

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MARCOS VINÍCIUS ALEXANDRE DA SILVA

ANÁLISE DA PAISAGEM DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO
METROPOLITANA DE GOIÂNIA

Goiânia – GO

2012

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS
DE TESES E
DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: Marcos Vinícius Alexandre da Silva

Título do trabalho: **ANÁLISE DA PAISAGEM DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA**

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento **SIM** **NÃO**¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Marcos Vinícius A. da Silva
Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 13 / 07 / 2017

¹Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente
- Submissão de artigo em revista científica
- Publicação como capítulo de livro
- Publicação da dissertação/tese em livro

²A assinatura deve ser escaneada.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MARCOS VINÍCIUS ALEXANDRE DA SILVA

ANÁLISE DA PAISAGEM DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO
METROPOLITANA DE GOIÂNIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia, para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Natureza e Produção do Espaço.

Linha de pesquisa: Dinâmica sócio-espacial: regional e ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Clementino Ferreira

Goiânia - GO

2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Marcos Vinícius Alexandre da

ANÁLISE DA PAISAGEM DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA
REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA. [manuscrito] / Marcos Vinícius
Alexandre da Silva. - 2012.

62 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Clementino Ferreira.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de
Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Cidade de Goiás, 2012.

Bibliografia.

Inclui siglas, mapas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista
de tabelas.

1. Bacias hidrográficas. 2. Região metropolitana. 3. Geotecnologia. 4.
Índice de fragmentação. I. Ferreira, Nilson Clementino, orient. II. Título.

CDU 55



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: NATUREZA E PRODUÇÃO DO ESPAÇO

**ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE JULGAMENTO DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE
Marcos Vinicius Alexandre da Silva**

Aos três dias do mês de outubro do ano de dois mil e doze (2012), a partir das 14:00 horas, no Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, teve lugar a sessão de julgamento da Dissertação de Mestrado de Marcos Vinicius Alexandre da Silva, intitulada: **“ANÁLISE DA PAISAGEM DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA”**. A Banca Examinadora foi composta, conforme Portaria n.º 056/2012 da Diretoria do IESA, pelos seguintes Professores Doutores: Prof. Dr. Nilson Clementino Ferreira (presidente), Prof. Dr. Nilton Ricetti Xavier de Nazareno (membro titular) e Prof. Dr. Noely Vicente Ribeiro (membro titular). Os examinadores arguiram na ordem citada, tendo o candidato respondido satisfatoriamente. Às 15:37 horas a Banca Examinadora passou a julgamento, em sessão secreta, tendo a candidato obtido os seguintes resultados:

Prof. Dr. Nilson Clementino Ferreira (Presidente) – Ass. [Assinatura]

Aprovado (X) Reprovado ()

Prof. Dr. Nilton Ricetti Xavier de Nazareno – Ass. [Assinatura]

Aprovado (X) Reprovado ()

Prof. Dr. Noely Vicente Ribeiro – Ass. [Assinatura]

Aprovado (X) Reprovado ()

Resultado final: Aprovada (X) Reprovada ()

Houve alteração no Título? Sim () Não (X)

Em caso afirmativo, especifique o novo título: _____

Outras observações: Serão acatadas todas as sugestões da banca.

Reaberta a Sessão Pública, o(a) Presidente da Banca Examinadora proclamou o resultado e encerrou a sessão, da qual foi lavrada a presente ata, que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora e pela Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Secretaria.....

DEDICATÓRIA

*Este trabalho é dedicado à Raíza Cavalcante Fonseca,
princesa, feita de puro amor, carinho e beleza,
minha principal razão de prosseguir.*

AGRADECIMENTOS

É com muita emoção que agradeço as psicoterapeutas Maria do Rosário e Marta Abud a ajuda e o carinho que me concederam por meio da Transpessoal. Foi extremamente essencial para a continuação da minha vida frente aos problemas que eu estava passando; serei eternamente grato a esses anjos.

Meu eterno agradecimento ao professor Nilson Ferreira pela orientação e ensinamentos desde a graduação, me guiando nas análises e na correção da escrita, tendo paciência ao longo dessa jornada.

Aos meus professores do CEFET/IFG Nilton, Fabio, Marina, Giovanni, Hostílio, pelos ensinamentos das geotecnologias.

Aos colegas da SEMARH e aos amigos Cássio e Rejane pelo estímulo e correção dos textos.

Aos meus pais e irmãos pelo incentivo durante o mestrado e a minha vó Carminha (*in Memoriam*) que sinto tanta saudade.

À Universidade Federal de Goiás, o meu agradecimento aos professores do IESA pelo conhecimento transmitido em sala e em campo e aos técnicos administrativos e bolsistas que sempre estiveram a disposição.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de pesquisa.

RESUMO

O conhecimento dos diferentes tipos de uso do solo propicia criar parâmetros para a promoção do planejamento urbano e ambiental e no reordenamento territorial, seja por município ou bacia hidrográfica, podendo ser realizada por meio de índices. O objetivo deste trabalho foi dimensionar a paisagem na Região Metropolitana de Goiânia – RMG, utilizando um índice de fragmentação de habitats naturais, que varia de mínima a forte fragmentação. O índice, que sofreu adaptações, foi utilizado para aferir as métricas da paisagem, onde inicialmente procedeu-se uma análise exploratória da cobertura do solo. Para tanto, foi realizado o mapeamento dos elementos que caracterizam a paisagem e das áreas de preservação permanente em relação à legislação vigente, por meio das imagens do satélite Resourcesat-1 e dos dados altimétricos. Na região verificou-se 81% de área urbana e 19% de área rural, sendo inversamente proporcional a quantidade de habitantes das áreas. Foram encontradas bacias hidrográficas de uso eminentemente urbano com até 73,65 % em área urbana e bacias com no máximo 41,18 % de área coberta pela vegetação nativa. A região que possui as bacias mais impactadas, tendo suas áreas de preservação permanente ocupadas majoritariamente pela agricultura, pecuária ou mancha urbana é a noroeste, justificada principalmente pelo processo de conurbação nos municípios de Goiânia, Trindade e Goianira. O uso do geoprocessamento e das análises estatísticas proporcionou a realização da configuração espacial do padrão de uso e ocupação do solo na Região Metropolitana de Goiânia, utilizando o índice de Steenmans e Pinborg. Por meio deste, verificou-se o grau de conectividade e fragmentação de áreas de vegetação nativa remanescente, retratando a paisagem da região. A categoria média fragmentação teve a maior representatividade com 39,12% de área na RMG, seguida pela pouco com 33,17%, mínima com 4,19%, moderada com 0,4% e forte com 0,03%. Além destes foi identificado polígonos sem vegetação nativa remanescente significativa, representando aproximadamente 23,09% do território.

Palavras-chave: bacias hidrográficas, região metropolitana, geotecnologia, índice de fragmentação.

ABSTRACT

The knowledge of different types of land use provides the creation of parameters for the promotion of urban and environmental planning and territorial reorganization, either by county or watershed, being able to be performed through indexes. The aim of this assignment was to scale the landscape in the Metropolitan Region of Goiânia - RMG, using an index of fragmentation of natural habitats, ranging from minimal to strong fragmentation. The index, which suffered adjustments, was used to assess the landscape metrics, which initially held up an exploratory analysis of soil cover. Therefore, the mapping of the elements that characterize the landscape and permanent preservation areas in relation to current legislation was performed, through the ResourceSat-1 satellite images and altimetry data. In the region, were verified 81% of urban area and 19% of rural area, being inversely proportional to the number of inhabitants of areas. Watersheds of eminently urban use were found with up to 73.65% in urban areas and with a maximum of 41.18% of the area covered by native vegetation. The region with the most impacted watersheds, and their permanent preservation areas occupied mostly by agriculture, livestock or urban area is the northwest, mainly due to the process of conurbation in the municipalities of Goiânia, Trindade and Goianira. The use of geoprocessing and statistical analyzes provided the realization of spatial configuration use pattern and land use in the metropolitan area of Goiânia, using the Steenmans and Pinborg index. Through this assignment, the degree of connectivity and fragmentation of native vegetation remaining was verified, portraying the landscape of the region. The category average fragmentation had the largest representation with 39.12% of the area at RMG, followed by little with 33.17%, minimal with 4.19%, moderate with 0,4% and strong with 0.03%. Besides these were identified polygons without significant remnant native vegetation, representing approximately 23.09% of the territory.

Keywords: watershed, metropolitan area, geotechnology, fragmentation index

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Mapa de localização da Região Metropolitana de Goiânia.....	16
Figura 02. Distribuição de drenagem interceptada por cobertura vegetal nativa.	17
Figura 03. Mapa de localização das áreas urbanas na RMG-2010.....	17
Figura 04 Áreas urbanas nas Bacias Hidrográficas	18
Figura 05 Procedimentos executados.	19
Figura 06. Mapa de uso e ocupação da terra - 2010.	21
Figura 07. Frequência das classes mapeadas na RMG - Ano base 2010.....	23
Figura 08. Distribuição das áreas urbanas nas bacias hidrográficas.....	23
Figura 09: Distribuição das classes agricultura, pastagem e área urbana dentro de áreas de preservação permanente nas bacias hidrográficas.....	25
Figura 10: Distribuição da vegetação nativa remanescente nas bacias hidrográficas.	26
Figura 11. Mapa da População da Região Metropolitana de Goiânia-2010.....	31
Figura 12. Gráfico da relação área x população.	32
Figura 13. Mapa de uso do solo - 2010.	33
Figura 14. Gráfico em porcentagem do uso do solo de cada município.	33
Figura 15. Exemplo do Índice de Fragmentação 74.....	38
Figura 16. Gráfico das categorias do índice.	40
Figura 17. Índice de fragmentação da paisagem.	41
Figura 18. Categorias do índice por municípios em porcentagem	42
Figura 19. Bairros de Goiânia.....	44
Figura 20. Área de agricultura e pastagem ao lado mancha urbana de Senador Canedo	45
Figura 21. Área de agricultura e pastagem ao redor da Barragem João Leite.....	45
Figura 22. Índice por Bacia Hidrográfica.....	46
Figura 23. Fragmentação da Paisagem Bacia 10 e 14	48
Figura 24. Distribuição das classes agricultura, pastagem e área urbana dentro de áreas de preservação permanente nas bacias hidrográficas	49
Figura 25. Índice de fragmentação nos parques da RMG	50
Figura 26. Índice de fragmentação com as estradas, parques e área urbana da RMG	51
Figura 27. Índice do PEAMP	52
Figura 28. Índice do Parque Serra da Areia.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Definições e limites das APP usadas neste estudo	20
Tabela 02. Uso do solo em hectares nos municípios da RMG	33
Tabela 03. Atributos dos elementos da paisagem	36
Tabela 04. Atributos dos elementos da paisagem da RMG.....	39
Tabela 05. Categoria do índice por municípios em hectares	41
Tabela 06. Estatística dos municípios.....	43
Tabela 07. Estatística do índice por bacias hidrográficas.....	47
Tabela 08. Estatística das bacias 10 e 14.....	48
Tabela 09. Estatística das classes da paisagem das bacias 10 e 14	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEMA	Agência Europeia do Meio Ambiente
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CLC	CORINE Land Cover
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LISS	Linear Imaging Self-Scanner
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada)
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PEAMB	Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco
PIB	Produto Interno Bruto
RMG	Região Metropolitana de Goiânia
SEMARH	Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás
SEPLAN	Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás
SIEG	Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UC	Unidade de Conservação

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	14
Capítulo 1 Avaliação da Ocupação e Uso do Terra nas Bacias Hidrográficas na Região Metropolitana de Goiânia/Go (2010)	17
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	22
3.1 Base de dados.....	22
3.2 Análise dos dados	23
4 Resultados e Discussões	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
CAPITULO 2 Análise da Paisagem na Região Metropolitana de Goiânia-GO- 2010	32
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 FATORES SOCIOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO.....	33
3 ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO	37
4 METODOLOGIA.....	40
4.1 Análise do índice de fragmentação	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
5.1 Municípios	43
5.1.1 Distribuição espacial do índice de fragmentação da paisagem.....	43
5.1.2 Análise estatística do índice por municípios	44
5.2 Bacias Hidrográficas.....	49
5.2.1 Distribuição espacial do índice por bacias	49
5.2.2 Análise estatística do índice por bacias hidrográficas.....	50
5.3 Parques.....	53
5.2.1 Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco - PEAMP	55
5.2.2 Parque Municipal Serra da Areia	57
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

APRESENTAÇÃO

A organização da sociedade em face a ocupação do território por meio da falta de moradia digna a todos e de uma visão gananciosa dos produtores rurais, promove a modificação do ambiente em que vivemos. Em todo o planeta, nos locais aonde vem ocorrendo intensa urbanização as transformações e impactos ambientais têm sido relevantes. Além da poluição da atmosfera, da água e do solo, ocorrem profundas alterações no ciclo hidrológico local, devido às alterações na cobertura do solo, tais como desmatamentos e impermeabilização das bacias hidrográficas, que favorecem o escoamento superficial.

A fragmentação dos habitats, por meio da supressão da vegetação nativa para atividades de agricultura e pecuária, assim como para expansão urbana e da infraestrutura coloca em risco a conservação da biodiversidade, visto que a falta de continuidade da vegetação, ocasiona a perda ou a diminuição da capacidade de suporte e perpetuação da flora e da fauna além de alterações no ciclo hidrológico.

Essas alterações afetam o desenvolvimento da sociedade, compromete as necessidades das gerações futuras e gera possíveis conflitos pela escassez dos recursos naturais. A população pode vir a privar de bens essenciais a vida, a exemplo da água, ou comprar alimentos com preços elevados, influenciados pela escassez de água, ou pela diminuição de áreas isentas de contaminação por defensivos agrícolas e/ou fertilizantes ou ainda pela falta de saneamento básico.

Uma das medidas iniciais a serem adotadas para um convívio harmônico entre o meio ambiente e o ser humano, é a realização do planejamento territorial, que pode fazer uso de ferramentas de gestão, ordenamento e monitoramento do uso da terra, com isso busca-se manter a qualidade ambiental e social.

Alguns indicadores ambientais podem ser obtidos com ajuda do sensoriamento remoto (imagens de satélite, fotografias aéreas, etc.) e trabalhos de campos. Ambas são ferramentas relevantes na criação de parâmetros para o planejamento territorial e avaliação da qualidade ambiental, seja observando valores já expressos em normativas ambientais ou nas novas proposições.

O uso das geotecnologias no planejamento e ordenamento territorial permite gerar, organizar e manipular diferentes formatos de dados (ex. qualitativos, quantitativos, matricial, vetorial, geoespaciais, etc.), sendo útil também na ecologia e na geoecologia das paisagens. O uso adequado dessa tecnologia proporciona a qualificação e a quantificação do ambiente, e ainda o monitoramento das atividades humanas.

Informações sobre as áreas de preservação permanentes - APPs, assim como dos demais elementos fisiográficos da paisagem, podem ser manuseados em ambiente de um Sistema de Informação Geográfica - SIG, consolidando informações geográficas, cujos produtos de saída podem ser relatórios, gráficos e mapas.

Para amenizar tais problemas tornou-se necessária a criação de regras envolvendo vários setores da sociedade. Na busca de soluções, são promovidas conferências globais e delas resultam os protocolos que detalham propostas de leis conjuntas.

O principal objetivo deste trabalho é analisar a qualidade da paisagem na Região Metropolitana de Goiânia - RMG, por meio do Índice de Fragmentação proposto por Steenmans e Pinborg (2000). A qualificação/quantificação da paisagem levará em conta a configuração espacial dos elementos que a caracterizam. Para tanto essa pesquisa será apresentada em duas partes.

A primeira parte “Capítulo 1 - Avaliação da Ocupação e Uso do Terra nas Bacias Hidrográficas na Região Metropolitana de Goiânia/GO (2010)” traz uma análise exploratória da RMG, apresentando o mapa de uso e ocupação da terra em cinco categorias. Com isto foi possível identificar os municípios e as bacias hidrográficas mais impactadas, em especial pelas ocupações irregulares nas APPs. Este capítulo foi

transformado em artigo científico e submetido para publicação no Boletim Goiano de Geografia.

Já a segunda parte “Capítulo 2 - Análise da Paisagem na Região Metropolitana de Goiânia-GO (2010)”, dimensiona a paisagem na RMG, sob a óptica da fragmentação de habitats naturais, utilizando um Índice de Fragmentação usado pela Agência Europeia de Meio Ambiente - AEMA com a finalidade de compreender a complexidade da paisagem.

PARTE I

Capítulo 1 Avaliação da Ocupação e Uso do Terra nas Bacias Hidrográficas na Região Metropolitana de Goiânia/Go (2010)

1 INTRODUÇÃO

A metropolização é o processo de grande adensamento populacional em áreas urbanas. É um fenômeno relativamente recente na história da urbanização no mundo. Ela teve início a partir da Revolução Industrial, na Inglaterra, no século XIX, onde houve a sua primeira identificação, seguida pela iniciativa mais antiga de instituir uma região metropolitana em torno da capital (FREITAS, 2009).

No Brasil, o surgimento de grandes aglomerações urbanas nas últimas décadas é caracterizado pelo processo de urbanização, iniciando assim a metropolização, que adquiriu maior relevância com a instituição das Regiões Metropolitanas, tendo as primeiras sido criadas em 1973, por meio da Lei Complementar Federal 14, de 08 de junho.

Em Goiás, a intensificação do processo de urbanização ocorreu com a construção da nova capital Goiânia, e posteriormente devido à proximidade com Brasília. Atualmente, Goiânia representa 21,48% dos habitantes do estado (IBGE, 2010).

