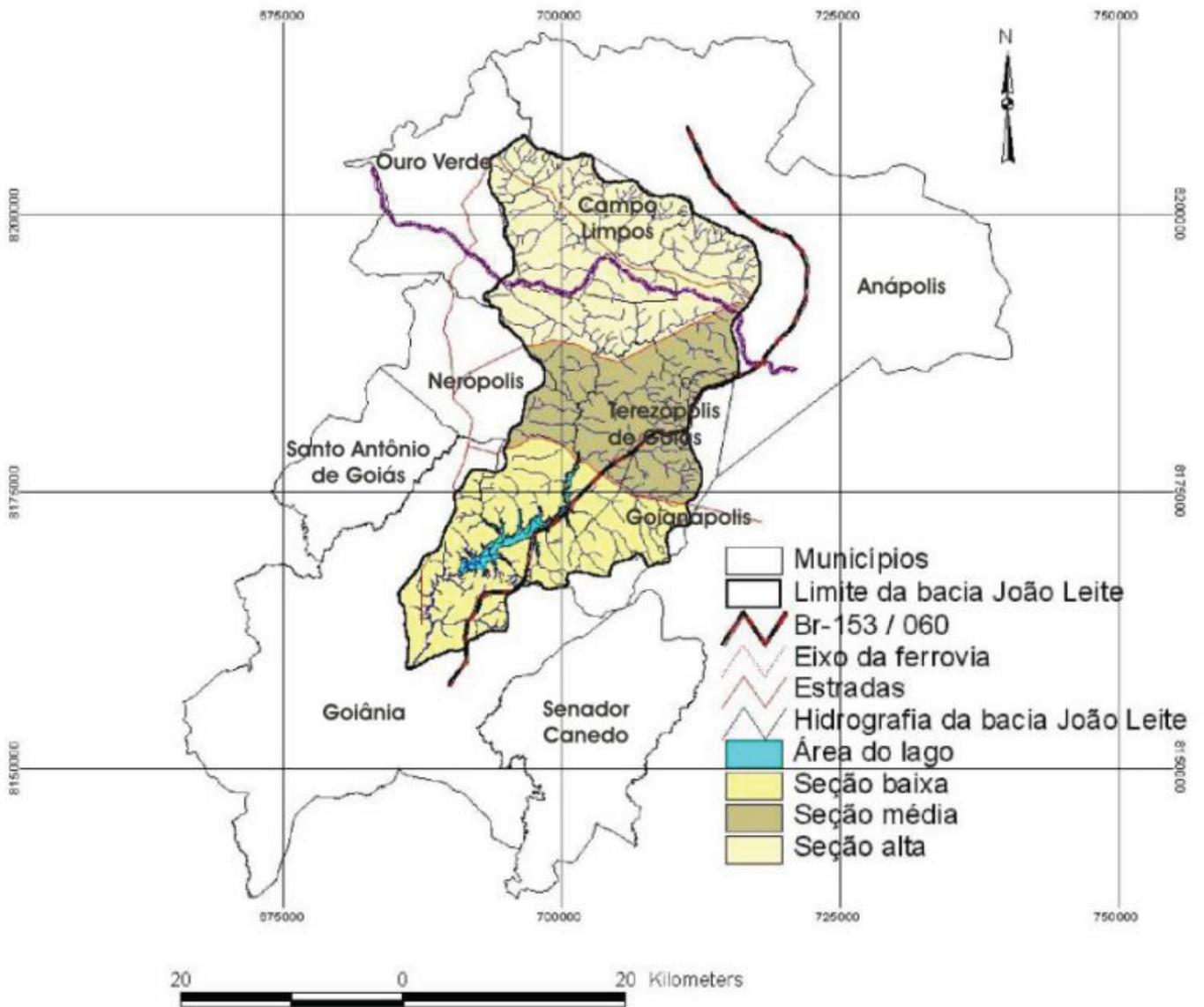


Figura 1 – Delimitação da bacia do ribeirão João Leite, Goiás, Brasil Central.

2.2. Mapeamento das áreas de cobertura de vegetação nativa

Para o mapeamento das áreas de cobertura vegetal foi utilizado o programa ESRI, Arcview 3.2. As imagens utilizadas foram da câmara CCD de alta resolução espacial (20 metros), CIBERS 2, das bandas 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 3.5 com o sistema de classificação supervisionada e o método de interpolação de Mahalanobis Distance. Para as aferições das informações obtidas da classificação da imagem, foram utilizado o Sistema Global de Posicionamento - GPS, modelo Garmin -GPS12.

O processamento, através das Composições coloridas (RGB) 3, 4 e 5, permitiu identificar oito classes de tamanho dos fragmentos de cobertura vegetal (F):

- a) $0,0 \geq F \leq 0,1$ ha;
- b) $0,1 > F \leq 1,0$ ha;
- c) $1,0 > F \leq 5,0$ ha;
- d) $5,0 > F \leq 10$ ha;
- e) $10 > F \leq 50$ ha;
- f) $50 > F \leq 100$ ha;
- g) $100 > F \leq 1000$ ha;
- h) $F > 1000$ ha.

2.3. Índice de circularidade dos fragmentos vegetais nativos

O Índice de Circularidade foi proposto por Miller em 1953 (BIERREGARD Jr, 1974) e é utilizado para determinar a forma de um fragmento. Este é calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$IC = 12,57 * A/P^2$$

Onde:

IC = Índice de Circularidade < 1;

A = área do Fragmento;

P = Perímetro do Fragmento.

A partir dos resultados encontrados, o fragmento foi classificado como perfeitamente circular ($IC = 1$) ou alongado ($IC = 0$) conforme demonstrado abaixo (considerando $IC = 1$):

$$IC = A1/A2 = 1$$

Onde: $A1$ = área do fragmento;

$A2$ = área determinada pelo perímetro $P1$, correspondente a área do círculo da mesma área:

Onde:

$$A1 = \pi.R1^2; \text{ e } P1 = 2\pi.R1, \text{ considerando } P1 = P2;$$

$$P2 = 2\pi.R2$$

$$R2 = P1/2\pi$$

$$A2 = \pi.R2^2;$$

$$A2 = \pi.P1^2/4\pi^2;$$

$$4\pi = 12,57$$

Assim temos:

$$IC = A1/A2 = 1 = 12,57 * A1/P1^2$$

Onde:

$A1$ = área do fragmento;

$A2$ = área do círculo correspondente ao perímetro do fragmento;

$P1$ = perímetro do fragmento = perímetro do círculo correspondente;

$R2$ = raio do círculo correspondente ao fragmento.