Nascimento (2011) aponta em seus estudos um crescimento de 92,08% da mancha urbana da capital entre os anos de 1986 a 2010, favorecendo a criação da Região Metropolitana de Goiânia, que na configuração de 2010, representa 35,10% da população de todo estado de Goiás. Estas expansões acontecem em função do poder de atração que a capital do estado exerce, entre elas às ofertas de serviços e possibilidades de trabalho, tanto no setor formal quanto no informal (MOYSÉS, 2005).

As regiões metropolitanas têm como objetivo o planejamento integrado de seu desenvolvimento urbano que é elaborado por representantes de cada município integrante da região. Assim parte majoritária dos problemas que afetam a região é tratada de forma global. Neste contexto, procurando tratar de forma mais abrangente os desafios de gestão do território, a bacia hidrográfica vem como alternativa na gestão de políticas pública sobre as regiões metropolitanas, pois as questões socioambientais não respeitam os limites municipais, podendo sobrepor agrupamentos de municípios limítrofes.

Considerando a bacia hidrográfica como um sistema e que os elementos naturais que o compõem (nascentes, rios, relevo, solo, vegetação) estão estruturados e relacionados entre si, o processo de metropolização (elemento não natural: ser humano) é parte integrante desse sistema, vinculada pelo aumento da população e das atividades econômicas, fatores esses que interagem com a capacidade de suporte dos recursos naturais, tendo assim a dinâmica territorial da bacia hidrográfica, com perspectiva de um melhor planejamento ambiental.

O uso da bacia hidrográfica, como unidade de estudo e gestão territorial, para o gerenciamento das diferentes formas de ocupação tem como objetivo planejar, coordenar, executar e manejar as melhores formas de apropriação e exploração dos recursos ambientais (BORDALO, 1995) indo de encontro com os objetivos da região metropolitana. Para Nascimento & Vilaça (2008), o gerenciamento de bacia hidrográfica encontra vários desafios como o grau de urbanização, conflito por usos múltiplos da água, impactos ambientais, dentre outros, porém o município é detentor de competência para realizar o ordenamento e ocupação do solo.

A compreensão das condições naturais desses sistemas pode garantir maior eficiência das intervenções que venham a ser efetuadas e é nesse contexto que o planejamento ambiental deve considerar elementos importantes como a caracterização do ambiente em questão (CARELLI, 2011).

Atualmente, existe uma tendência dos ordenamentos territoriais estabelecerem restrições ambientais de modo a harmonizar a instalação de infra-estrutura em áreas que apresentem maior capacidade de suportar intensa utilização dos recursos naturais. Neste sentido, parâmetros podem ser utilizados como modeladores da paisagem, direcionando ou limitando em diferentes graus à expansão urbana. Entre eles estão os Planos Diretores Municipais, as Áreas de Proteção Permanente (APP) descritas na Resolução CONAMA 302 e 303 e a classificação de usos e coberturas do solo (LIMA et al, 2010).

Tendo em vista a necessidade de conhecer a dinâmica da região, neste projeto se avaliou a ocupação atual das bacias hidrográficas na Região Metropolitana de Goiânia, analisando-se as ocupações irregulares em áreas de preservação permanente e os tipos de ocupação e uso da terra, para que possa ser utilizado na promoção do planejamento urbano e ambiental e no reordenamento territorial, de modo a assegurar o uso sustentável dos recursos naturais e a preservação de áreas protegidas e de unidades de conservação.

2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Região Metropolitana de Goiânia – RMG até 2010 possui 3.992,163 km² de área, sendo formada por 10 municípios mais Goiânia, capital do estado de Goiás. Criada pela Lei Complementar nº 27 de 30 de dezembro de 1999, a RMG era composta pelos municípios de Aragoiânia, Aparecida de Goiânia, Abadia de Goiás, Goiânia, Goianópolis, Goianira, Hidrolândia, Nerópolis, Senador Canedo, Santo Antônio de Goiás e Trindade (Figura 01). No ano de 2010, por meio da Lei complementar nº 78, nove municípios foram adicionados a RMG. Neste estudo utilizou-se a primeira configuração.

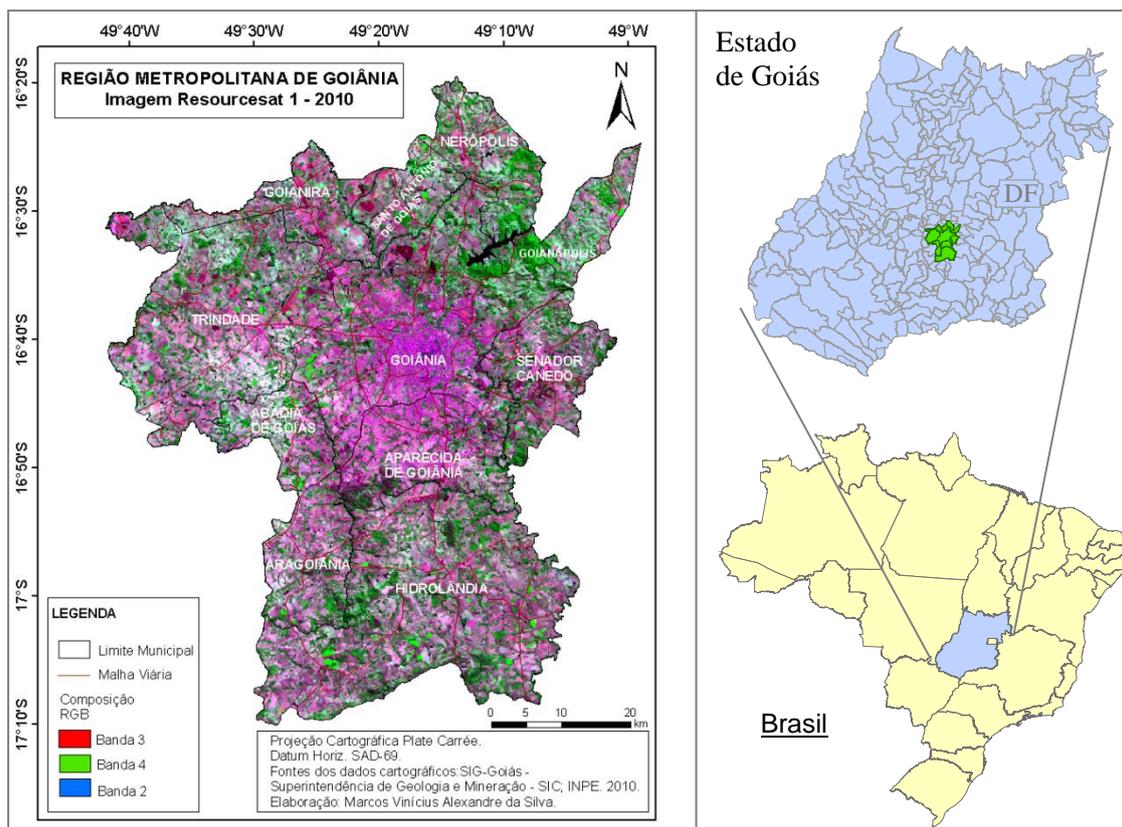


Figura 01: Mapa de localização da Região Metropolitana de Goiânia.

Encontra-se na mesorregião do Centro Goiano do estado de Goiás (Figura 02), situada entre os paralelos $16^{\circ}18'36,84''$ S e $17^{\circ}10'40,31''$ S e os meridianos $49^{\circ}42'32,85''$ W e $48^{\circ}57'56,62''$ W. Das 5 mesorregiões do estado, esta é a que possui menor cobertura vegetal interceptada pelas drenagens, sugerindo que o impacto potencial da ocupação urbana e da atividade econômica pode ser relativamente importante sob o ponto de vista da vegetação (BONNET, 2007), visto que dos 11 municípios da região metropolitana, seis possuem as maiores densidades demográfica em Goiás (IBGE, 2010) e três estão entre os dez que apresentam os maiores PIB do estado (SEPLAN, 2009).

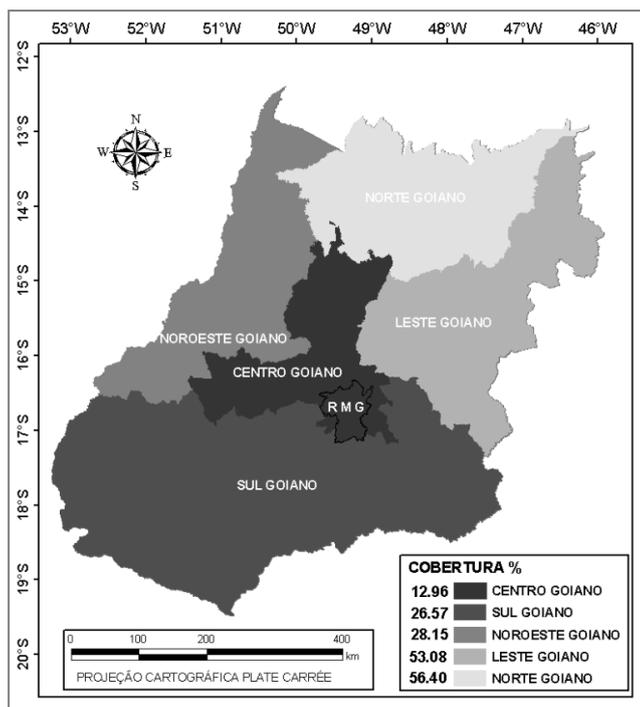


Figura 02. Distribuição de drenagem interceptada por cobertura vegetal nativa.
Fonte: Adaptado Bonnet (2007).

A vasta oferta de serviço (comércio, saúde, educação superior) aliado ao processo de êxodo rural, transformou Goiânia em metrópole regional, inclusive ocasionando a conurbação com Aparecida de Goiânia, Trindade e Senador Canedo, sendo Goianira a próxima cidade a ter seus limites físicos entrelaçados com a capital (Figura 03).

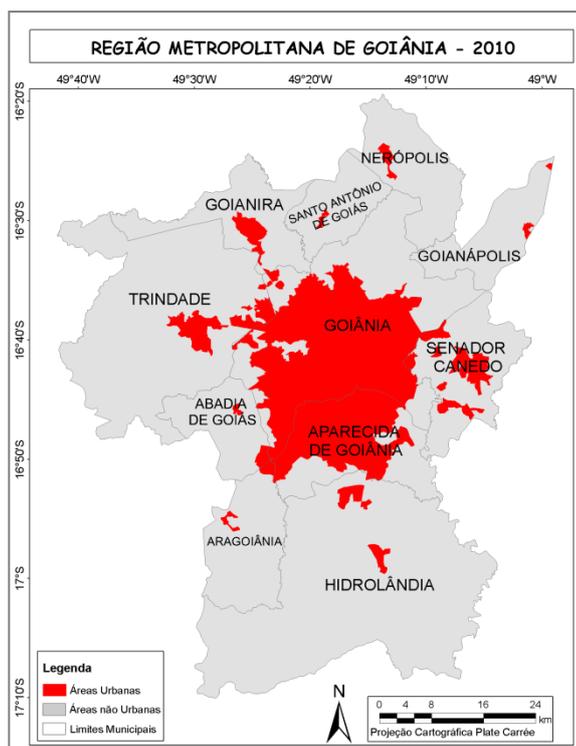


Figura 03. Mapa de localização das áreas urbanas na RMG-2010.

Outra característica importante da área de estudo é o fato de apenas o rio Meia Ponte, e os ribeirões Anicuns e João Leite, que são os principais cursos d'água da região, abastecerem a maior parcela da população da RMG. E esses cursos d'água estão inseridos em bacias hidrográficas urbanas, elevando o comprometimento total ou parcial da qualidade ambiental dos recursos hídricos (Figura 04).

A região metropolitana possui uma população de 2.052.794 habitantes, sendo que 2.028.060 em áreas urbanas, correspondente a 98,80% do total e 24.734 em áreas rurais, equivalente a 1,2% da população da RMG (IBGE, 2010).

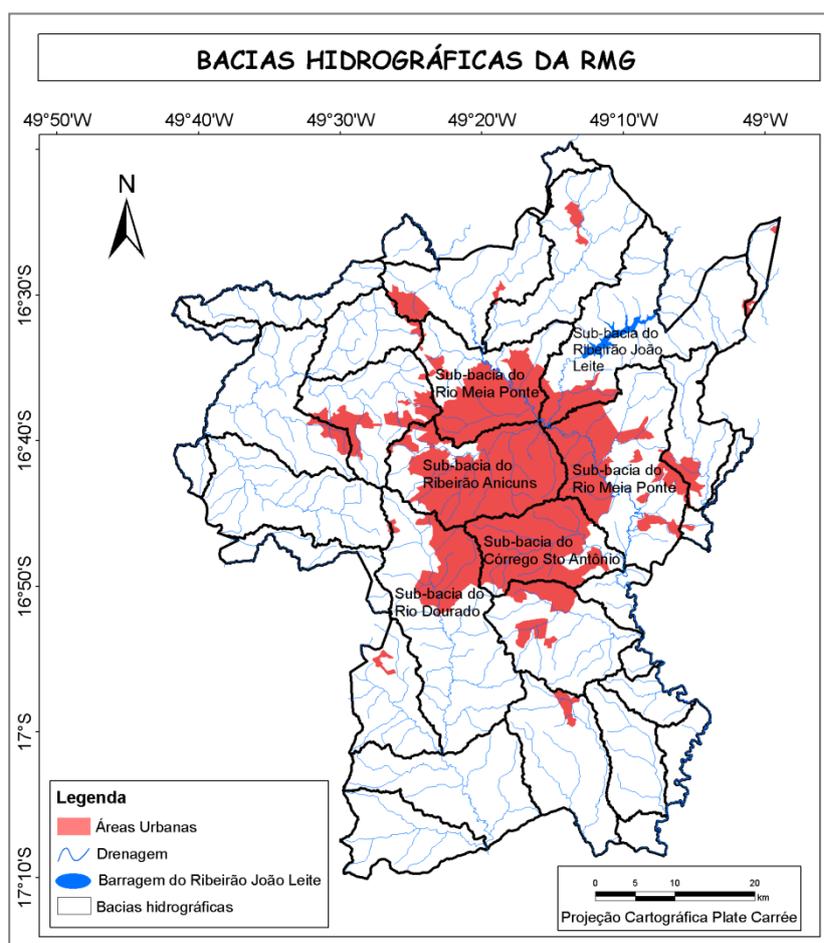


Figura 04 Áreas urbanas nas bacias hidrográficas.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.1 Base de dados

O procedimento metodológico do trabalho está ilustrado na Figura 05.

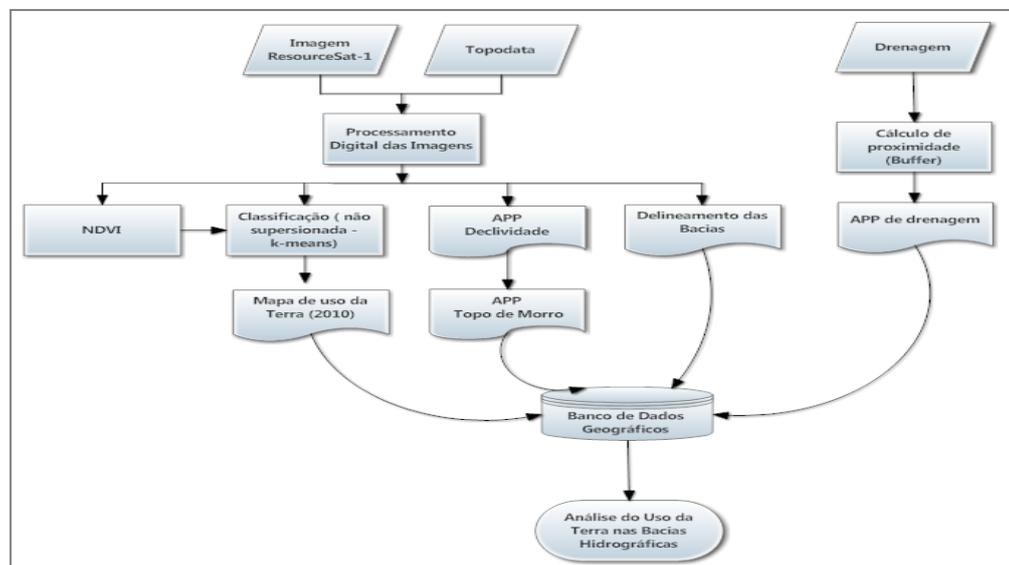


Figura 05 Procedimentos executados.

Para esta avaliação foi utilizada uma cena (órbita/ponto 327/089 de 17/junho/2010) adquirida pelo sensor LISS III, a bordo do satélite Resourcesat-1, que é composta por quatro bandas multiespectrais (2-verde, 3-vermelho, 4-infravermelho próximo e 5-infravermelho médio). Utilizou-se na composição RGB, as bandas 3,4 e 2 respectivamente, para se gerar o mapa de uso e ocupação da RMG. Essas imagens, que possui resolução espacial de 23,5 metros, foram obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>).

A base cartográfica foi composta pelos temas hidrografia, limites municipais e rodovias, na escala 1:100.000, obtidas no site do Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás – SIEG.

Com o propósito de gerar os limites das bacias hidrográficas e detectar as áreas de preservação permanente por declividade e topo de morro, foram empregados os dados de elevação do Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM, com 90 metros de resolução espacial.

De acordo com NEVES et al (2008) os dados do SRTM são obtidos usando-se técnicas de interferometria por sensoriamento remoto, operante na faixa de microondas. O INPE, por meio do Projeto TOPODATA (<http://www.dsr.inpe.br/topodata>), aperfeiçoou a resolução dos dados SRTM, reduzindo para 30 metros a sua resolução espacial, permitindo

um maior detalhamento (VALERIANO, 2008). Estes constituíram a base para a criação dos produtos finais.