2.4. Índice Normalizado de Vegetação Remanescente (NRVI)

A utilização de imagens de resolução moderada como as imagens índices de vegetação do sensor MODIS, lançados nas plataformas Terra e Aqua, são distribuídos gratuitamente na forma de diferentes produtos nas quais destacam-se os índices de vegetação que incluem o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) e o índice Enhanced Vegetation Index (EVI) (HUETE et al., 2002; SILVA, 2005).

O Índice normalizado de vegetação remanescente (Normalized Remaining Vegetation Index - NRVI) é um indicador da paisagem que determina a relação entre

uso da terra e as áreas remanescentes, neste caso de Cerrado, numa dada região (BONNET, 2006). O NRVI é linearmente correlacionado e diretamente proporcional ao percentual de cobertura vegetal de uma determinada área, a qual pode variar entre -1 e 1 (NRVI = 1 indica 100% de vegetação remanescente; NRVI = -1 equivale a 100% de área antropizada), sendo calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{NRVI} = \frac{\text{área remanescente} - \text{área antropizada}}{\text{área remanescente} + \text{área antropizada}}$$

Para o levantamento foram associadas a segmentação de imagem cbers 2 ao índice normalizado de vegetação remanescente (NRVI), que associada a classificação supervisionada dos fragmentos, e o cálculo de sua área, podemos determinar a área antropizada de cada seção, similarmente utilizado por Barlow et al (2003) que associou a segmentação obtida de imagem do Landsat ao índice normalizado do vegetação.

A estimativa das áreas de preservação permanente (mata ciliar) foi determinada através de um buffer criado para cada uma das seções delimitadas neste estudo. Foi considerado apenas a mata ciliar com 30 metros de largura ao longo de cada margem desde que este valor corresponde às exigências do Código florestal (BRASIL, 1965) para cursos de água cuja largura da calha e < 10 m, como é o caso da maioria de afluentes na sub-bacia do ribeirão João Leite. Não foi levado em conta as recomendações do referido código referentes a áreas com uma inclinação superior a 45°, encostas de montanhas, reservatórios ou áreas de cota acima de 1800 metros.

3. Resultados e Discussão

3.1. Fragmentos de Vegetação

O processamento das imagens permitiu identificar 2.565 fragmentos na bacia do ribeirão João Leite distribuídos em oito classes, totalizando 29,75% de vegetação remanescente e 70,25% de área antropizada referente a uma superfície de 77.198,16 ha (Figura 2). Esta última difere da área da APA da bacia do ribeirão João Leite que é de 72.128 ha (GOIÁS, 2003) porque esta, a diferença deste estudo, não inclui a área compreendida entre a barragem do reservatório de abastecimento de água e a confluência com o rio Meia Ponte. A elevada percentagem de área

antropizada observada é resultante principalmente da presença de pequenas propriedades (< 50 ha), cuja atividade principal é a agropecuária, centros urbanos e estradas. A influência da agropecuária é um dos principais fatores que influenciam na modificação da paisagem e conseqüentemente na fragmentação do hábitat tanto no Cerrado (KLINK & MOREIRA, 2002; MORAIS, 2006), como em outros biomas tropicais (MARGULIS, 2003). Entretanto, o monitoramento sistemático do bioma Cerrado é quase inexistente tanto por questões políticas, a fim de não prejudicar a produção agropecuária a Constituição promulgada em 1998 não considerou como patrimônio ambiental este bioma apesar de ser o segundo em tamanho, apresentar elevada biodiversidade, incluir as nascentes das principais bacias brasileiras, e questões técnicas, visto que há poucos centros de pesquisa na área de geoprocessamento aliada à pouca quantidade de profissionais que trabalham na área (FERREIRA, 2007), a diferença do amazônico que é acompanhado pelo INPE e o SIPAM para o bioma amazônico (SHIMABOKURO et al., 2000; FERREIRA et al., 2007). Por outro lado, este resultado reflete a situação de transformação da paisagem do Cerrado como um todo devido à atividade agropecuária que varia entre 39% (SANO et al., 2006) e 55% (MACHADO et al., 2004). Entretanto, é necessário destacar nos resultados encontrados a dificuldade inerente à diferenciação de fitofisionomias de cerrado e culturas, principalmente no que se refere à forte mistura espectral presente entre diferentes tipos de culturas e as fitofisionomias campo limpo e campo sujo, assim como entre as pastagens naturais e exóticas (SANO et al., 2006; FERREIRA 2007).

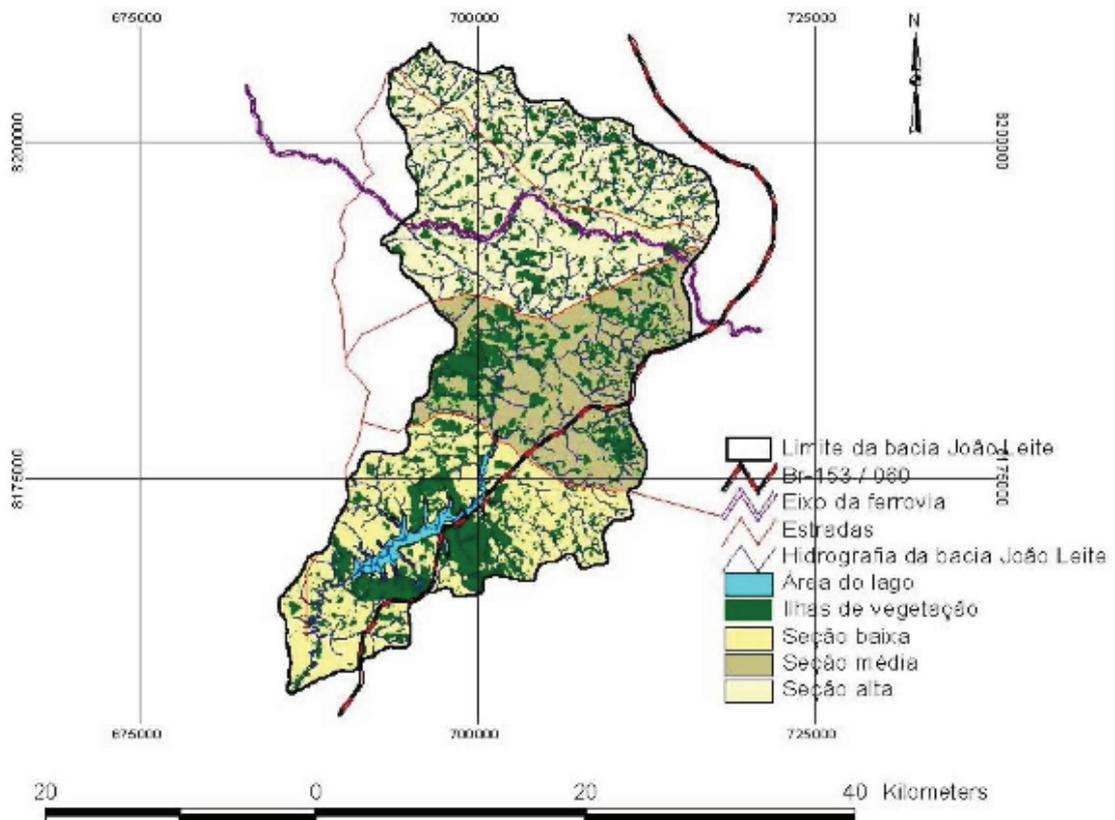


Figura 2 – Fragmentos de vegetação presentes na área da sub-bacia do ribeirão João Leite. As manchas maiores na seção baixa da sub-bacia correspondem ao Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco.

Quando consideradas as seções, a análise dos fragmentos indica existir diferenças entre as mesmas. Na seção alta foram contabilizados 1178 fragmentos, número este maior que na seção média e baixa (583 e 844 fragmentos, respectivamente), com predominância em todas as seções de fragmentos ≤ 5 ha (Tabela I) indicando um alto grau de áreas desmatadas (30,99% na seção alta, 17,69% na média, 21,57% na baixa), em relação aos 77.198,16 ha de superfície da bacia do ribeirão João Leite (Tabela II). Entretanto, na seção média se destaca um fragmento > 1000 ha que corresponde à Fazenda Santa Branca, enquanto que na seção baixa está presente a unidade de conservação do PEAMP de 4.123 ha (Tabela I).

O percentual de fragmentos $\leq 5,0$ ha foi de 2,44% da área da seção alta totalizando 987 fragmentos, enquanto que na seção média foi de 1,28% e 475 fragmentos e na seção baixa foi de 1,92% e 744 fragmentos. Estes resultados sugerem uma região extremamente modificada pelas atividades antrópicas relacionadas ao uso do solo. Isto pode resultar na compactação do solo usado em pastagens, comprometimento do abastecimento dos lençóis subterrâneos, potencialização do carreamento de sedimentos para o leito dos cursos de água provocando o assoreamento e erosão, aumento de vazão nos períodos de chuva e diminuição no período das secas, devido a falta de retenção de água pela cobertura vegetal e redução da diversidade de espécies da fauna e flora. Neste último caso os fragmentos maiores observados na região média e baixa, Fazenda Santa Branca e PEAMP respectivamente, constituem uma maneira de minimizar a redução de espécies decorrentes da fragmentação.

Tabela I - Número de fragmentos de vegetação na sub-bacia do ribeirão João Leite por classe e seção.

Classe	Seção			Total
	Alta	Média	Baixa	
0,0> F≤0,1 ha	294	166	203	663
0,1> F≤1,0 ha	466	230	394	1090
1,0 >F≤ 5,0 ha	227	79	147	453
5,0 >F≤ 10,0 ha	70	26	41	137
10,0> F≤ 50,0 ha	90	32	40	162
50,0> F≤100 ha	15	03	11	29
100,0> F≤ 1000,0 ha	16	06	05	27
F > 1000,0 ha	-	01	03	04
Total	1.178	543	844	2565

Tabela II - Área total dos fragmentos e percentagem da área total e sub-bacia. A área do futuro reservatório é indicada.

Item		Área total (ha)	Área antropizada		Área dos fragmentos	
			ha	%	ha	%
Seção	Alta	31.438,39	23.926,48	30,99	7.511,91	9,73
	Média	20.181,45	13.655,35	17,69	6.526,10	8,45
	Baixa	25.578,32	16.646,79	21,57	8.931,53	11,57
Sub-bacia		77.198,16	54.228,62	70,25	22.969,54	29,75
Reservatório		1.532,14			808,76	3,52

Os fragmentos > 5,0 ha (Tabela III), verifica-se que num total de 191 fragmentos, 122 fragmentos ou 63,87% na seção alta estão conectados com os corpos d'água, na seção média do total de 68 fragmentos, 45 fragmentos ou 66,17% e na seção baixa do total de 100 fragmentos, 62 fragmentos ou 62,00%, respectivamente, ou seja do total de 359 fragmentos, 229 ou 63,79% estão conectados ao corpo hídrico formando as matas ciliares ou de galeria e 130 fragmentos ou 36,21% não se conectam com o corpo hídrico e estão localizadas em áreas secas, comprometendo o habitat de alguns animais que teriam que deslocar para a sua dessedentação, passando por áreas antropizadas. Para a proposição de manejo, quanto maior o número de coleções de águas existentes no fragmento, maiores devem ser os cuidados para protegê-los (Borges, 2004), favorecendo a formação de corredores naturais unindo os fragmentos.

Nos fragmentos maiores de 10 hectares permite observar que a sua continuidade na bacia do ribeirão João Leite, acompanha principalmente os leitos dos córregos compondo a mata ciliar.

Tabela III - distribuição de fragmentos > 5,0 ha em contato com os corpos hídricos ou isolado em ambiente seco .

Seção	Alta		Média		Baixa		Total
	Seco	C/Água	Seco	C/Água	Seco	c/Água	
5< F<10 ha	30	40	14	12	25	16	137
10<F<50 ha	34	56	09	23	10	30	162
50<F<100 ha	04	11	-	03	02	09	029
100<F<1000 ha	01	15	-	06	01	04	024
F> 1000 ha	-	-	-	01	-	03	04
Total	69	122	23	45	38	62	359

Estudos sugerem que nos fragmentos menores que 100 ha e imersos em matrizes dominadas por atividades antrópicas, as extinções associadas à perda de habitats podem erodir, drasticamente, a biodiversidade (GASCON et al.,2000; TABARELLI,2005).

A fragmentação e remanescentes florestais com área de 25 a 50 hectares, predominam amplamente na paisagem do cerrado goiano, tendo sido quantificados em 2.080, enquanto fragmentos com 10.000 hectares ou mais são apenas 292 (ANTUNES,2004;BONNET,2006)

Os fragmentos do mapa (figura 3), mostra a distribuição dos fragmentos nas diversas seções da bacia, conforme representada apenas as classes de fragmentos acima de 5(cinco) ha , os fragmentos inferior a 5 hectares tendem a sofrer uma influência grande do efeito de borda e as consequências mais importantes são o aumento nos níveis de luz, temperatura, umidade, vento (KAPOS, 1989; BIERREGAARD et al, 1992; Rodrigues,1998; PRIMACK,2001). Estes efeitos de borda são evidentes desde 500 metros e frequentemente nos primeiros 35 m, (RODRIGUES,1998: PRIMACK 2001).