A legislação vigente, o Código Florestal Brasileiro - Lei 4.771, descreve a vegetação nativa brasileira em três categorias: as de uso sustentável, as que podem ser substituídas para o desenvolvimento urbano e do agropecuário e as áreas de preservação permanente (APP). No intuito de complementar o Código Florestal, no que diz respeito às Áreas de Preservação Permanente, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), criou em março de 2002, as Resoluções 302 e 303, dando caráter mais técnico, estabelecendo parâmetros, definições e limites referentes às APP. As Áreas de preservação que foram mapeadas são mostradas na Tabela 01.

Tabela 01 – Definições e limites das APP usadas neste estudo.

DEFINIÇÃO	LIMITE
Cursos d`água com menos de 10 metros de largura	Largura de 30 metros
Cursos d`água de 10 a 50 metros de largura	Largura de 50 metros
Ao redor de lagos e lagoas naturais em área rural menor que 20 hectares.	Largura de 50 metros
Ao redor de lagos e lagoas naturais em área rural maior que 20 hectares.	Largura de 100 metros
Nascentes	Largura de 50 metros
Encostas (declividade)	Declividade > 45 graus
Topo de morros	Em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terço da altura mínima da elevação em relação a base, mais o parágrafo único do Art 3º.

3.2 Tratamento dos dados

Com o advento de novas tecnologias o aumento do uso das geotecnologias proporcionou ampliar os métodos de extração das características do terreno, como delineamento de bacia hidrográfica, declividade, topo de morro, área de preservação permanente, tipo de cobertura entre outros.

Neste estudo aplicou-se um conjunto de técnicas com a finalidade de aprimorar a qualidade das informações provenientes dos dados de altimetria. Para tanto empregou-se ferramentas de sig implementadas em software de Geoprocessamento.

Os dados de uso do solo foram obtidos por meio do mapeamento dos elementos que caracterizam a paisagem, identificando cinco classes. No estágio inicial, a interpretação

visual na imagem de satélite promoveu uma avaliação para a seleção das áreas de pivô central e de mancha urbana. Após isso aplicou-se uma "máscara" visando a exclusão dessas feições para obtenção das demais. Este método diminui a interferência entre as classes e facilita a produção do mapa de uso e cobertura do solo.

Na área urbana para a execução do mapeamento vegetal, aplicou-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI (do inglês, *Normalized Difference Vegetation Index*). Na fase seguinte empregou-se a classificação automática utilizando-se o algoritmo k-means, que se baseia em análise e comparações entre os valores numéricos dos dados. O resultado gerou-se as seguintes classes: agricultura, pastagem, vegetação remanescente nativa e corpos hídricos. A Figura 06 ilustra as cinco classes mapeadas.

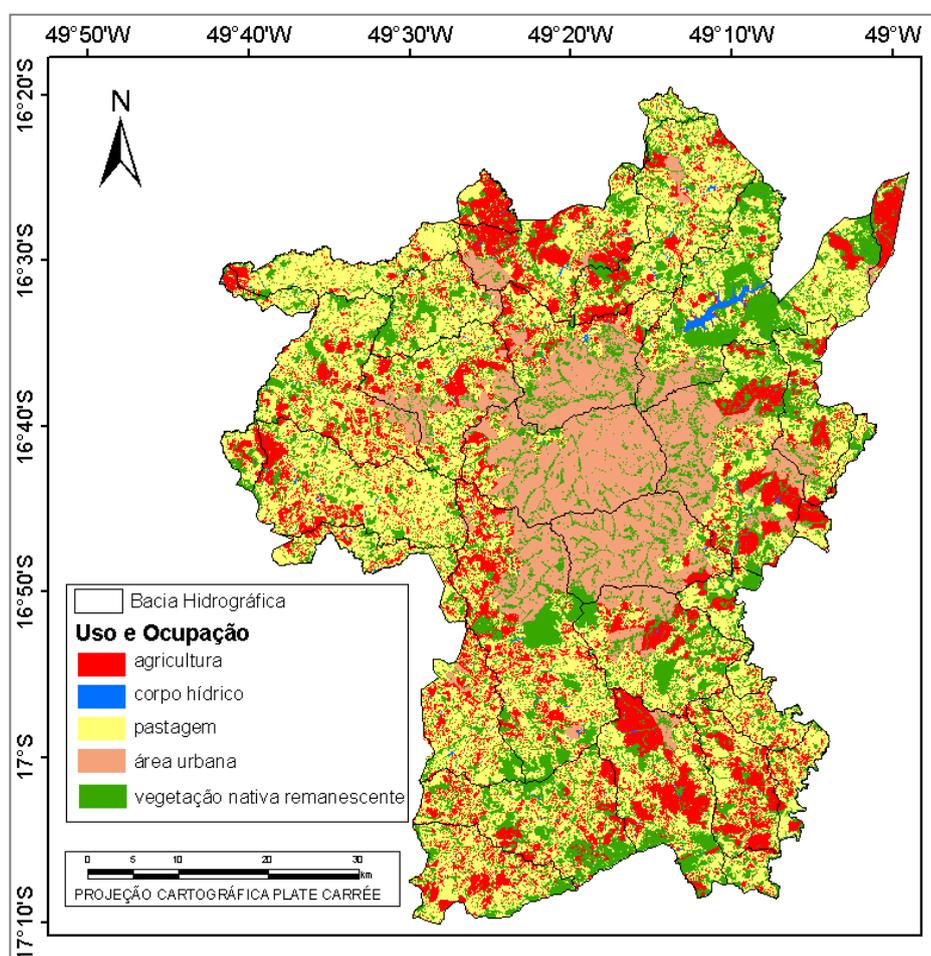


Figura 06. Mapa de uso e ocupação do solo. 2010.

Posteriormente foram delineadas as bacias hidrográficas, por meio da determinação de parâmetros relacionados a hidrologia, como direção de fluxo, fluxo acumulado e ordenamento dos cursos. Desse procedimento delineou-se 33 bacias na RMG.

Em seguida, efetuou-se o mapeamento das áreas de preservação permanente, em conformidade com as orientações descritas em legislação. Para as APP's de declividade,

que consiste na relação entre distância vertical e horizontal entre dois pontos, gerando valores de inclinação superior a 45 graus, foi processado os dados altimétricos através da ferramenta *slope*.

Continuando a usar os dados altimétricos, delimitou-se as APP's de topos de morros, por meio do método descrito em Santos (2010). De acordo com a Resolução CONAMA 303/02, morro é definido como “elevação do terreno com cota de topo em relação à base entre 50 e 300 metros com declividade maior que 30%”. Para isso, seguiu-se os seguintes passos fundamentados na referida resolução.

1) Geração de cumes – o modelo digital de elevação foi invertido, assim como a direção de fluxo, obtendo-se os cumes. Segundo (SANTOS, 2010), a geração do modelo invertido tem o objetivo de ajustar o mapa para possibilitar a demarcação dos topos de morros, utilizando as ferramentas de análise hidrológica, já que o software não fornece função específica para a demarcação da linha cumeada;

2) Geração das regiões de domínio das elevações – nesta etapa utilizou-se a ferramenta Basin com a direção de fluxo invertido, obtendo-se a bacia invertida;

3) Geração dos cumes máximos;

4) Determinação da altitude da base;

5) Identificação da declividade máxima;

6) Classificação das elevações como morros, utilizando o Raster Calculator do software, pode-se inserir a fórmula na linha de comando, contendo os resultados dos processos de cada tópico relatados acima, gerando as áreas de preservação permanente de topos de morros;

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As cinco classes mapeadas (área urbana, agricultura, pastagem, drenagem e vegetação nativa remanescente) permitiram conhecer a organização espacial dos elementos que caracterizam a Região Metropolitana de Goiânia sobre o ponto de vista das bacias hidrográficas. Foi mensurado para o ano de 2010, 3.234, 64 km² de área rural, equivalente a 81 % da área total; já na área urbana, 757.50 km², perfazendo os 19% restantes da região, sendo inversamente proporcional a quantidade de habitantes que moram nessas duas áreas.

A classe pastagem foi o elemento da paisagem de maior representatividade, devido à predominância da pecuária, principalmente nos municípios de Trindade e Hidrolândia, os quais ainda mantêm a tradição da atividade na RMG. Os valores expressivo de áreas

destinadas a agricultura e pastagem mensuradas no mapeamento refletem a perda de cobertura vegetal nativa para o uso alternativo do solo (Figura 07).

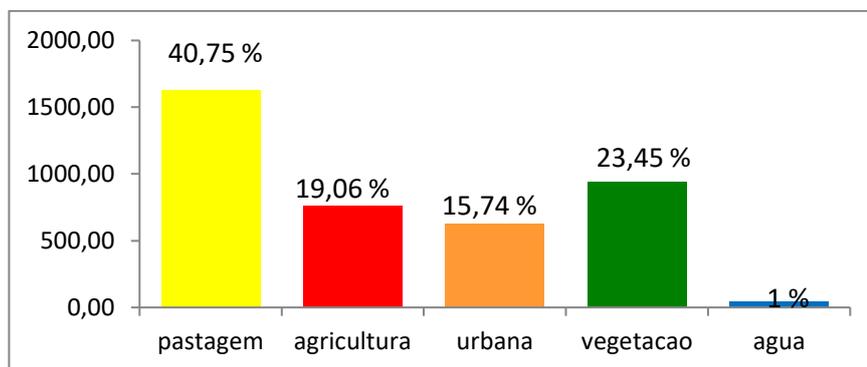


Figura 07. Frequência das classes mapeadas na RMG - Ano base 2010.

As 33 bacias hidrográficas delimitadas na RMG diferem entre si, pois umas possuem uso eminentemente urbano e outras rural. A bacia 10, formada pelo Ribeirão Anicuns, inserida em Goiânia, com 73,65% em área urbana, a bacia 14 formado pelo Córrego Santo Antônio situado no município de Aparecida de Goiânia, com 71,28 % em área urbana e as bacias 6 e 13 com 44,75% e 30,95% respectivamente, formadas pelo Rio Meia Ponte. Tendo também as bacias com nenhuma sobreposição às manchas urbanas, conforme ilustrado na Figura 08.

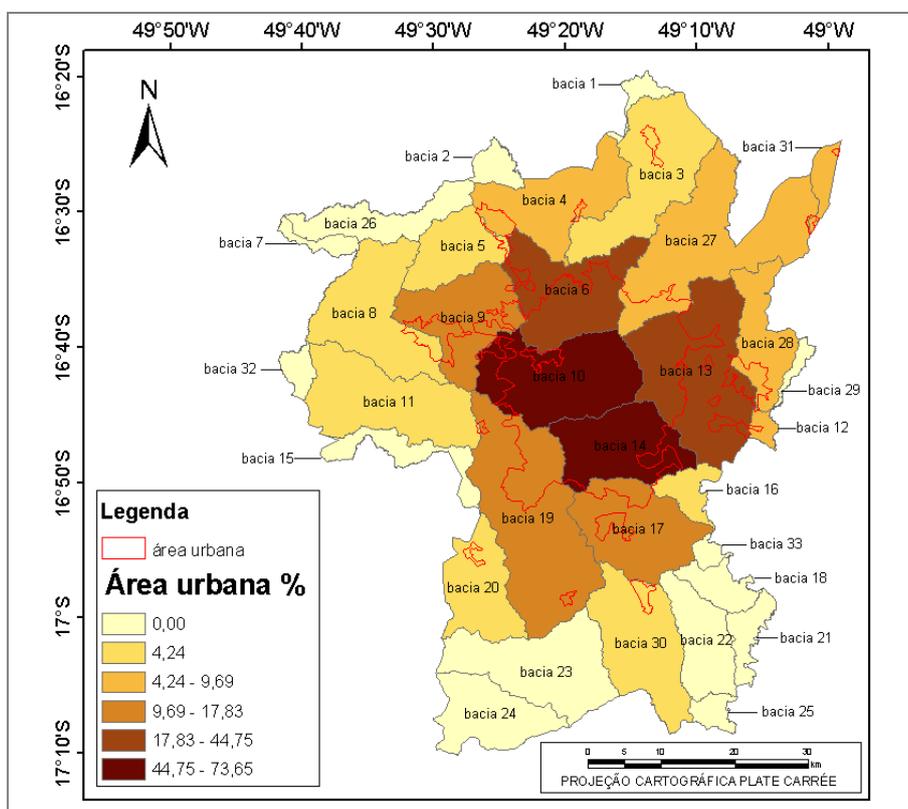


Figura 08. Distribuição das áreas urbanas nas Bacias Hidrográficas.

As áreas de declividade acentuada, topos de morros e os entorno das hidrografias são de suma importância para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ambientais na região. Elas devem estar cobertas por vegetação nativa, tendo como função proteger os corpos hídricos e a estabilidade geológica, servindo também como rota para a fauna. A legislação pertinente aponta que a função dessas áreas é de “preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem das populações humanas” (BRASIL, 2008), sendo a expansão demográfica e às atividades agropecuárias fatores que propiciam a degradação das áreas de preservação permanente.

O grau de ocupação das áreas de preservação permanente pela agricultura, pastagem e área urbana pode ser observada na Figura 09. Percebe-se que na região noroeste da RMG, o qual abrange Goiânia, Goianira e Trindade, as bacias possuem as manchas urbanas mais expressivas. Isso pode estar relacionado ao fato de que entre 1975 a 2002, a área urbana de Goiânia teve como principais vetores de crescimento as direções oeste e norte (SILVA et al, 2005).

Outro fator relevante, se deve a pavimentação de uma via de fluxo rápido, neste caso a Perimetral Norte e GO-070, que também funciona como anel viário que interliga diversas rodovias que partem ou margeia a capital e o asfaltamento da GO-070, que dá acesso a Goianira, Inhumas, Cidade de Goiás, ao rio Araguaia e ao estado do Mato Grosso. Essas melhorias incentivaram o surgimento de bairros regulares e irregulares nas imediações desses eixos (ALVES, 2007). Soma-se a isso o fato da cidade de Trindade possuir a 2ª maior área de pastagem e umas das maiores de agricultura da RMG (SEPLAN, 2006).

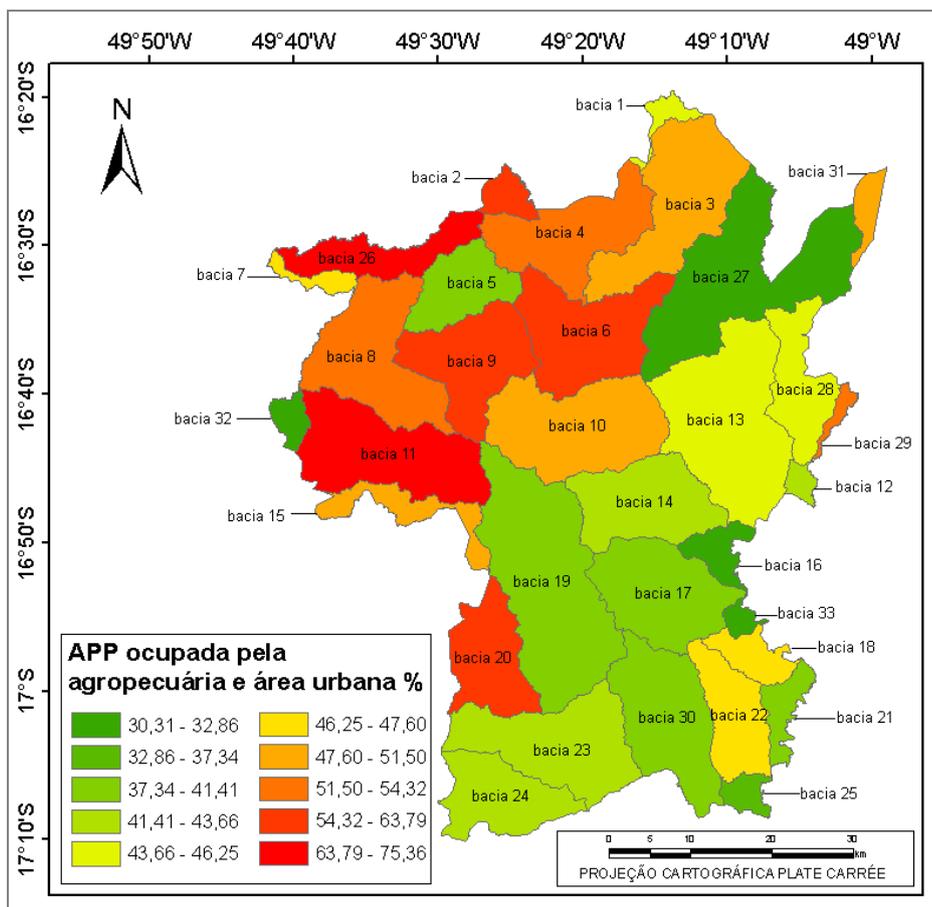


Figura 09: Distribuição das classes agricultura, pastagem e área urbana dentro de áreas de preservação permanente nas bacias hidrográficas.

Observa-se na Figura 10 que a bacia 27 na porção nordeste da RMG, que tem como curso principal o Ribeirão João Leite, apresentou o maior percentual de vegetação nativa remanescente, 41,18 %, em relação às outras quatro classes. Acredita-se que esse fato pode ser explicado pela presença do Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco - PEAMP, uma unidade de conservação - UC de proteção integral administrada pela SEMARH, e que está inserida dentro de outra UC, agora de uso sustentável, trata-se da APA do João Leite.

A situação da bacia hidrográfica 27 é preocupante, em parte por possuir forte influência antrópica, sendo 40,00 % de pastagem, e 7,00 % de área urbana. Esses valores podem aumentar, caso o poder público ceda às pressões de empresários sobre a ocupação das margens da Barragem João Leite, recém inaugurada (Figura 6).