A sustentabilidade do cerrado estão ligados diretamente na preservação dos remanescentes florestais correlacionados ao conhecimentos tradicionais dos valores nutricionais e fitoterápicos de plantas e animais , aplicando os conhecimentos técnicos na melhoria da produtividade sem aumentar as áreas antropizadas ou atender a legislação em vigor para que se tenha o mínimo do bioma remanescentes de cerrado.

Quanto menor é o fragmento, pode-se observar que a sua distribuição é esparsa dentro da bacia nas seções.

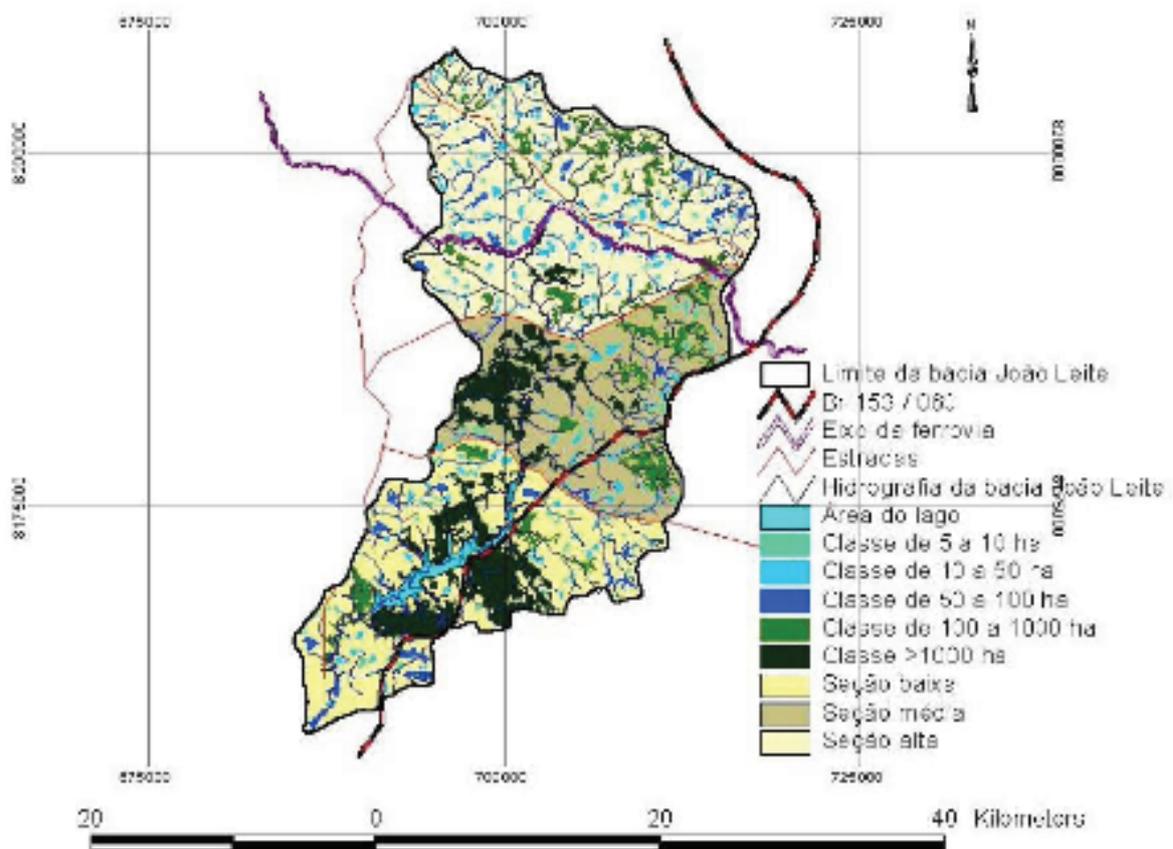


Figura 03 – Classificação dos fragmentos de vegetação presentes na área da sub-bacia do ribeirão João Leite. Só os fragmentos > 5 ha foram plotados.

A análise das áreas por classe de fragmentos e sua percentagem (Tabela IV), demonstra que a soma dos percentuais dos fragmentos menor que 5 (cinco) hectares, representa menos de 1,97% da área total da bacia no entanto corresponde a 2.209 fragmentos do total de 2.565 fragmentos ou 86% do número de fragmentos encontrados na bacia do ribeirão João Leite (Tabela I) e as outras classes de maior superfície representa 359 ou 14% dos fragmentos .

Nas classes correspondendo os 14% dos fragmentos entre 5,0 e 10,0 ha, temos uma área média variando de 6,9 a 7,8 ha; entre 10,0 e 50,0 ha, a área média variando de 20,9 a 22,1 ha; entre 50,0 e 100,0 ha, a área média variando de 64,0 a 71,3 ha e nas classes de 100,0 a 1.000,0 ha a variação foi de 209,0 ha na seção alta, 355,62 ha, na seção média e 213,7 ha na seção baixa, sempre mais próximos do limiar inferior na distribuição de classes.

Este número de pequenos fragmentos denota a grande compartimentação ocorrida pela intensa atividade antrópica considerando o tempo decorrido de ocupação da bacia e fragmentos desta dimensão tem grande influência do efeito de borda, dificilmente suportam populações de animais de grande porte ou animais que necessitam de grandes territórios, como por exemplo: o Lobo Guará (*Chrysocyon brachyurus*) e Onça pintada (*Panthera onca*) .

O efeito do tempo de isolamento dos fragmentos são caracterizadas pela perda da variabilidade genética em algumas espécies de animais, no entanto estes pequenos fragmentos naturais podem abrigar espécies endêmicas que ficaram que isoladas e servir de ponto de parada ou alimentação de animais para outros fragmentos maiores e contribuindo para o fluxo de genes entre populações, bem como representar heterogeneidade espacial da flora original da região.

Apesar dos estudos de fragmentação envolver a análise do uso e cobertura do solo, histórico de perturbação, quantificação pelo tamanho, área nuclear, perímetro, forma, proximidade, dispersão e justaposição dos fragmentos, a maioria dos trabalhos limitam a área de estudo a um único ou a poucos fragmentos, pois para obtenção destes parâmetros exige que cada fragmento seja digitalizado individualmente (MESQUITA Jr,1998;ROY & TOMAR,2000; SCHNEIDER,2001; SARTORI NETO,1999; MARTINS, 1999 FRUTUOSO,1999; TOPPA,1999; VALENTE,2001; FERREIRA,2001; ANDAHUR,2001; CUNHA et al.,2007).

Tabela IV- Área total por Classe de fragmentos e percentual total de cada fragmento

Classes	Alta	Média	Baixa	Total	%
0,0 >F ≤ 0,1 ha.	16,17	8,24	10,78	35,19	0,05
0,>F ≤ 1,0 ha.	196,65	83,00	133,46	413,11	0,54
1,0> F ≤ 5,0 ha.	553,00	166,49	348,00	1.067,49	1,38
5,0> F ≤ 10,0 ha.	490,11	203,04	282,95	976,10	1,26
10,> F ≤ 50,0 ha.	1.931,89	667,52	882,96	3.482,37	4,51
50,0 >F ≤ 100,0 ha.	979,06	192,00	783,96	1.955,02	2,53
100,> F ≤ 1000,0 ha.	3.345,03	2.133,76	1.066,32	6.545,11	8,48
F > 1000,0 ha.	-	3.072,05	5.423,10	8.495,15	11,00
Sub-Total	7.511,91	6.526,10	8.931,53	22.969,54	29,75
Área Antropizada	23.926,48	13.655,35	16.646,79	54.228,62	70,25
TOTAL	31.438,39	20.181,45	25.578,32	77.198,16	100

3.2. Corredores ecológicos

Um corredor ecológico ou corredor de biodiversidade compreende, uma rede de parques, reservas, e outras áreas de uso menos intensivo, interligadas fisicamente, por florestas de galeria, que são gerenciadas de modo integrado para garantir a sobrevivência do maior número possível de espécies de uma região.

A biologia da conservação emerge como ciência voltada para estudos que possibilitem estabelecer conectividade entre fragmentos e nodos de biodiversidade, para constituir uma rede de fragmentos na paisagem que permita o fluxo genético e a preservação da diversidade (PÁDUA,2001.;LE BOURLEGAT,2003).

Os fragmentos interligados aos corpos hídricos e as matas ciliares ou de galeria na bacia do ribeirão João Leite, podem ser uma das possibilidades viáveis de conectividade através de corredores ecológicos para a movimentação de animais na manutenção da diversidade e possível repovoamento, principalmente na seção alta da bacia, onde se tem maiores números de fragmentos menores e auxiliando preservação da maioria das nascentes.

Vários estudos tem sido feito para a manutenção da biodiversidade, como por exemplo: criação de cinturões de vegetação para interconexão dos mosaicos como proposto por Carlson,(1985).

Segundo Jonhson,(1998), as matas de galeria com tem duas vezes mais espécies comuns ás mata úmidas que as outras fisionomias do cerrado. As matas de galeria parecem fornecer hábitat dentro do cerrado, assim podem funcionar como corredores de dispersão de espécies.

As florestas de galeria ao longo dos cursos d'água são habitats importantes para pequenos mamíferos e sapos associados á serrapilheira (LIMA & GASCON,1999, TABARELLI at al. 2004)). Trechos estreitos desse tipo de habitat (média de 160 m) apresentaram a mesma riqueza de espécies e composição taxonômica observada em florestas contínua, e esses corredores deveriam ter no mínimo entre 300 e 1000m, a fim de evitar a degradação contínua dessas áreas pelos efeitos de borda(TABARELLI,2005).

Os corredores naturais são geralmente mais conectados que os corredores criados pelo homem, e são estratégias essenciais para reter ou realçar conectividades e aumentar o número de indivíduos que poderão utilizar estes corredores que são naturais, entretanto não se pode generalizar sobre valores

biológicos (BEIER,1998), por exemplo pode ser importante para determinadas espécies, que não se pode estabelecer corredores sem conhecer se temos um número de espécies que serão potenciais usuários.

A integridade das matas ciliares é de crítica importância na prevenção e erosão dos solos e na manutenção da qualidade da água (JONHSON,1989; BENNETT,1990; BINFORD & BUCHENAU,1993; NAIMAN et al., 1993; COLLIGE,2000).

3.3. Índice de Circularidade

A análise do índice de circularidade (IC) mostra que o fragmento varia de ($0 < IC < 1$), quanto mais próximo do valor unitário o fragmento tende a assumir uma forma mais próxima de um círculo e quanto mais próximo do 0 (zero), o fragmento tende a ser mais alongado (Tabela V).

A média dos índices de circularidade verificada na bacia do ribeirão João Leite mostra que quanto menor é o fragmento, a tendência é de se aproximar a uma forma mais regular, no entanto para fragmentos menores que 5 (cinco) ha, tem uma grande influência de efeito de borda, diminuindo a possibilidade de ter a matriz original sem grandes alterações, uma vez que fragmentos com estas características são consideradas frágeis na capacidade de suporte e preservação da diversidade de espécies (SAUNDERS et al.,1991).

A importância da análise do índice de circularidade para o estudo da dinâmica e estrutura dos fragmentos florestais, evidencia-se na possibilidade de indicar o nível de proteção interior em relação aos efeitos de borda (NASCIMENTO,2006).

A presença de fragmentos como verificados na bacia do ribeirão João Leite (tabela VI) indicam que a maioria dos fragmentos $< 0,1$ hectares apresentam a média do índice de circularidade maiores que 0,7 aproximando de uma área circular $IC = 1$ ou quadrada, onde o $IC = 0,78$ por ter na sua composição de um a três pixels no máximo e para fragmentos $> 0,1$ hectares apresentam como resultado de análise o Índice de Circularidade variando de 0,5 a valor próximo de zero, mostra a tendência de se ter uma forma alongada, com grande influência de efeito de borda (KAGEYAMA et al,1998).

As classes de fragmentos entre 10 ha e 100ha na seção média mostra um índice de circularidade menor que as demais seções indicando uma forma mais alongada e na classe de 100 a 1000 ha o índice de circularidade foi maior que outras classes mostrando um fragmento mais homogêneo e o desvio padrão mostra a dispersão de valores do índice de circularidade entre a média calculada nas classes e seções.

De acordo com Harris, (1984); Collinge,(1996), os fragmentos em floresta que tem 11 ha e são circulares contém apenas um simples ponto com as mesmas condições de floresta remanescente, enquanto que na mesma forma , um fragmento de 80ha apenas 25% apresenta as condições da floresta remanescente e estão isoladas e quando temos um fragmento circular de 2850 ha temos 90% representando as condições interiores remanescentes .