No mapa de uso e ocupação da terra, há poucos fragmentos de vegetação e estes estão isolados na paisagem da RMG. A maior parte deles estão conectados, formando corredores, ou existindo a possibilidade de implementá-los, como é o caso do pequeno parque municipal dos IPÊS, onde se encontra uma propriedade entre os parques.

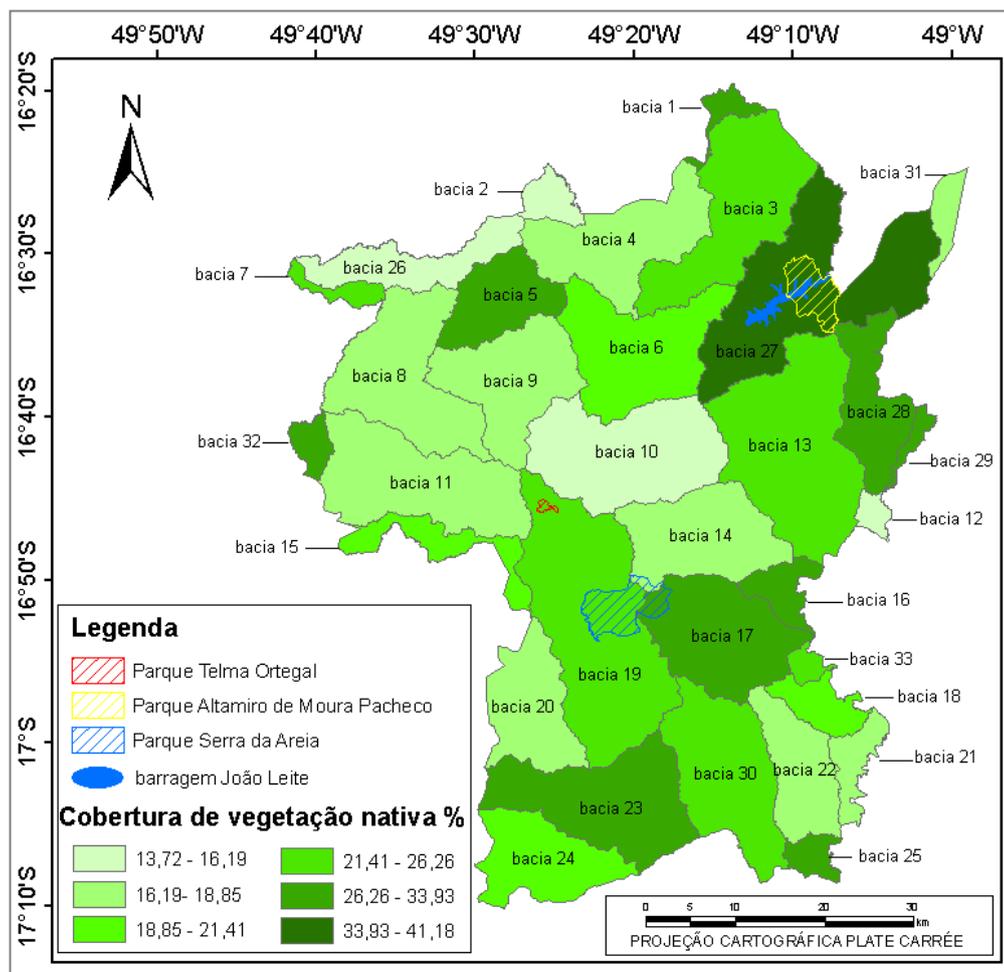


Figura 10: Distribuição da vegetação nativa remanescente nas bacias hidrográficas.

A paisagem de uma bacia hidrográfica pode ser representada pela quantidade de fragmentos de vegetação remanescente, sendo o ideal a conectividade dos mesmos, formando os corredores ecológicos. Sem dúvida, é de fundamental importância à manutenção e até mesmo a restauração dos corredores ambientais, para a manutenção da fauna e flora.

Com relação às áreas com potencial para regeneração da cobertura vegetal nativa, estas dependem, além dos aspectos físicos como relevo e proximidade da rede de drenagem, do uso do solo e do distanciamento em relação às rodovias e núcleos populacionais (FERREIRA, 2007).

A desordem urbana é um legado histórico do nosso país. Desde a colonização, o território brasileiro foi ocupado de forma desordenada, não levando em conta as técnicas de estudos urbanísticos, justificando os problemas na área de uso e ocupação até os dias de hoje. (PAGLIUCA, 2009).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foram utilizados recursos computacionais a exemplo das geotecnologias com a finalidade de delimitar as áreas de preservação permanente e gerar o mapa de uso e ocupação do solo, mostrando-se úteis.

Nos resultados nota-se que há conflito de uso nas APPs, que de acordo com a legislação empregada neste estudo, Código Florestal Brasileiro e as Resoluções 302 e 303 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), não são passíveis de uso, salvo nos casos previstos em lei (ex. quando declarada de utilidade pública).

As bacias hidrográficas apresentaram diversas áreas de conflito. Das 33 delimitadas e estudadas, 13 tem suas APPs ocupadas por mais de 50 % de mancha urbana e/ou atividade agropecuária. Embora haja avanços para sensibilizar a população sobre os riscos ambientais e sanções administrativas (auto de infração/multas) e penais (prisão) a que estão sujeitas com esse tipo de ocupação, boa parte ainda ocupa as áreas de preservação permanente.

Os resultados também contribuíram para um "Raio-X" da RMG, bem como os elementos que agem sobre ela.

Os dados ora apresentados podem ser utilizados no planejamento e na gestão territorial, podendo indicar as áreas que precisam de atenção especial do poder público para garantir o desenvolvimento, contudo conservar os remanescentes de vegetação nativa, a fauna e os recursos hídricos.

PARTE II

Capítulo 2 Análise da Paisagem na Região Metropolitana de Goiânia-GO - 2010

1 INTRODUÇÃO

As intensas transformações ocorridas nas últimas décadas no território brasileiro deixaram marcas profundas na cobertura do solo, principalmente nos remanescentes de vegetação nativa, criando paisagens fragmentadas, decorrentes principalmente da pressão antrópica.

O acelerado retalhamento dos habitats naturais predomina, com especial incidência, em regiões de elevado adensamento populacional e em áreas com atividades agropecuárias de infraestrutura estabelecida (MMA, 2003).

A fragmentação dos habitats naturais corresponde à redução da cobertura vegetal que acarreta na divisão da mesma em reduzidas manchas. Esse fracionamento provoca, mudanças significativas na paisagem. Em casos extremos a degradação coloca em risco a biodiversidade. Embora esse processo ocorra em determinadas circunstâncias devido a ciclos naturais, as atividades antrópicas constituem o fator mais impactante. Schelhas e Greenberg (1996), afirmam que quando a fragmentação ocorre nas áreas ocupadas por vegetações nativas conseqüentemente resulta em desarmonia dos processos biológicos e naturais dos mais diversificados ecossistemas.

As questões ambientais, em geral, extrapolam a atuação dos diversos campos da ciência. Esta característica multidisciplinar decorre da necessidade da visão integrada dos aspectos físicos e ecológicos de sistemas naturais e de suas interações com os fatores sociais e econômicos. Dessa visão holística, surgiu uma nova disciplina, A Ecologia da Paisagem (FILHO, 1998 apud Haines-YounG et al., 1993).

A Ecologia da Paisagem foi introduzida pelo geógrafo alemão Carl Troll em 1939, visando a fundação de uma nova ecociência; fusão entre a Geografia e a Ecologia, objetivando a unificação dos princípios da Terra e da vida (TROLL, 1939). De acordo com Jenser (2009), a Ecologia da Paisagem trata da interdependência entre os padrões de paisagem e os processos ecológicos. O autor destaca a influência do padrão da paisagem nos fluxos de água, energia, nutrientes e biota. Este saber se desenvolveu com o apoio do sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas, e pelos avanços na teoria ecológica.

A ênfase da nova ecociência direcionava-se a investigação rigorosa do estudo da paisagem, que Bertrand (1968) definiu como “uma determinada porção do espaço que resulta da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais interagindo dialeticamente uns sobre os outros formam um conjunto único indissociável

em perpétua evolução”. Metzger (2001), compreende a paisagem como “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas. Esta heterogeneidade existe para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala”.

A análise da fragmentação dos habitats e conseqüente reflexo na biodiversidade representa tarefa de extrema complexidade, envolvendo inúmeras variáveis, ciências e tecnologias, a fim de produzir cenários integrados pelos elementos constituintes da análise. Um método imediato na investigação de mudança da paisagem consiste na obtenção de respostas rápidas acerca do uso do solo, utilizando geoprocessamento e análises estatísticas. Este mecanismo revela-se facilitador para o estabelecimento de indicadores ambientais que proporcionem uma modelagem para avaliar as conseqüências que as atividades antropogênicas têm sobre a biodiversidade.

No presente trabalho foi aplicado o índice de fragmentação proposto por Steenmans e Pinborg (2000), utilizando sistema de informações geográficas e adaptações que serão descritas mais adiante. Esse índice estabelece uma associação entre paisagem e biodiversidade baseada na inserção do componente solo, examinando o grau de conectividade com o natural e o semi-natural. Neste contexto, o objetivo foi dimensionar a paisagem na Região Metropolitana de Goiânia - RMG, conforme sua configuração até 2010, sob a óptica da fragmentação dos habitats naturais para compreender sua complexidade e dispor simultaneamente de produtos para o planejamento e gestão territorial.

2 FATORES SOCIOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

A Região Metropolitana de Goiânia (RMG) até 2010 era composta por 10 municípios incluindo Goiânia, capital de Goiás. Apresentava uma área de aproximadamente 3.992,163 km², equivalente a 1,15% da área do estado. Abrigava uma população de 2.052.794 habitantes, sendo 98,80% da população residente em área urbana e 1,2% em área rural, representando cerca de 35,10% da população do estado (Figura 11).

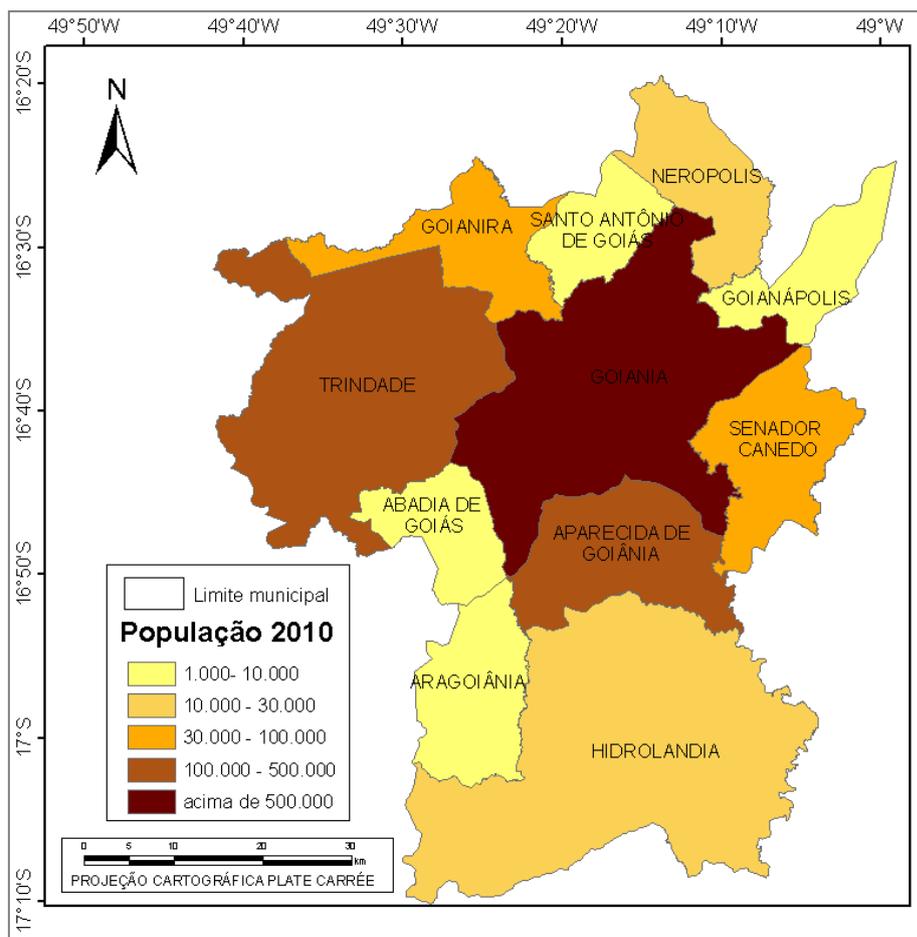


Figura 11. Mapa da População da Região Metropolitana de Goiânia-2010.

Esses dados denotam concentração majoritária da população de Goiás na RMG, em uma área que representa menos de 2% da abrangência do estado de Goiás (Figura 12). A explicação aparentemente mais plausível para tal discrepância provém, possivelmente, da concentração de serviços públicos e privados como centros hospitalares das mais variadas especialidades, centros tecnológicos e educacionais de nível superior e técnico; formando assim o adensamento urbano comum nas capitais brasileiras.

Essa situação causa vários problemas que decorrem, sobretudo, da dinâmica da expansão da metrópole, caracterizado pelo desordenado processo de periferização devido o afastamento da população de baixa renda para as zonas periféricas da cidade.

Para Jacobi (2006), esse deslocamento habitacional acentua a degradação ambiental em virtude do aspecto ambiental negativo decorrente da expansão desordenada, ausência de infraestrutura adequada e as dificuldades geradas pela ocupação irregular de áreas de proteção aos mananciais

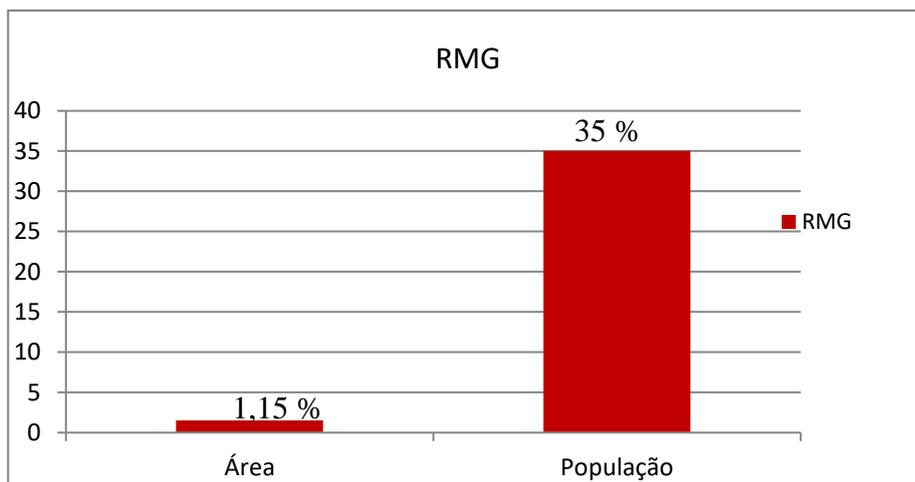


Figura 12. Relação área x população.

Outra característica relevante são os dados de uso do solo da RMG do ano de 2010, que indicam vegetação remanescente ocupando 23,45% da região; agricultura, pastagem e área urbana abrangendo 75,55% e corpos hídricos 1% (Figura 13). A modificação rápida do uso do meio físico, proveniente da intensificação tanto para uso agrícola como para áreas urbanas, requer a adoção de técnicas de avaliação e de diagnóstico que acompanhem a dinâmica espaço-temporal do uso do solo (ASSAD, 1995 e CANEPARO, 2000) e em especial importâncias nas regiões metropolitanas pela rápida expansão demográfica.

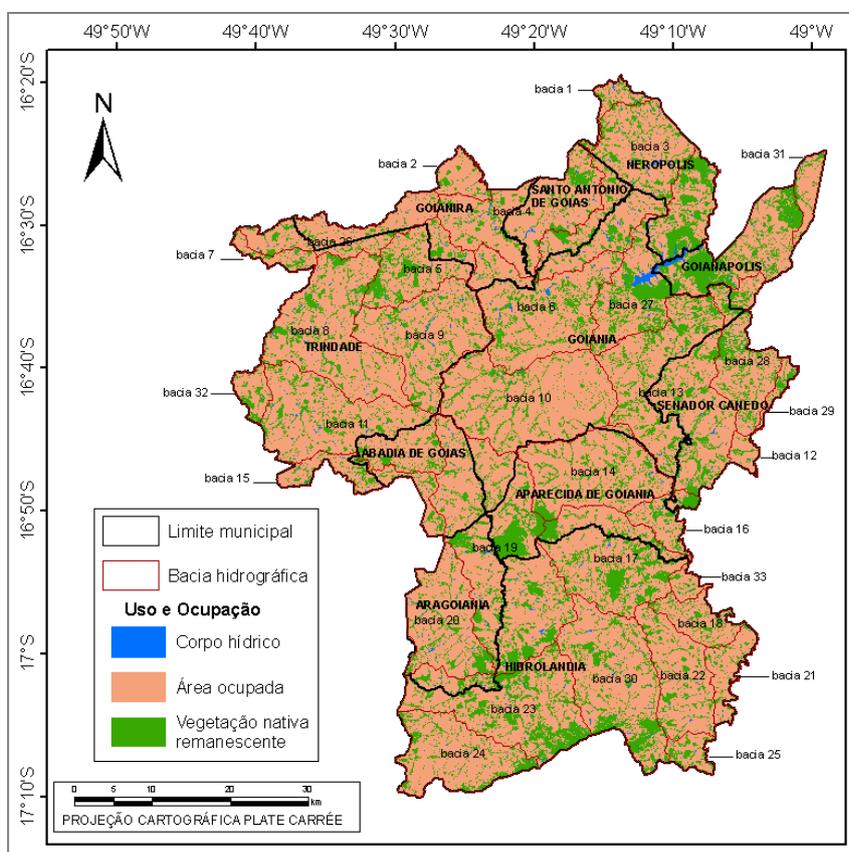


Figura 13. Uso do solo - 2010.

Dentre os municípios da RMG, Goianira, Abadia de Goiás e Trindade são os que dispõem de maior área ocupada pela agricultura, pecuária e mancha urbana, totalizando aproximadamente 83,66%, 81,47% e 79,44%, respectivamente. Já os municípios de Goianópolis, Nerópolis e Aparecida de Goiânia apresentam maior área de vegetação nativa remanescente (Tabela 02) e (Figura 14).

Tabela 02. Uso do solo em hectares nos municípios da RMG.

MUNICÍPIO	Área ocupada Hectares	Vegetação	Corpo hídrico
Abadia de Goiás	11.995,05	2.637,37	91,51
Aparecida de Goiânia	21.532,11	7.481,61	94,49
Aragoiânia	16.777,80	4.747,63	202,65
Goianópolis	9.534,70	6.078,09	488,44
Goiânia	56.830,79	16.138,73	787,72
Goianira	16.886,48	3.093,43	203,59
Hidrolândia	69.996,19	23.570,17	668,87
Nerópolis	13.569,56	6.421,75	415,45
Santo Antônio de Goiás	10.333,27	2.957,94	173,00
Senador Canedo	17.719,10	6.545,42	256,50
Trindade	56.524,22	14.020,45	604,22

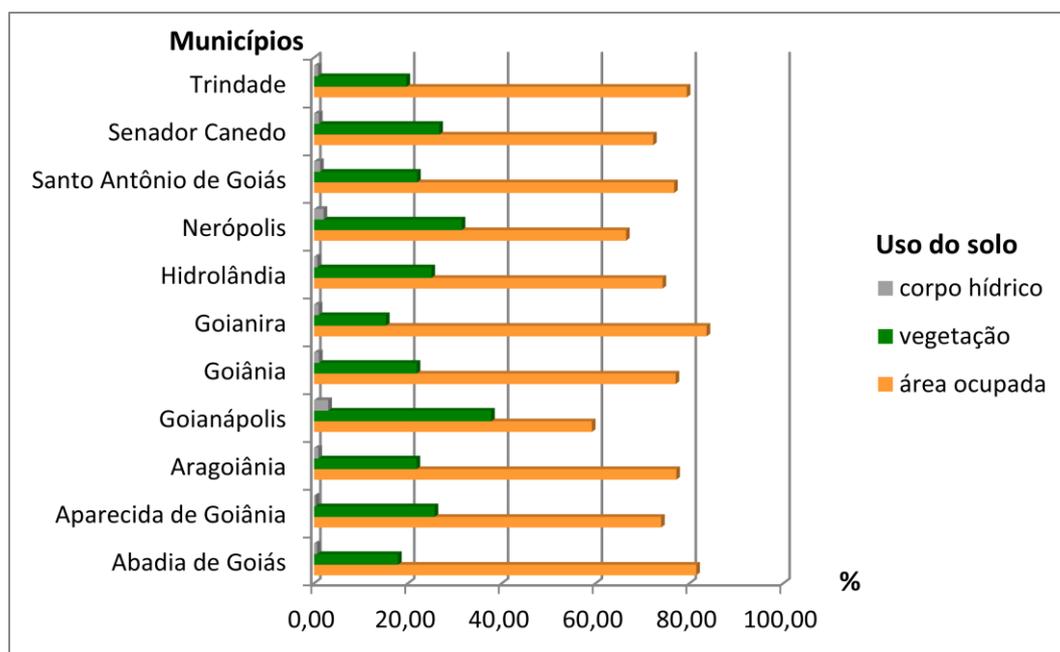


Figura 14. Gráfico em porcentagem do uso do solo de cada município.

3 ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO

A alteração da paisagem ameaça a integridade dos ecossistemas, uma vez que a divisão dos habitats coloca em risco a conservação da biodiversidade, com a redução da conectividade dos remanescentes naturais.

A malha viária é um dos principais fatores para a fragmentação da paisagem, tal fato deve-se naturalmente, pela necessidade de escoamento da produção, influenciando o surgimento e desenvolvimento de outras atividades como a urbanização, rotas de comércio e indústrias (FERREIRA, 2009).

Os fragmentos de vegetação diferem da paisagem original em dois aspectos importantes: primeiro, nos fragmentos a soma dos perímetros das bordas por área de vegetação é maior que o original; segundo, o centroíde de cada fragmento está mais próximo dessa borda (PRIMACK, 2001). Além da relação das dimensões, em que quanto menor a área de vegetação, maior é a interferência dos fatores exógenos.

As bordas são as regiões que delimitam os fragmentos, podendo assim, serem definidas como áreas de transição entre unidades de paisagem, tendo aspectos dependentes da escala espaço-temporal e das forças de interação que agem sobre estas unidades (HOLLAND 1988 apud METZGER 1999), como a radiação solar e os ventos quentes que penetram na vegetação, modificando o microclima da paisagem, tendo alguns insetos, répteis, anfíbios, mamíferos e aves sensíveis a essas mudanças (LAURANCE et al. 1998).

A fragmentação da paisagem pode ser considerada o principal motivo do desaparecimento de espécies da fauna e flora, sendo assim indicadores da qualidade ambiental. Essas divisões na vegetação podem gerar efeitos em longo prazo nas populações por meio de alterações nos processos ecológicos como polinização, predação, comportamento territorialista e hábitos alimentares (BARROS, 2006), alterando o ciclo natural das espécies.

Com o aumento da pressão antrópica sobre os habitats naturais tem surgido vários indicadores com a finalidade de quantificar o grau de fragmentação. A OCDE (1993) definiu indicadores como sendo “parâmetro ou valor calculado a partir de parâmetros dando indicações ou descrevendo o estado de um fenômeno do meio ambiente ou de uma zona geográfica, que tenha alcance superior à informação diretamente dada pelo valor do parâmetro”. Parâmetro, por sua vez, é definido como um elemento que pode ser mensurado ou observado.

Os indicadores ambientais estão sujeitos a avaliações e testes, tanto para quem fez como para a comunidade científica. Dahl (1997) afirma que as diferenças culturais e o grau

de desenvolvimento de cada país são relevantes fatores na determinação de como os indicadores serão elaborados. Destaca ainda que o desafio mais significativo dos indicadores é fornecer um retrato da situação de sustentabilidade, de uma maneira simples, apesar da incerteza e da complexidade.

Os insetos são exemplos de bons indicadores, considerados importantes norteadores na estimativa do grau de alteração e fragmentação do habitat devido a sua grande diversidade de espécies e habitat (WINK et. al 2005), sendo sensíveis às mudanças do ambiente, relacionada pela alteração da temperatura da região.

A água é outro indicador da qualidade do meio ambiente, está intimamente ligada com as mudanças do uso do solo, visto que vários estudos apontam à conversão de áreas naturais em áreas agrícolas ou expansão urbana, como fatores determinantes na qualidade da água (OMETO, 2000; TUCCI, 2000; BONNET, 2007).

A importância na construção dos indicadores ambientais está associada à sua utilização como instrumento de gestão e planejamento territorial, servindo para o melhor aproveitamento dos recursos naturais e também como medida preventiva de degradação ambiental e de consequentes prejuízos econômico para sua reparação (JUNIOR, 2000).

Inserido neste contexto, o índice de fragmentação proposto por Steenmans e Pinborg (2000) e usado pela Agência Europeia do Meio Ambiente (AEMA), partindo de dados de cobertura do solo, analisa o grau de conectividade e fragmentação de áreas de vegetação remanescente (zonas naturais e semi-naturais), chamadas no estudo de áreas sensíveis. Todas as áreas naturais e semi-naturais adjacentes estão combinadas em um complexo 'natural' individual.

Steenmans e Pinborg testaram o índice usando os dados do programa CORINE Land Cover (CLC) convertidos em resolução de 250 metros do solo. O CLC é um banco de dados geográficos da cobertura e uso da terra, que abarca a maioria dos países da comunidade europeia.

Os pesquisadores categorizaram os habitats em três grupos: 'sensíveis', referentes aos espaços naturais e semi-naturais; 'não sensíveis' que corresponde a áreas vinculadas as atividades humanas, portanto são fontes de pressão sobre o meio natural; e 'neutra' que são as superfícies aquáticas. A cada tipo de habitat foi atribuído um parâmetro expressando se uma área deve colocar pressão (P) para a área adjacente, contribuindo para a fragmentação ou se é sensível (S) à pressão, como as regiões potencialmente seminaturais ou naturais. Alguns tipos de cobertura do solo são considerados 'neutros', o que significa neste caso, que não exercem uma pressão significativa de influência humana sobre as áreas

seminaturais ou naturais como pode ser visto na Tabela 03 (STEENMANS e PINBORG, 2000).

Tabela 03. Atributos dos elementos da paisagem

Maior tipo de Cobertura do Solo	Agregação de classes Uso e cobertura da terra (descrição curta e código CLC)	Valor (*)
1 Territórios Artificiais	Área urbana (1.1) + Unidades industriais e comerciais (1.2) + Minas e Depósitos de lixo (1.3)	P
2 Áreas vegetadas, fortemente artificiais	Áreas vegetadas artificiais não-agrícolas (1.4) + Solo arável (2.1) + Safras permanentes (2.2) + Safras anuais associadas com safras permanentes (2.4.1) Pastagens (2.3) + Padrões complexos de cultivo (2.4.2) +	P
3 Áreas vegetadas, menos artificiais	Solo ocupado por agricultura, com presença significativa de vegetação natural (2.4.3) + Áreas agrofloretais (2.4.4)	N
4 Florestas	Florestas (3.1)	S
5 Áreas seminaturais não-arborizadas	Arbustos e/ou associações de vegetação herbácea (3.2) + Espaço aberto com pouca ou sem vegetação (3.3)	S
6 Áreas úmidas	Zonas úmidas interiores ou costeiras (4.1+ 4.2)	S
7 Superfícies de água	Águas interiores (5.1) + Lagoas costeiras (5.2.1) + Estuários (5.2.2)	N
- (não considerados)	-	-

Adaptado Fonte: EEA (1998)

(*) Valor: P = colocando pressão para a área adjacente, e contribuindo para a fragmentação; N = Neutro; S = sendo Sensível à pressão, essas áreas são consideradas como potencialmente (semi)naturais.

Diversas pesquisas e projetos sobre o tema fragmentação de habitats, têm sido realizadas nos mais variados ambientes com o objetivo de quali-quantificar os elementos que compõem essas porções do solo.

Trabalhos analisando a fauna como elemento sensível a fragmentação, mostram o quanto as espécies animais são afetadas, esses podem ser vistos nos estudos de Leite (2009) que retrata o impacto sobre as aves na Mata Atlântica, de Silva (2008) que mostra os efeitos da divisão do habitat nas comunidades de Aranha na Amazônia e de Carvalho (2009) e Cunha (2006) que analisam a viabilidade de populações de mamíferos e cupins no cerrado goiano.

Outras análises estão relacionados a ambientes urbanos, como pode ser visto no estudo de Almeida (2012) que analisa a qualidade da paisagem para as Capivaras na Região Metropolitana de Curitiba.

Demais trabalhos avaliam a fragmentação do habitat em relação às espécies vegetais como nos estudos de Vasconcelos (2002) e Bassini (2008) que pesquisaram a diversidade biológica em ambientes fragmentados, encontrando maior biodiversidade em áreas de menor retalhamento da paisagem.

Avaliar a vegetação nativa no contexto de paisagem pode ser feito por imagem de satélite, que nesse estudo usou-se o índice de Steenmans e Pinborg para aferir as métricas da paisagem. Sem qualificar e quantificar as espécies da fauna e flora da região, foi produzido a configuração da estrutura espacial do padrão de uso e ocupação do solo na Região Metropolitana de Goiânia, situado no bioma Cerrado, como realizado por Ferreira (2006) no bioma Amazônia.

Destaca-se o trabalho de Triviño e Maestre (2007), que investigaram se as variações de escala nos dados de entrada provocam variações significativas nos resultados.

Outra aplicação desse índice foi realizado por Troche (2001), no qual fez um estudo por meio da análise multitemporal de imagem de satélite no município de *Independencia* na Bolívia, identificando áreas prioritárias para a pesquisa biológica.

4 METODOLOGIA

O índice de fragmentação desenvolvido por Steenmans e Pinborg (2000) analisa a pressão que as atividades antrópicas (expansão urbana e agricultura) exercem sobre os remanescentes naturais e/ou semi-naturais, considerando a conectividade da mesma, bem como as suas dimensões, por meio de grades regulares. Por intermédio da sobreposição dos dados de cobertura do solo com uma grade regular, a distribuição dos complexos naturais dentro de uma célula da grade é avaliada. Para cada célula da grade é investigado quantos complexos naturais são encontrados dentro da célula e a compacidade destes complexos (tamanho médio de complexos em uma célula de grade versus a área total de complexos em uma célula da grade). A partir destas estatísticas é calculado um índice de fragmentação para cada célula da grade.

O índice de fragmentação é calculado com a seguinte fórmula:

$$IF = psc / [(ps/cs.16).(ps/16)]$$

IF = Índice de Fragmentação;

psc = células sensíveis conectadas

ps = células sensíveis

cs = complexos sensíveis.

Ou:

Índice de Fragmentação = frequência / ((média da contagem / 16) * (soma da contagem / 16))

- frequência = número de 'píxeis sensíveis "conectados (complexos) em cada célula da grade

- média da contagem / 16 = tamanho médio dos aglomerados em km²

- soma da contagem / 16 = área total de todos os píxeis da natureza em km²

Observação: cada pixel tem um tamanho de 250 metros, portanto 4x4 = 16 pixels representam 1 km².

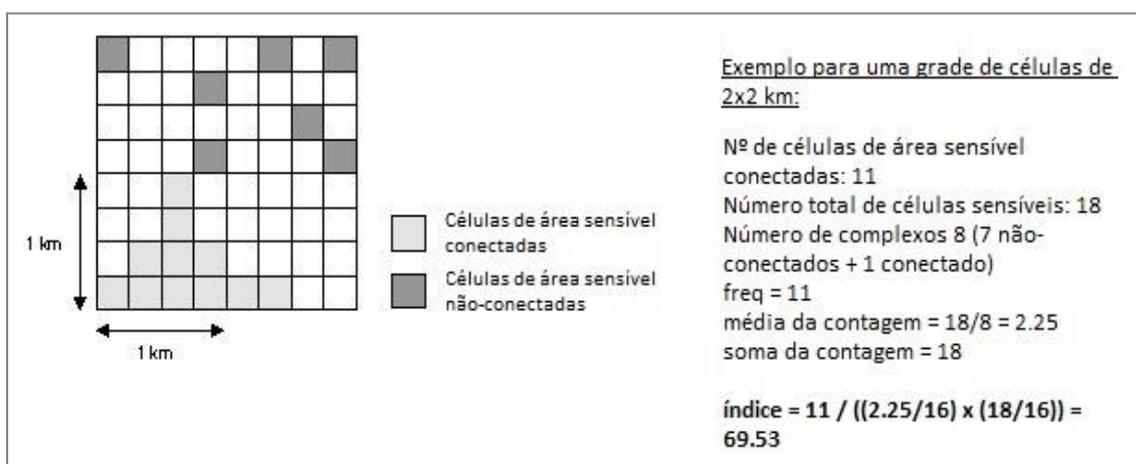


Figura 15. Exemplo do Índice de Fragmentação.
 Adaptado: Fonte Steenmans e Pinborg (2000)

O índice de fragmentação é dividido em classes de mínimo para extremo, a seguir:

Mínimo:	índice de fragmentação < 0.01
Pouco:	índice de fragmentação 0.01 – 0.1
Na Média:	índice de fragmentação 0.1 – 1
Bastante:	índice de fragmentação 1 – 10
Forte:	índice de fragmentação 10 – 100
Extremo:	índice de fragmentação > 100

O índice sofreu adaptações, visto que eles usam dados matriciais e nesta pesquisa usou-se dados vetoriais. Para isso desenvolveu as seguintes etapas:

Geração das grades de hexágonos de 100 hectares cada. Os hexágonos são comumente utilizados em análises da paisagem, pois se aproximam de circunferências,

minimizando assim o efeito de borda. Além disso aumentam a interação espacial pois um hexágono se conecta com outros hexágonos vizinhos.

Em seguida definiu-se as áreas sensíveis, formado por polígonos de vegetação remanescentes com mais de 6 hectares (conforme proposto por Steenmans e Pinborg);

Intersecção dos hexágonos com o mapa de vegetação remanescente;

Cálculo do PSC, que é a soma das áreas (em hectares) de complexos - área total, inclusive fora do hexágono.

Cálculo do PS (Soma total de área de remanescente - somente dentro do hexágono);

Cálculo do CS (número de polígonos dentro do hexágono);

Fórmula adaptada: $IF = PSC / [(ps/cs/ah) * (ps/ah)]$, onde ah: área do hexágono = 100 hectares;

Normalização dos valores encontrados: Cálculo do IF_Norm = $((IF - \text{mínimo}) * 100) / (\text{Máximo} - \text{mínimo})$.

O índice foi adaptada para 5 categorias. Sendo *mínima* fragmentação para valores de 0.001 à 0.01, *pouca* de 0.01 à 0.1, *média* de 0.1 à 1, *moderada* de 1 à 10 e *forte* de 10 à 100.

4.1 Análise do índice de fragmentação

A interpretação do mapa de cobertura e uso do solo, produzido em 2010, foram agrupadas e classificadas cinco classes: agricultura, pastagem, vegetação remanescente nativa, área urbana e corpos hídricos. A cada tipo de habitat foi atribuído um atributo conforme a tabela 04.