Alguns estudos sugerem a densificação dos fragmentos para diminuição do efeito de borda, possibilitando o aumento de populações já estabelecidas, mesmo que os corredores biológicos possam mitigar os efeitos potenciais da depressão por endogamia em uma escala a longo prazo(FALCY,2006), entretanto no caso da bacia do ribeirão João Leite, verifica-se que os fragmentos são bastante antigos a não ser o impacto da fragmentação com o enchimento do reservatório e a ferrovia norte – sul, no entanto serão importantes o monitoramento faunísticos antes e depois por um longo prazo as mudanças que possam ocorrer.

Tabela V - Valores da média aritmética (M) do Índice de Circularidade (IC) e desvio padrão (DP), por classe de fragmento e seção.

Classe	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

3.4. Índice normalizado de vegetação remanescente

O índice de vegetação maximizam o monitoramento da cobertura da terra, em escala global com resoluções espaciais e temporais mais acuradas possíveis dentro das características do instrumento e das propriedades físicas imageadas (HUETE et al,1988.;OLIVEIRA Jr,2005).

O índice normalizado de vegetação remanescente (NRVI), pode ser um parâmetro importante como indicador do estado de conservação em que se encontra uma bacia ou parte desta, aplicável desde em propriedades, municípios, a bacias hidrográficas.

Considerando que a maior proporção das APPs está associada à proteção marginal de 30 metros dos cursos d'água, a área calculada foi de aproximadamente 6% da área total de cada seção. (tabela VI),

A reserva legal foi determinada calculando 20% da área total de cada seção de acordo com a legislação vigente para a região e a estimativa de área necessária foi obtida através da soma das APPS e reserva legal.

A área mínima necessária foi determinada considerando 26% da área total de cada seção, resultando um saldo de áreas de acordo com cada seção.

Por ser bastante significativo o PEAMP com relação à cobertura vegetal remanescente na seção baixa, foram extraídos a área total do parque e as áreas de proteção marginal para se ter um parâmetro comparativo na seção baixa sem o Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco.

As áreas de pastagens, áreas utilizadas para cultivo agrícola e de outros usos, consistiu em áreas antropizadas para a determinação do NRVI para a bacia do ribeirão João Leite e foram compostas pela diferença entre a área total de cada seção e a área de vegetação classificadas como remanescentes.

Para este estudo foi calculado o NRVI nas três seções e a seção baixa sem o PEAMP, considerando as APPs em 6% e Reservas legais em 20% , obteve o valor de área remanescente mínima de 26%. Desta forma obteve o valor do **NRVI=(26-74)/100= 0,48.**

O NRVI da seção alta foi -0,522 e o saldo de áreas foi deficitário - 628,821 ha, na seção média o NRVI encontrado foi -0,353 e o saldo de áreas apresentado foi de 1.284,116 ha e na seção baixa o NRVI foi -0,302 com um saldo de área de 2.288,891 ha, entretanto, se desconsiderar a área do PEAMP o valor do NRVI

passou para -0,551 e o saldo de áreas se tornou negativo ou 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 superior de áreas remanescentes superior às exigidas pela legislação e 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 VI),

Após a estimativa do saldo de áreas deve-se ter um cadastro individual de cada propriedade e aplicar o NRVI para a constatação do cumprimento da lei e a estimativa de área a ser preservada ou reflorestada.

O índice NRVI pode ser aplicado para avaliação desde propriedades isoladas, quanto em municípios, bacias hidrográficas e outras áreas de interesse para quantificar o grau de antropização que se encontra um território, para que possa fazer um planejamento das áreas prioritárias de conservação, bem como o zoneamento agrícola de acordo com suas aptidões locais potenciais. Algumas modalidades de financiamento pelo mercado da proteção a áreas prioritárias de conservação sem direitos de propriedade legalmente estabelecidos é o TDR (transferência de direito de desenvolvimento), que sua aplicação se dá pela regularização da cobertura florestal legalmente requeridas em propriedades rurais, que são as reservas legais e as áreas de proteção permanentes exigidas por Lei. A flexibilização espacial de reservas legais ocorreram a partir do final da década de 1990, como: Reserva extra-propriedade que é um processo na qual permite ao proprietário de uma área rural com déficit de reserva legal, a aquisição através de averbação a área de excedente de cobertura vegetal de outra propriedade, de forma a completar com ambas o percentual legalmente requerido.

A servidão florestal é o procedimento na qual o proprietário da área recebe um pagamento e ambas partes são legalmente responsáveis por sua manutenção pelo período que determinarem.

A aplicação da TDR pode ser feita de forma bilateral ou através de uma bolsa para a negociação de direitos e responsabilidades sobre áreas de cobertura vegetal nativa, como papéis de mercado (BONNET,2006), por exemplo para a manutenção de unidades de conservação, territórios indígenas e outras áreas protegidas.

As áreas de reserva extra propriedades, devem ser preferencialmente aplicadas numa mesma bacia, para que não ocorram o privilégios de utilização apenas de locais onde os solos são mais férteis e propícios à agricultura diante da possibilidade de negociar reservas extra-propriedades em outras regiões fora da bacia, onde o solo é pobre e não tem as mesmas características da matriz original que foram desmatadas, como por exemplo, municípios cuja economia está sustentada na Monocultura de produção, destinada principalmente à exportação.

Tabela VI - Cálculo de APPs, Reserva Legal e NRVI

Seção	Áreas de Preservação Permanente	Reserva Legal 20%	Área Necessária	Área de Fragmentos existente	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

3.5. Outros Parâmetros Avaliados

Observou-se que a densidade de fragmentos na parte alta é 3,75/100 ha, enquanto na seção média é de 2,69/100 ha e na baixa é de 3,30/100 ha, demonstra neste caso que existe uma fragmentação maior nas seções alta e baixa e a área de maior fragmento na seção alta que é de 526,27 hectares, não se observa nenhum fragmento superior a 1000 (mil) ha, indicando uma maior fragilidade na conservação da biota (Tabela VII).

Enquanto que na parte média, apesar de ser apenas um fragmento >1000 hectares, estão em conexão 3.072,81 hectares num único fragmento (Fazenda Santa Branca e adjacências) e na seção baixa apesar do fragmento maior ser de 2.211,96 hectares, podemos contar com três fragmentos > 1000 hectares, no entanto elas estão compartimentadas pela barragem e pela BR 153/060.

A área média dos fragmentos encontradas foram de 6,38 hectares na seção alta, na seção média de 12,04 ha e na baixa de 11,32 ha, mostra também uma diferença bastante grande entre a seção alta e a seção média e baixa, indicando que com esta área média a biodiversidade se encontra em situações críticas e bastante erodidas (TABARELLI,2005).

Na área do reservatório a densidade de fragmentos foi de 5,2/100hectare e a área média dos fragmentos é de 9,9 hectares, entretanto estes índices não são tão significativos, comparados a área total de bacia, pois representa apenas 1,98% a área de inundação.