Tabela 04. Atributos dos elementos da paisagem da RMG

Cobertura	Atributo
Vegetação Remanescente Nativa	(S) - sensível
Agricultura	(P) - pressão
Pastagem	(P) - pressão
Área urbana	(P) - pressão
Corpo Hídrico	(N) - Neutro

Neste caso foi necessário enquadrar a classe pastagem como atividade que exerce pressão, diferente do proposto no índice original, onde pastagem é neutra. Isso se fez

necessário devido à pastagem representar 49% do território do estado. No censo agropecuário de 2006 aponta como o quarto na produção bovina do país (IBGE 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise estatística do índice investigado demonstra o grau de fragmentação na região. Valores entre 0.001 à 0.01 indica na escala, *mínima* fragmentação. Enquanto que os valores entre 10 à 100 indica *forte*. A categoria *média* teve a maior representatividade com 39,12% da RMG, seguida pela *pouca* com 33,17%, *mínima* com 4,19%, *moderada* com 0,4% e *forte* com 0,03%. Entretanto, embora haja uma concentração em *média* e *pouca* fragmentação, tem-se os *polígonos sem vegetação nativa remanescente significativa*, que são aqueles sem vegetação ou com reduzido índice vegetacional, ou ainda com áreas de vegetação muito pequena, representando aproximadamente 23,09% do território (figura 16).

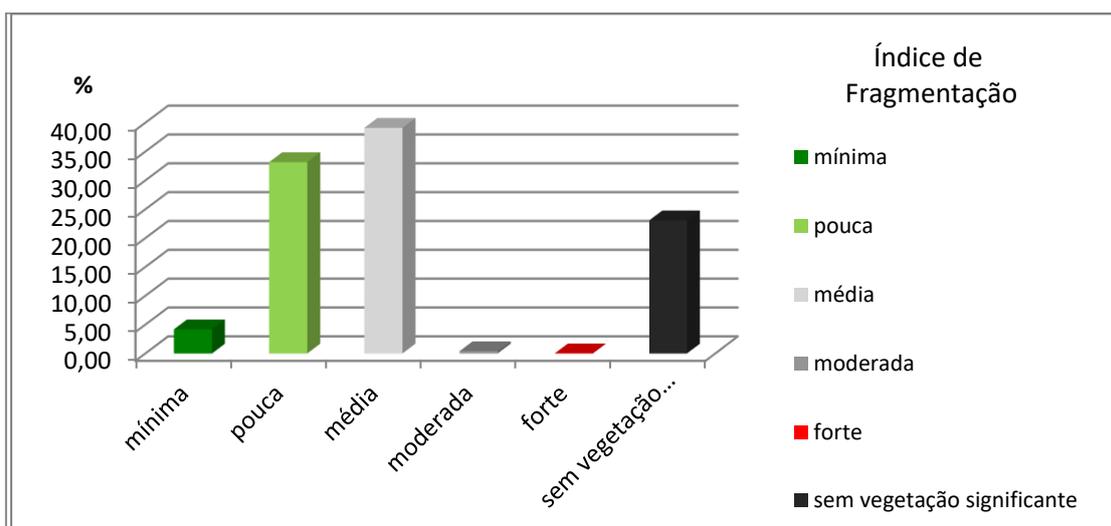


Figura 16. Gráfico das categorias do índice.

5.1 Municípios

5.1.1 Distribuição espacial do índice de fragmentação da paisagem

Na análise da paisagem de uma região é necessário discutir a fragmentação da cobertura do solo, dentre outras variáveis. Desta forma, com base na Figura 17, pode-se analisar a paisagem dos municípios de acordo com o arranjo dos elementos que o compõem, dando ênfase a conectividade dos remanescentes naturais. Este cenário revela que os usos distintos do solo, como atividades agropecuárias e uso urbano causaram mudanças na paisagem da RMG, sabido que algumas décadas atrás o original não corresponderia a análise realizada.

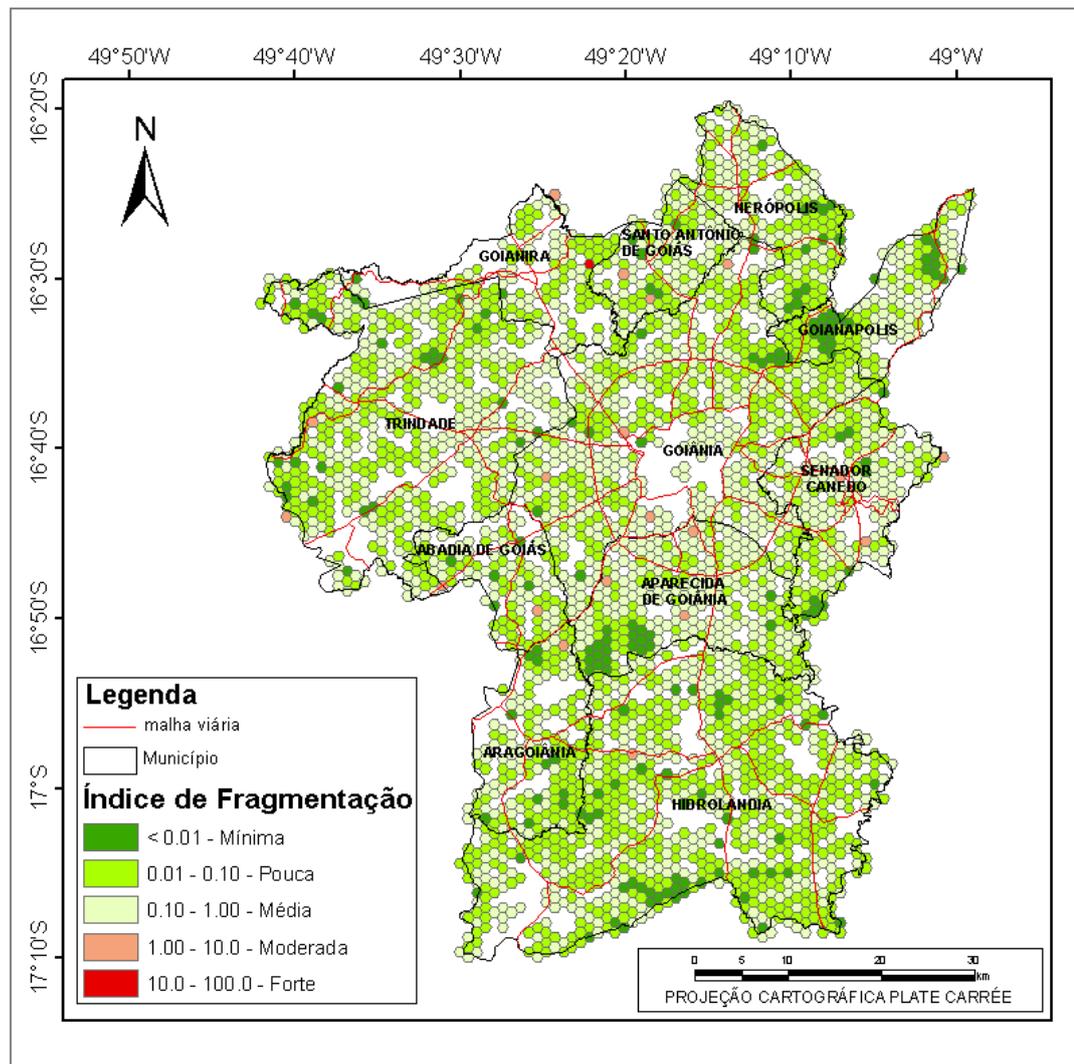


Figura 17. Índice de fragmentação da paisagem.

5.1.2 Análise estatística do índice por municípios

De acordo com o índice gerado, ao ser avaliado a conectividade dos remanescentes naturais, verificou-se que a categoria *média*, foi a maior encontrada nos municípios de Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Goianópolis, Goiânia, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade, situados principalmente na região norte da RMG. Já a *pouca* prevaleceu nos municípios de Aragoiânia e Hidrolândia; e em Goianira, teve como índice preponderante *polígonos sem vegetação nativa remanescente significativa* (Tabela 05).

Tabela 05. Categoria do índice por municípios em hectares.

ÍNDICE/MUNICÍPIOS	mínima	pouca	média	moderada	forte	sem vegetação significante
	hectares					
Abadia de Goiás	467,87	4382,51	5242,00	147,36	0,00	4487,43
Aparecida de Goiânia	2095,06	7001,43	16742,33	300,00	0,00	2972,94
Aragoiânia	1123,83	7768,10	6641,77	100,00	0,00	6101,90
Goianápolis	2097,38	5467,47	6258,80	0,00	0,00	2288,36
Goiânia	1310,64	21774,79	33348,45	400,00	0,00	16923,33
Goianira	283,71	5379,62	5223,34	0,00	100,00	9211,21
Hidrolândia	4353,48	39939,22	29743,73	100,00	0,00	20134,71
Nerópolis	1170,56	7359,55	8350,53	0,00	0,00	3546,42
Santo Antônio de Goiás	500,00	3982,48	6319,66	200,00	0,00	2463,19
Senador Canedo	815,70	6171,36	12763,33	200,00	0,00	4587,53
Trindade	2504,91	23306,77	25665,91	152,84	0,00	19543,89
TOTAL	16723,14	132533,30	156299,85	1600,20	100,00	92260,91

No entanto não foram encontrados expressividade nas categorias *mínima*, *moderada* e *forte*. Esses dados revelam que todos os municípios comportam grandes áreas com vegetação fragmentada ou mesmo sem ela, associada aos usos econômicos encontrado na RMG (Figura 18).

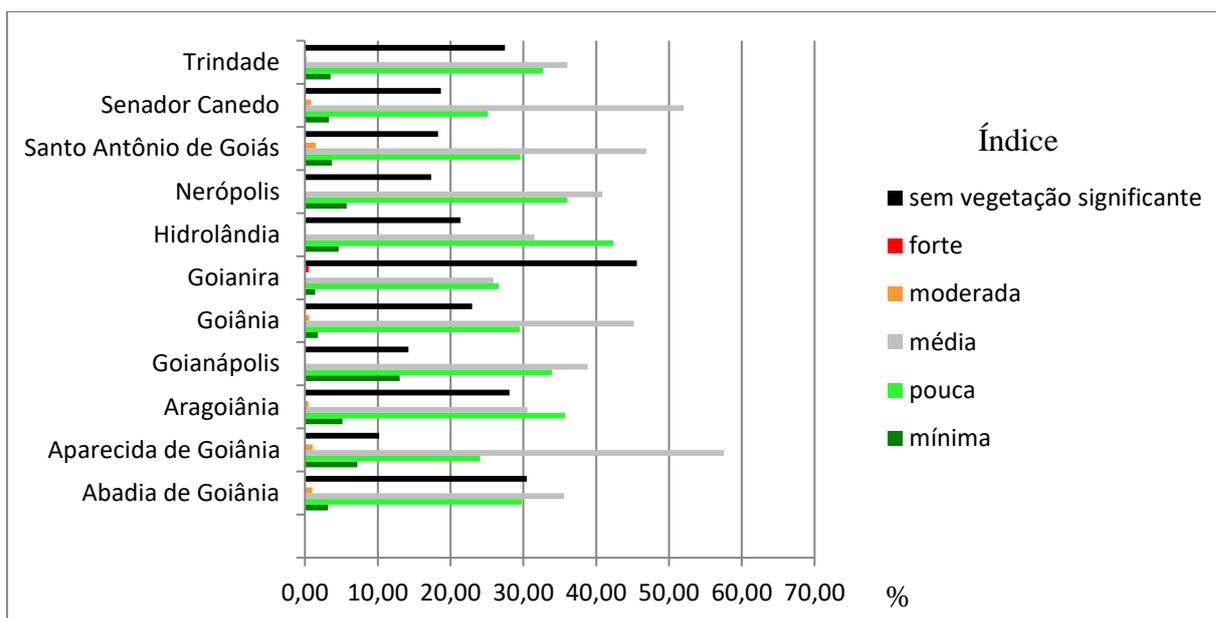


Figura 18. Categorias do índice por municípios em porcentagem.

Na classe prevalecente, *média* fragmentação, destaca-se três municípios: Aparecida de Goiânia, Senador Canedo e Goiânia, (Tabela 06).

Tabela 06. Estatística dos municípios

Município	Área urbana Hectares	Média fragmentação	Sem vegetação significante	TOTAL
Aparecida de Goiânia	18111,35	16742,33	2972,94	29108,21
Senador Canedo	4485,04	12763,33	4587,53	24521,02
Goiânia	42588,61	33348,45	16923,33	73757,23

O primeiro possui 57,51% em relação à área total do município. Apesar de representar a terceira maior porcentagem de vegetação nativa remanescente, por causa do parque, esta contém grande mancha urbana com índice baixo de vegetação, entrelaçada com a capital do estado, justificando a prevalência desta classe.

Em segundo lugar com 52,01%, Senador Canedo, vem se despontando na economia do Estado. Hoje, é um dos principais destinos dos investimentos, sendo 2º em arrecadação do ICMS relacionado pelo setor petroquímico. Esses investimentos proporcionaram a abertura de loteamentos para a expansão da cidade, principalmente ao longo das GO 403 e GO 020/352, gerando a conurbação com a capital. No ano de 2000 a população era de 53.030 habitantes e em 2010 de 84.443, um incremento de 59% da população, caracterizando no período, o município da região metropolitana com maior expansão demográfica.

Em seguida vem Goiânia, com 45,21% de área de *média* fragmentação. Observa-se que a capital, tem seu limite físico interligado com os outros dois municípios citados, sendo a porção sul a mais fragmentada, com considerável extensão da mancha conurbada com Aparecida de Goiânia.

Uma análise comparativa entre a classe *mancha urbana*, *média* fragmentação e *polígonos sem vegetação nativa remanescente significativa* dos municípios de Aparecida de Goiânia, Senador Canedo e Goiânia, confirma que a expansão da mancha urbana é fator determinante para a fragmentação da paisagem, pois ocupam cerca de 62,22%, 54,74% e 18,29% de área, respectivamente.

Os *polígonos sem vegetação nativa remanescente significativa* representam 10,21%, 22,94% e 18,70% nos três municípios respectivamente, com parcela significativa localizada na mancha urbana. Na capital do estado, Goiânia, os polígonos sem vegetação significativa estão localizados principalmente nas áreas urbanas, mostrando que essa região está desprovida dos benefícios que a vegetação pode exercer nos centros urbanos, como o controle da temperatura e qualidade do ar. Essas áreas correspondem a bairros conhecidos,

como setor Central, Campinas, Bueno, Jardim America, Aeroporto dentre outros, com 22,94% de representação (figura 19).

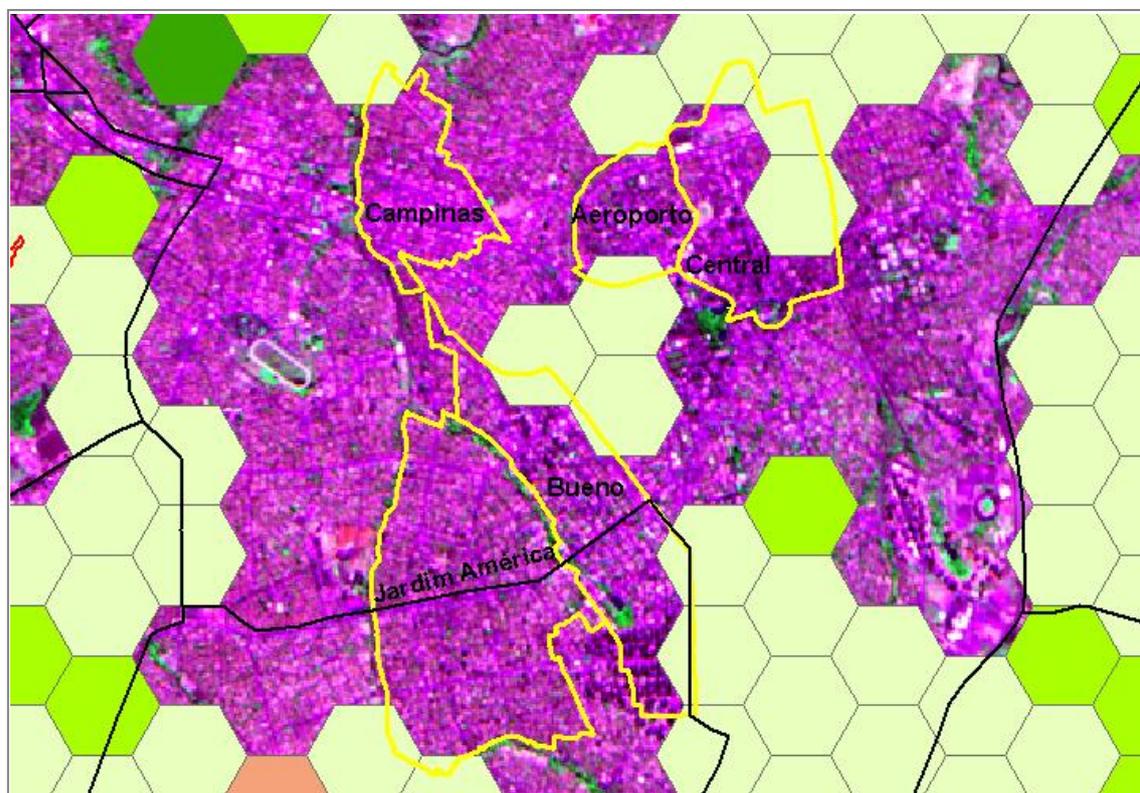


Figura 19. Bairros de Goiânia.