Ao reportar a figura 2, nos três maiores fragmentos da seção baixa pode-se observar que o fragmento na parte inferior da bacia após o enchimento, ficará entre o reservatório e a Br153/060 e o segundo maior fragmento esta isolado pela BR 153/060 com o primeiro e isolado com o terceiro com a BR 153 e o Reservatório, e o terceiro fragmento, estará isolado do primeiro e segundo pelo reservatório, tendo uma conectividade mais fácil com os fragmentos da seção média.

Após o enchimento do reservatório devido a pressão territorial alguns mamíferos, anfíbios e répteis poderão ter sua movimentação restrita devido a fragmentação do território, e estarão sujeitos a perdas de seu habitats, nas proximidades do reservatório.

Tabela VII - Parâmetros avaliados

Área Total da bacia	77.198,16 ha.
Área total de Fragmentos	22.969,54 ha.
Área do maior fragmento (Seção Alta)	526,27 ha.
Área do maior fragmento (Seção Média)	3.072,81 ha.
Área do maior fragmento (Seção Baixa)	2.211,96 ha.
Área média do fragmento (Seção Alta)	6,38 ha.
Área média do fragmento (Seção Média)	12,04 ha.
Área média do fragmento (Seção Baixa)	11,32 ha.
Densidade de fragmentos/100 hectare (Seção Alta)	3,76
Densidade de fragmentos/100 hectare (Seção média)	2,69
Densidade de fragmentos/100hectare (Seção Baixa)	3,21
Número de fragmentos	2.565
Porcentagem da área coberta pelo fragmento	29,75%
Porcentagem total de área antropizada	70,25%
Área do Parque Ecológico Altamiro Moura Pacheco	4.123 ha.
Área de inundação do reservatório	1.532,138ha.
Área de fragmentos no reservatório	808,76ha.
Número de fragmentos no reservatório	80

4. Conclusão e Recomendações Finais

Diante dos resultados do presente estudo foi possível concluir que a área da bacia do ribeirão João Leite é de aproximadamente 77.198,16 ha., dos quais 70,25% está antropizada por usos diversos, destacando a atividade agropecuária e 29,75% por fragmentos de vegetação remanescente, incluindo o Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco (PEAMP).

Os estudos das seções indicou que a área mais crítica da bacia é na seção alta onde estão grande partes das nascentes e estão mais fragmentados, na seção média observou que as nascentes estão próximas ou em contato com áreas urbanas e na seção baixa , apesar de ter a área de preservação do Parque Altamiro de Moura Pacheco, a BR 060/153 e o reservatório divide a área dos três maiores fragmentos.

Os fragmentos inferiores a 5 (cinco) ha totalizou 2.206 fragmentos correspondendo a 86% do número de fragmentos e ocupando apenas 1,96% da área da bacia,e o restante dos 359 fragmentos maiores que 5,0 (cinco) ha, 229 fragmentos estão conectados aos corpos hídricos compondo a mata ciliar e 130 fragmentos estão em área seca.

As possíveis conectividades entre as seções baixa, média e alta poderá ser a criação de corredores ecológicos, interligando através das matas ciliares ou adensando os fragmentos entre as áreas do (PEAMP) , a reserva da Fazenda Santa Branca e a seção alta da bacia.

O Índice de Circularidade dos fragmentos apresentou valores mais próximos do zero, demonstrando a predominância de formas mais alongadas, apenas os fragmentos menores que 0,1 ha, apresentou forma mais arredondada, entretanto, fragmentos menores que 5,0 ha. apresenta grande influência do efeito de borda.

O índice Normalizado de vegetação remanescente (NRVI), mostrou-se bastante eficiente na estimativa direta do nível de conservação ou antropização que se encontra a área de estudo, podendo correlacionar com outras variáveis de interesse tais como: verificar se atende as leis das APPs e Reserva Particular, quantificar as áreas necessárias para o reflorestamento.

Torna-se relevante estudos faunísticos e florísticos para caracterize melhor a biodiversidade remanescente dos fragmentos e da matriz para indicar os

possíveis pontos de vulnerabilidade, práticas de manejo e viabilizar a sustentabilidade ambiental do Decreto Estadual Nº 5.074 de 27 de dezembro de 2002, que dispõem sobre a criação da APA (Área de Proteção Ambiental) João Leite, abrangendo toda a bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F., 1998. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. EMBRAPA-CPAC, Planaltina , D.F, 464p.

BARBOSA, A. S., 1990. **Povoadores dos cerrados**. Ensaio de Biogeografia e Arqueologia sobre a ocupação pré-histórica inicial do planalto central brasileiro. (Tese) - National Museum of Natural History of Smithsonian Institution, Washington DC, Estados Unidos da América, Washington,860p.

BARLOW, J.; MARTIN, Y.; FRANKLIN, S. E. 2003 Detecting Translacional landslide scars using segmentation of Landsat ETM+ and Dem data in northern Cascade mountains, **Canadian journal of Remote Sensing** 29(4) p.510-517.

BEIER, P.; NOSS, R. F. 1998. Do habitat corridors provide connectivity?. **Conservation Biology**. 12(6) p. 1241-1252.

BIERREGAARD, R. JR. T. E., LOVEJOY, V., KAPO, A. A. S., CRISTOFOLETTI, R. W. A. 1974. **Geomorfologia**, ed. Edgard Blucher Ltda, 149 p.

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.

BORGES, L. F. R.; SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D. MELLO, J. M.; ACERBI Jr, F. W. FREITAS, G. D. 2004. Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem. **Cerne**, Lavras, 10(1), p22-38.

BRASIL. Lei N°4.771, de 15 de setembro de 1965-(D.O.U. de 16/09/65) **Código Florestal Brasileiro**. Brasília DF.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2002. Sistema nacional de unidades de conservação. Disponível em [http:// www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br) / acesso em jan.2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente,2007 Lista Nacional das espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção, Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/fauna/.acesso> em jan.2008.

COLLINGE,S.K.,1996. Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. **Landscape and Urban Planning**. 36 p. 59 -77.

CAVALCANTI,R.B.,2000. Modelagem e monitoramento de estrutura da avifauna em ambientes fragmentados: Exemplo do Cerrado. In: ALVES,M.A.S.; SILVA, J.M.C.;SLUYS,M.V.;BERGALHO,H.G. e ROCHA, C.F.D.(Org.). **A Ornitologia no Brasil: Pesquisa Atual e perspectivas**. Rio de Janeiro: UERJ, p.17-24.

CUNHA,F.H.; FERREIRA,A.A.;BRANDÃO,D. 2007. Composição e fragmentação do Cerrado em Goiás usando Sistema de Informação Geográfica (SIG). **Boletim Goiano de Geografia**, IESA-UFG, 27/2 p. 139-152.

FALCY,M.R.;ESTADES,C.F. Effectiveness of corridors relative to enlargement of habitat patches,2006. **Conservation Biology** 21(5) p 1341-1346.

FERREIRA,E.D.;FERREIRA,Jr.L.G.;FERREIRA,N.C.;ROCHA,G.F.;NEMAYER,M. 2007.Desmatamento no bioma Cerrado: uma análise temporal(2001-2005) com base nos dados MODIS-MOD13Q1. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis**. INPE. São José dos Campos ,SP. p.3877-3883

FRISOM,S.;PARANHOS FILHO,A.C.; CORRÊA,L.C.;CAVAZZANA,G.H.,2006 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.

GeoGoiás. **Estado Ambiental de Goiás**, 2002. disponível: <http://www.agenciaambiental.go.gov/geogoiás/>. Acesso em: Set.2005

GOIÁS. Decreto Nº 5.845, de 10 de outubro de 2003. Publicada no D.O. de 15-10-2003. **Dispõe sobre a localização, dimensão e limites da Área de Proteção Ambiental – APA João Leite**. Goiânia, GO.

GUIMARÃES, L.D.; SANTOS, S.O. 2006. Composição faunística do cerrado, biogeografia e implicações para conservação. In: GUIMARÃES, L.D.; SILVA, M.A.D.; ANACLETO, T.C. (Org.) **Natureza viva: Cerrado**. Goiânia, ed. UCG. p 47-91.

HARRISON, S.; BRUNA, E. 1999. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecography* 22 p. 225-232. Copenhagen.

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

JOHNSON, M.A.; SARAIVA, P.M.; COELHO, D. 1998. The role of gallery forests in the distribution of cerrado mammals. **Revista Brasileira de Biologia**. 59(3): p 421-427.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; SOUSA, L.M.I. 1998. Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. *Série Técnica IPEF*, 12(32) p.65-70.

KLINK, C. A.; MIRANDA, H. S.; GONZALES, M. I.; VICENTINI, K. R. F., 2001. **O Bioma Cerrado Site 3**, Brasília, D.F.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B., 2005. Conservation of cerrado. **Conservation Biology**-19(3):707-713.

LE BOURLEGAT, C.A. 2003. A Fragmentação da vegetação Natural e o Paradigma do desenvolvimento rural. In: Reginaldo Brito da Costa (Org.). **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região centro-oeste**, UCDB. 1-25.

HANSKI, I.; OVASKAINEN, O. 2003. Metapopulation theory for fragmented landscapes. **Theoretical Population Biology** 64(1) p. 119-127.

MACHADO, R. B.; RAMOS N. M. B.; PEREIRA, P. G. P.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. 2004. **Estimativas de perda da área do cerrado brasileiro**. Relatório Técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.

MACARTHUR,R.H.;WILSON,E.O. 1967. **The teory ofr island biogeography**. Princeton University press, Princeton,NJ.

MALHEIROS, R. 2004. **A rodovia e os corredores da fauna do cerrado**. Goiânia, Editora da UCG .

MANTOVANI, J. E.; PEREIRA, A. 1998. **Estimativas da integridade da cobertura vegetal do Cerrado/Pantanal através de dados TM/Landatsat**.

MARGULIS,S.2003.**Causas do desmatamento da amazônia brasileira**. Banco Mundial, Brasília.

MONTOVANI,J.E.; PEREIRA,A.1998. Estimativa da iintegridade da cobertura vegetal de cerrado através de dados TM/Landsat. In: IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,Santos.**INPE**. São José dos Campos SP.

MORAIS,R.P. ,2006. As transformações sócio econômicas e ambientais no Cerrado. In:GUIMARÃES,L.D.;SILVA, M.A.D.; ANACLETO,T.C. (org.) **Natureza Viva: Cerrado** ,Goiânia, ed.UCG, p.115-132.

MYERS,N.R.A.; Mittermeier,C.G.; MITTERMEIER,G.A.B.; FONSECA,E.;KENT,J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403:853-858.

NASCIMENTO,C.M.;SOARES,V.P.;RIBEIRO,C.A.A.S.;SILVA,E.,2006. 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.

OLIVEIRA Jr., H.J.;SHIMABUKURO,Y.E. 2005. Mapeamento da cobertura da terra dos estados de Goiás e Tocantins utilizando imagens do sensor MODIS. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia**.INPE, São José dos Campos, SP. p1641-1648.

PRIMACK, B. R.; RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da Conservação**, Londrina, ed. Planta,

RATTER,J.A.;RIBEIRO,J.F.;BRIDGEWATER,S.1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**-80 p223-230.

SAUNDERS,D.A.;HOBBS,R.J.MARGULES,L.R. 1991 Biological Consequences of ecosystem fragmentation: A review. **Conservation Biology**, 5(1), p.18-32.

SANO,E.E.;FERREIRA Jr.,L.G.;ASNER,,G.;STEINKE,E.2006. Spatial and temporal probabilities of obtaining Cloud-Free Landsat images over the Brazilian Tropical Savanna. **International Journal of Remote Sensing**.

SEMARH,2007.**Relatório Final- Inventário Faunístico- Parque Altamiro de Moura Pacheco e Parque dos Ipês**. Disponível : <http://www.semarh.goias.gov.br/PEAMP/> acesso ,em Jan./2008.

SILVA,E.T.J.B.;Ferreira Jr.,L.G;2005. Efeito da degradação da resolução radiométrica em imagens índices de vegetação MODIS e implicações para a detecção de mudanças na cobertura vegetal do bioma Cerrado.In: **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,Goiânia..** INPE, São José dos Campos,SP. p.3333-3340.

TABARELLI,M;SILVA,J.M.C.;GASCON,C. 2004. Forest fragmentation,synergisms and the impoverishment of neotropical forests.**Biodiversity and Conservation** 13 p.1419-1425.

TABARELLI,M.;GASCON, C. 2005 Lições da pesquisa sobre fragmentação:aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para conservação da biodiversidade. **Megadiversidade** 1(1):181-188.

TISCHENDORF, L. ,FAHRIG, L. 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. **OIKOS** 90(1): 7-19.

VALLE,N.C. 2006. **Estrutura da comunidade de aves em áreas de cerrado na sub-bacia do ribeirão João Leite,Goiás Brasil.** (Dissertação) Universidade Católica de Goiás. 33p.