Alves et al. (2011), em seu trabalho sobre mapeamento de áreas urbanas impermeabilizadas, detectou para o ano de 2009, 30,95% de área impermeável em Goiânia, decorrente da paisagem urbana edificada. Segundo Small (2004) “As paisagens urbanas são compostas por um conjunto diversificado de materiais (concreto, asfalto, metal, plástico, telhas de madeira, vidro, água, grama, vegetação arbustiva, árvores e solo) dispostos de maneira complexa para a construção de habitação, sistemas de transporte, estabelecimentos de comércios e serviços, instalações industriais e áreas para recreação”.

Na porção nordeste do setor Central (Figura 20) são identificados polígonos atribuídos como *média* fragmentação, em discordância com as regiões adjacentes, tratando-se de mancha urbana com alta densidade populacional. Isso só foi possível devido à presença de vegetação no Parque Botafogo e Mutirama.

Todos os municípios possuem vastas extensões de polígonos com ausência de vegetação nativa remanescente em regiões de agricultura e pastagem (Figura 20, 21). Considerando que cada hexágono tem 100 hectares, e que o mesmo não foi atribuído a nenhuma das 5 categorias (*mínima, pouca, média, moderada e forte*) sugere-se que ali possa estar ocorrendo a monocultura. Isso é grave, visto que a falta de vegetação em extensas áreas pode provocar erosões, assoreamentos, isolamento de espécies, alterando assim o equilíbrio dos ecossistemas (Abdon, 2004).

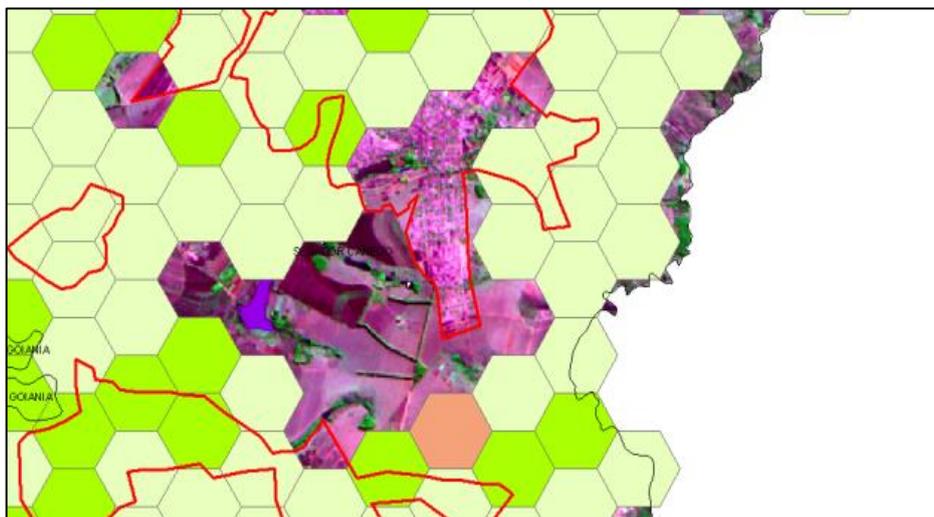


Figura 20. Área de agricultura e pastagem ao lado mancha urbana de Senador Canedo.

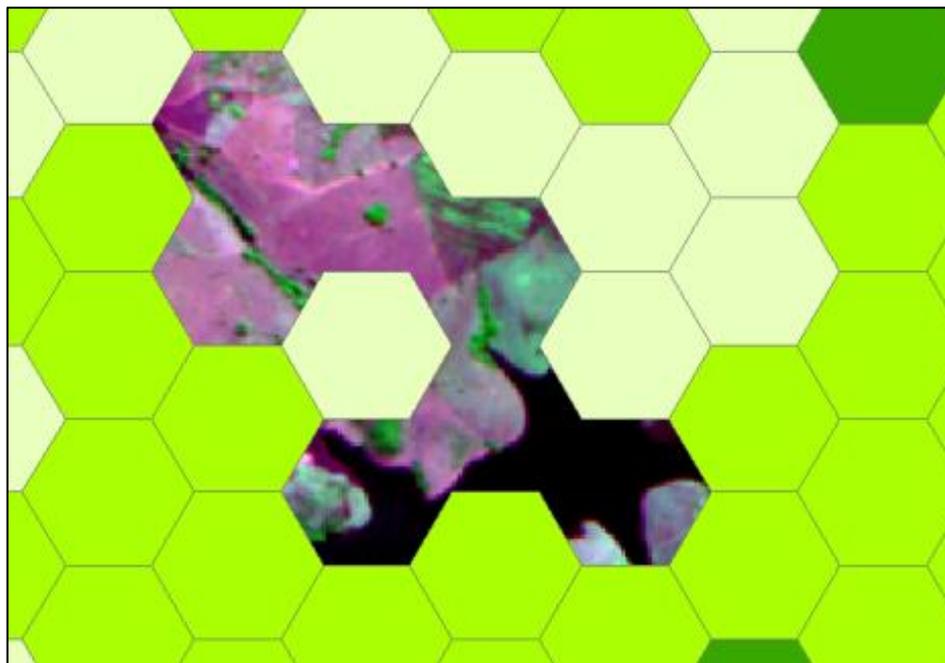


Figura 21. Área de agricultura e pastagem ao redor da barragem João Leite.

5.2 Bacias Hidrográficas

5.2.1 Distribuição espacial do índice por bacias

A análise do grau de fragmentação da paisagem nas bacias hidrográficas permitiu conhecer a situação atual destas, por meio do uso e ocupação do solo. Foram delineadas 33 bacias hidrográficas, sendo algumas de uso eminentemente urbano e outras sem concentração de áreas edificadas, porém com alto uso agrícola. O resultado do índice é mostrado na figura 22.

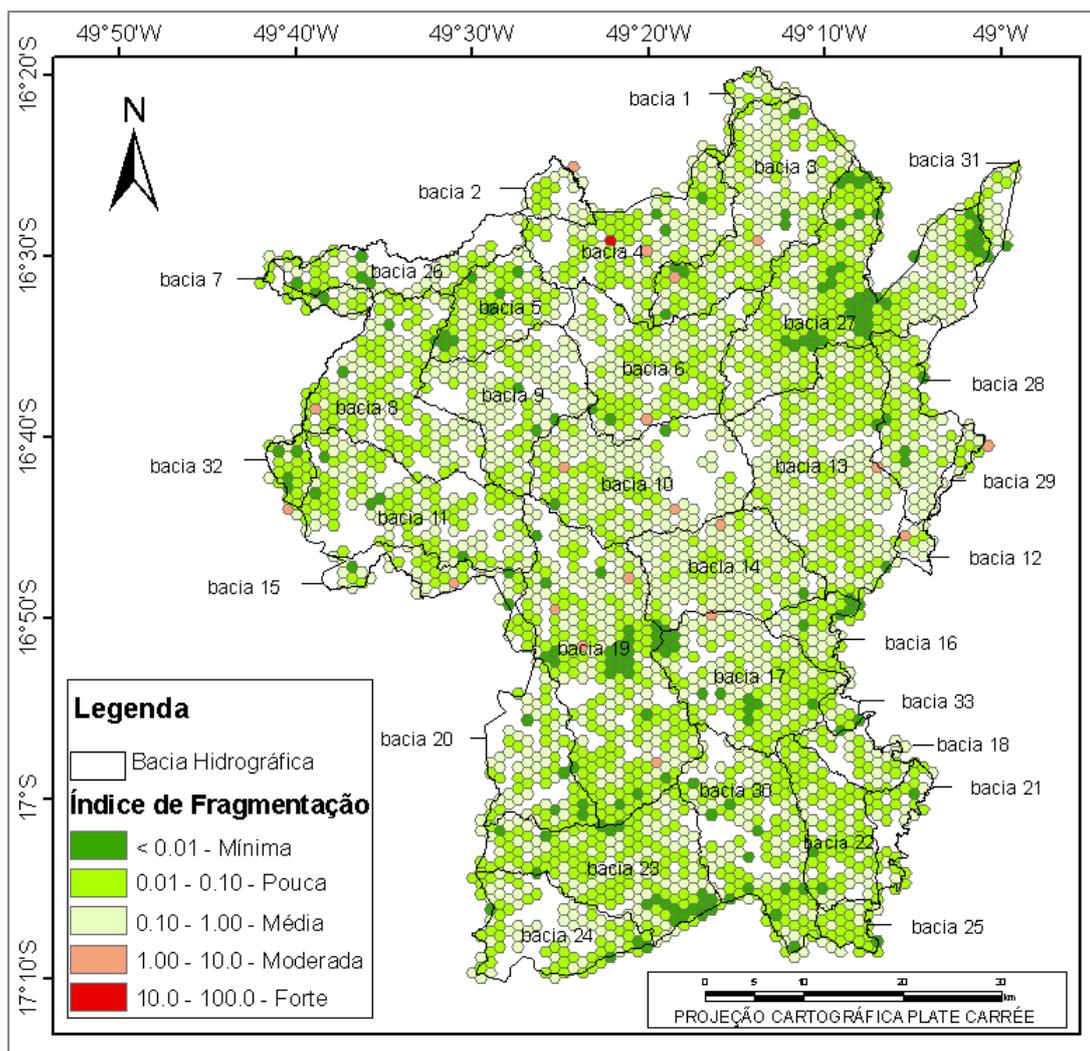


Figura 22. Índice por Bacia Hidrográfica.

5.2.2 Análise estatística do índice por bacias hidrográficas

A Tabela 07 apresenta os índices de fragmentação das 33 bacias da RMG. Elas têm como predominância a categoria *pouca*, com 13 bacias, e *média* com 15 bacias. No entanto, não foram identificadas com maior intensidade as categorias *mínima*, *moderada* e *forte* nas demais bacias. Porém cerca de 5 delas foram detectados os *polígonos sem vegetação nativa remanescente significativa*, que conforme citado anteriormente trata-se de hexágonos sem vegetação ou com pouca vegetação, ou ainda com áreas reduzidas de vegetação.

Tabela 07. Estatística do índice por bacias hidrográficas

ÍNDICE/BACIAS	mínima(ha)	pouca(ha)	média(ha)	moderada(ha)	forte(ha)	sem vegetação significativa (ha)
BACIA 1	0,00	655,69	918,73	0,00	0,00	341,81
BACIA 2	0,00	771,34	952,82	0,98	0,00	1256,69
BACIA 3	597,88	6078,24	9560,38	200,00	0,00	4408,20
BACIA 4	316,08	5663,75	5676,12	100,00	100,00	5015,73
BACIA 5	744,64	4038,20	3336,41	0,00	0,00	1493,53
BACIA 6	167,62	6000,55	7511,60	100,00	0,00	4721,31
BACIA 7	136,94	827,55	616,03	0,00	0,00	513,53
BACIA 8	250,72	7045,24	6936,58	100,00	0,00	5350,83
BACIA 9	299,87	2634,04	8491,98	0,00	0,00	4515,25
BACIA 10	232,50	4230,04	9953,68	200,00	0,00	7528,31
BACIA 11	513,85	6618,92	6691,29	0,00	0,00	7336,56
BACIA 12	0,00	235,70	652,92	100,00	0,00	457,54
BACIA 13	188,88	8323,61	15201,58	68,28	0,00	4577,52
BACIA 14	190,95	3130,55	10188,91	127,19	0,00	2097,19
BACIA 15	251,40	2110,99	1759,69	100,00	0,00	1897,71
BACIA 16	354,52	1554,72	1736,81	0,00	0,00	260,00
BACIA 17	1172,45	5923,41	7725,46	72,80	0,00	2660,82
BACIA 18	81,56	1407,53	1605,82	0,00	0,00	1429,69
BACIA 19	2497,69	13036,77	11602,01	400,00	0,00	6119,88
BACIA 20	543,66	3365,47	3982,67	0,00	0,00	4186,84
BACIA 21	100,00	1748,66	597,76	0,00	0,00	1613,90
BACIA 22	218,72	5719,07	2612,79	0,00	0,00	1840,33
BACIA 23	1525,39	9144,56	7217,45	0,00	0,00	1970,92
BACIA 24	231,37	3705,98	3580,46	0,00	0,00	4589,96
BACIA 25	44,48	1643,49	567,48	0,00	0,00	59,31
BACIA 26	467,69	1961,88	2531,12	0,00	0,00	4519,65
BACIA 27	3519,11	12224,55	10973,38	0,00	0,00	2906,09
BACIA 28	398,82	2852,25	5272,42	31,72	0,00	1795,60
BACIA 29	0,00	339,76	582,60	1,45	0,00	332,66
BACIA 30	1044,55	6909,14	5524,58	0,00	0,00	4957,59
BACIA 31	137,05	599,36	1096,46	0,00	0,00	793,93
BACIA 32	370,60	1438,07	296,26	0,21	0,00	208,01
BACIA 33	118,43	559,39	282,04	0,00	0,00	431,58

Observa-se que a paisagem das bacias 10 e 14 são de uso eminentemente urbano, localizadas no município de Goiânia e Aparecida de Goiânia. Nas duas predominam a categoria *média* fragmentação, com 44.95% e 64.76% respectivamente. Em seguida, na bacia 10, predominou os *polígonos sem vegetação significativa* com 34%, que são aqueles com ínfima cobertura vegetal, e na bacia 14 predominou a classe *pouca* fragmentação, com 19.90%, havendo uma disparidade entre elas, visto que ambas trata-se de bacias eminentemente urbanas.

A figura 23 mostra esses elementos, caracterizado pela baixa área de vegetação existente.

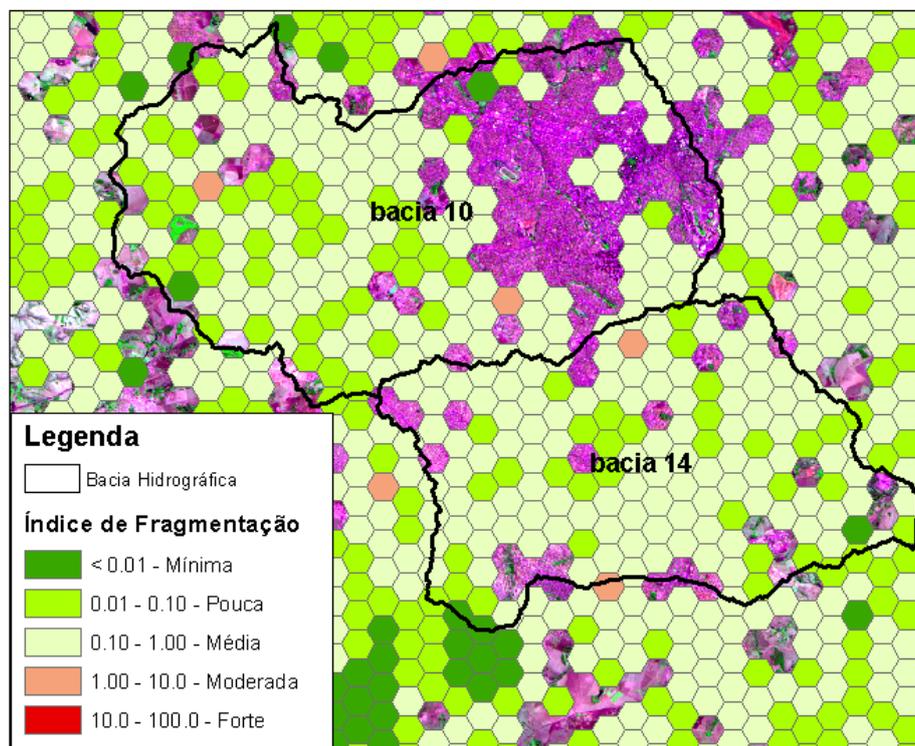


Figura 23. Fragmentação da Paisagem - Bacia 10 e 14.

Investigando os motivos dessa disparidade, observam-se nas bacias os elementos que compõem a paisagem; a área urbana da bacia 10 representa 83,57% da área total, sendo 11,98% desta, formada por vegetação urbana. Já a bacia 14 possui 84,21% de área urbana, sendo 15,44% de vegetação urbana, confirmando que a quantidade de vegetação em área urbana influencia na classificação do índice.

Tabela 08. Estatística das bacias 10 e 14

BACIA	Área urbana hectares	Sem Veg. significante	Média	Pouca	Vegetação total %
Bacia 10	18505,74	7528,31	9953,68	4230,04	13,72
Bacia 14	13250,11	2097,19	10188,91	3130,55	17,62

Outro fator que ratifica essa diferença entre as bacias é o tipo de ocupação nas áreas de preservação permanente mapeada no capítulo 1 desta dissertação (figura 24).

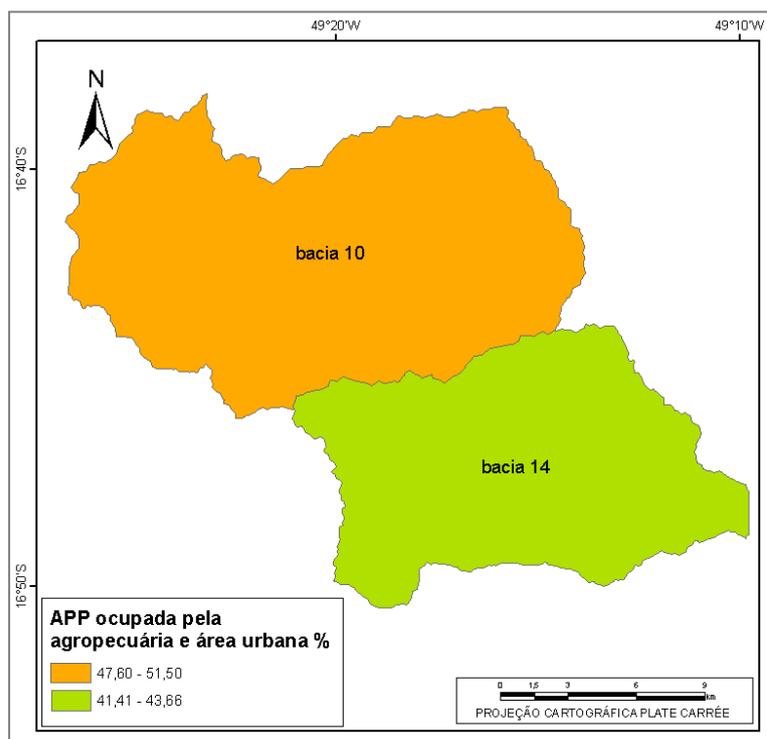


Figura 24. Distribuição das classes agricultura, pastagem e área urbana dentro de áreas de preservação permanente nas bacias hidrográficas.

Nas áreas de preservação permanente da bacia 10, 50,07% é ocupado irregularmente, sendo 35,04% por mancha urbana, e na 14, 42,87% irregular, constituindo 28,98% por área urbana, revelando que as apps da bacia 14 estão com cobertura vegetal superior em relação a bacia 10 (tabela 09).

Tabela 09. Estatística das classes da paisagem das bacias 10 e 14

BACIA	Pastagem hectares	Agricultura	Área urbana	Vegetação	Água	Total
10	1,01	0,29	3,04	4,25	0,08	8,67
14	0,69	0,04	1,73	3,47	0,04	5,96

5.3 Parques

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, trás informações relevantes sobre a importância da preservação das unidades de proteção integral. Dentre as categorias das unidades, destacam-se os parques, por ter como objetivo a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, promovendo o uso para fins científicos e recreativos como o ecoturismo (VALLEJO, 2009).

Os dois parques contidos na RMG, Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco - PEAMP e o Serra da Areia são os que possuem a maior concentração de polígonos com

mínima fragmentação, explicado por ter leis que as protegem. Porém observam-se mudanças de escalas de fragmentação, mostrando a quebra de continuidade da vegetação (figura 25).

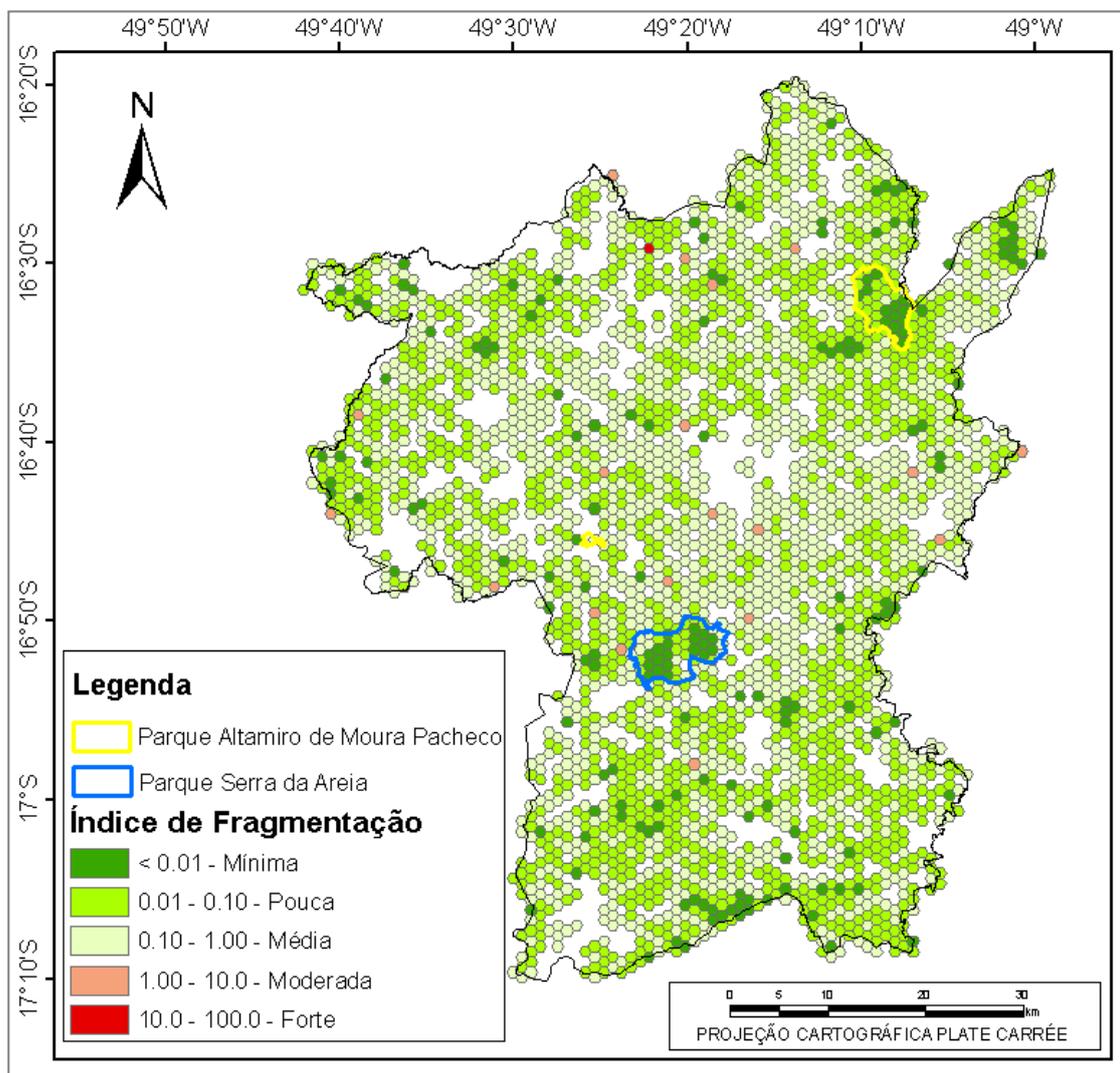


Figura 25. Índice de fragmentação nos parques da RMG.

Prosseguindo na análise dos parques, verifica-se na figura 26, que ambos sofrem com os efeitos de bordas, assim como em toda região. Esse efeito é resultado da interação entre dois ecossistemas adjacentes e separados por uma abrupta transição, afetando organismos através de mudanças nas condições bióticas e abióticas (MURCIA 2005), sendo a malha viária fator expressivo na região. Cabe salientar que a gestão das estradas brasileiras, em sua maioria, não se preocupam com a segregação das espécies, ou seja, não possuem tuneis e pontes ecológicas em seu percurso (ROCHA, 2005).

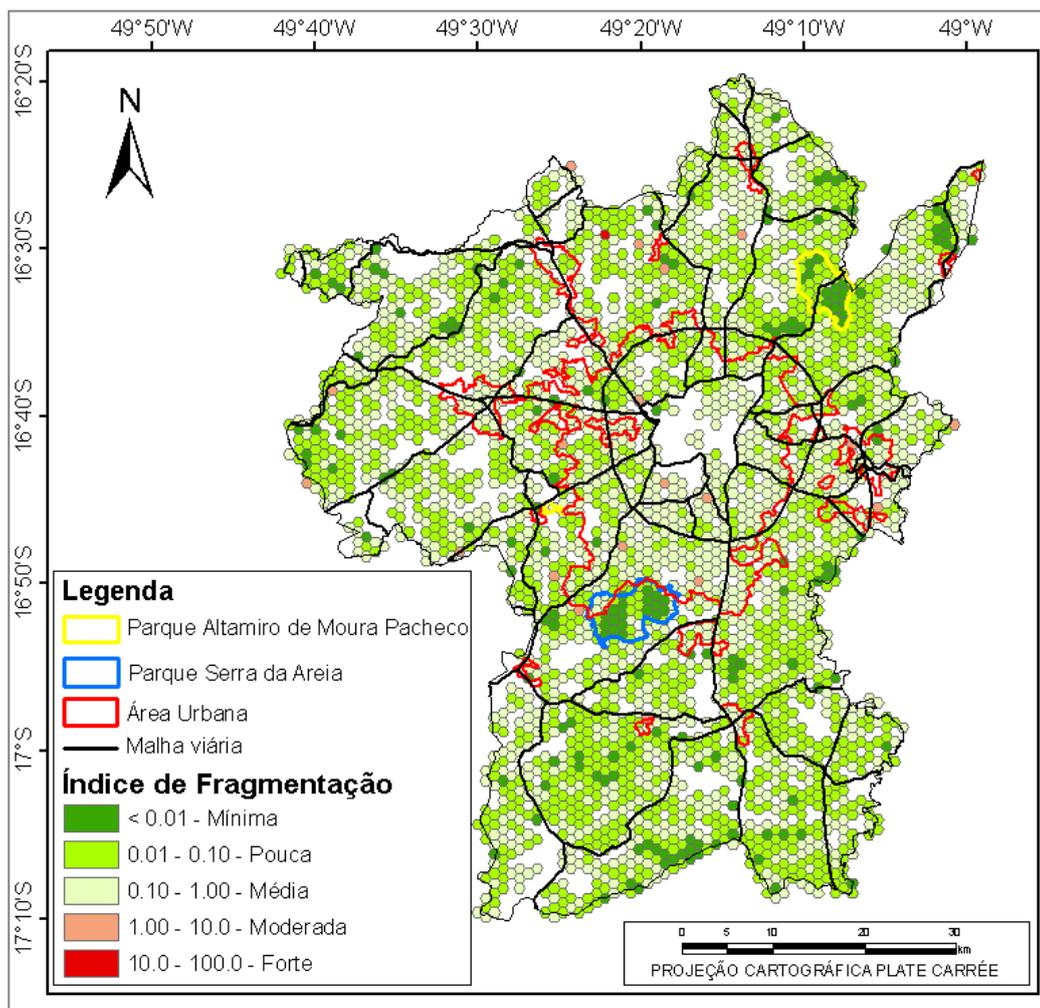


Figura 26. Índice de fragmentação com sobreposição das estradas, parques e área urbana da RMG.

5.2.1 Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco - PEAMP

O PEAMP, criado pela a Lei Estadual (GO) nº 11.471 de 3 de julho de 1991, é uma Unidade de Proteção Integral, cujo objetivo é “preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei”(SNUC), possuindo área de 3150 hectares. Situado nos municípios de Nerópolis e Goianópolis, a sua vegetação predominante, Mata Estacional Semidecidual, sofre com a expansão metropolitana de Goiânia (CAMPOS, 2004). A averiguação por meio do índice revela áreas com *mínima*, *pouca* e *média* fragmentação, conforme pode ser visto na Figura 27.

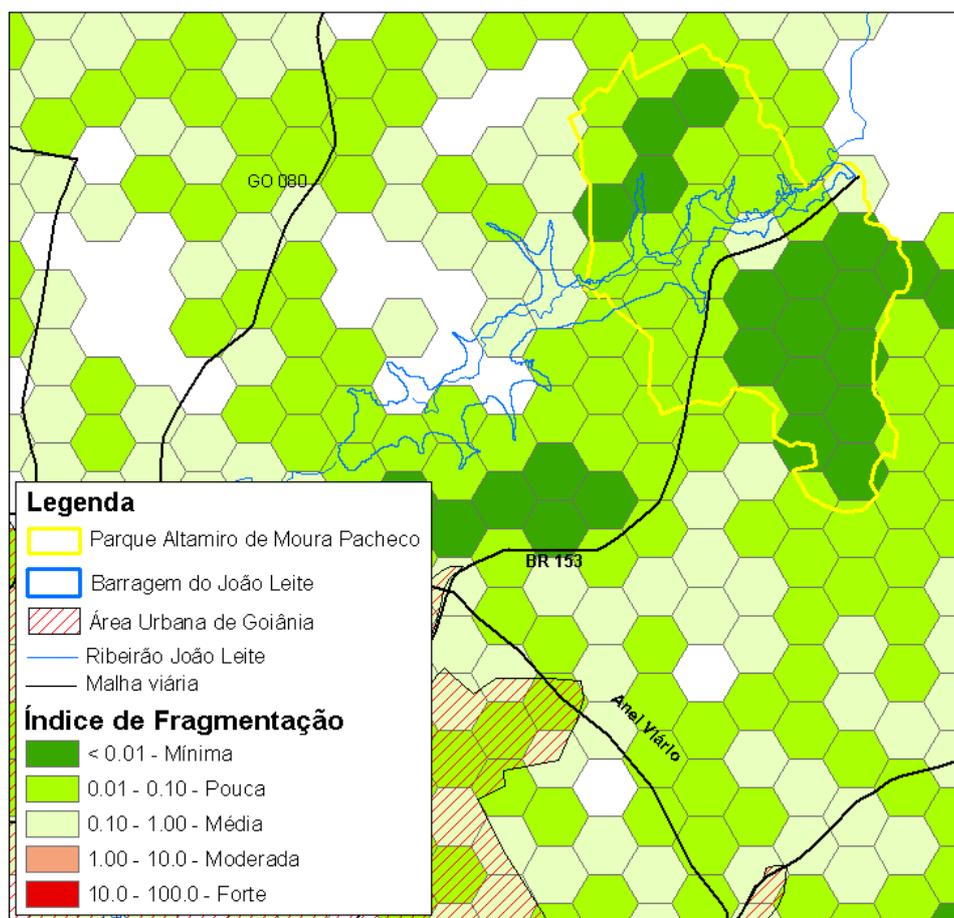


Figura 27. Índice do PEAMP.

O parque é cortado pela BR 153 e pela barragem do Ribeirão João Leite, sendo esses dois fatores, região de borda. Observa-se que a rodovia e o reservatório, são fatores limitantes na continuação da vegetação, visto que existem 4 polígonos de *mínima* fragmentação na região noroeste do parque e 13 polígonos a sudeste. Percebe-se também que no entorno do parque, mais precisamente a sudoeste, uma região com 6 polígonos de *mínima* fragmentação, que foi separada da região com 13 polígonos, certamente por causa da rodovia, tendo propriedades rurais com atividades agropecuárias entre elas, pois já conhece as influencias da malha viária na conversão da vegetação nativa em pastagem ou agricultura, devido ao fácil acesso e escoamento da produção.

Na visita de campo verificou-se a possibilidade dessas áreas serem conectadas adotando medidas como desapropriação das propriedades, criação de túneis na rodovia para a passagem da fauna, ou alteração do traçado da rodovia, sendo esta última a mais onerosa, que dificilmente o poder público irá escolhê-la.

5.2.2 Parque Municipal Serra da Areia

O parque situa-se no município de Aparecida de Goiânia, fazendo limite com os municípios de Hidrolândia e Aragoiânia. Possui área de aproximadamente 4.278 ha, formado por vales abertos e rasos de fundo chato que se constituiu áreas úmidas, setor da paisagem denominado de Vereda, abrigando nascentes dos córregos que abastecem a população do município de Aparecida de Goiânia, sendo os córregos das Lajes, Santo Antônio, Lajinha e da Mata, (LOPES e CARRARO, 2005).

A região norte do parque limítrofe da área urbana de Aparecida de Goiânia, inclusive já sendo degradada pela expansão urbana da cidade, por conter loteamentos dentro do perímetro da unidade de conservação. Atividades agropecuárias também estão presentes na região.

As estradas vicinais de jurisdição municipal permeiam o parque, e acessam as propriedades rurais situadas por todo território (Figura 28). Observa-se que justamente onde se situa essas estradas a uma mudança de *mínima* para *pouca* e *média* fragmentação, chegando a ter *polígono sem vegetação* *significante*, mostrando que as rodovias são fatores de bordas que favorecem a divisão dos habitats naturais. A situação só não é pior, porque são estradas de chão, sem asfalto. Por ser tratar de área de proteção integral, a desapropriação de boa parte das fazendas e/ou incentivando à conservação e à recuperação florestal de áreas degradadas ou adotando atividades de uso sustentável como o ecoturismo são medidas que favorecem a manutenção da biodiversidade.

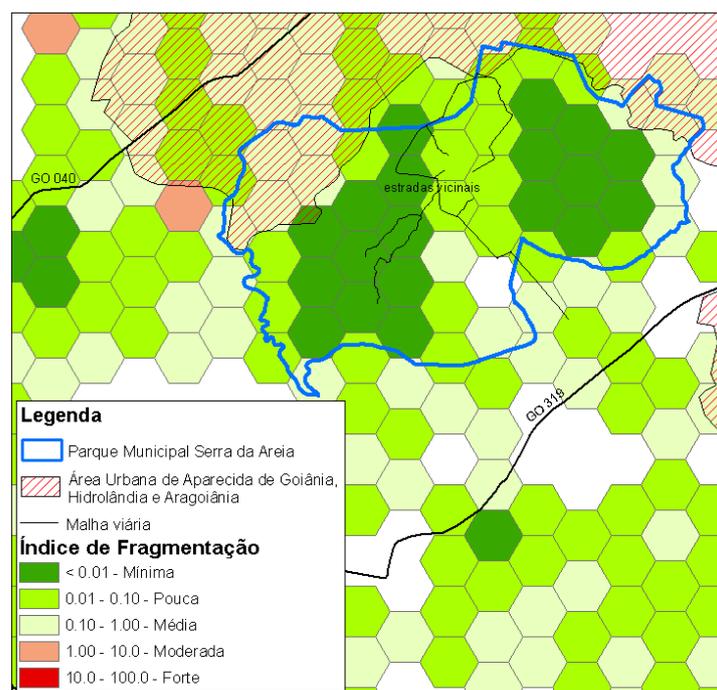


Figura 28. Índice do Parque Serra da Areia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O índice desenvolvido na Europa e adaptado nesta pesquisa mostrou a importância da manutenção da vegetação nativa para a qualidade da paisagem, seja em nível municipal ou por bacias hidrográficas. Mostrou-se eficiente ao avaliar a paisagem observando a conectividade dos remanescentes naturais, revelando o grau de fragmentação, indicando áreas que necessitam de maior cuidado do poder público.

Esse índice pode ser usado no monitoramento das variações do uso da terra de forma automático, por meio das geotecnologias usando imagem de satélite, encontrando software gratuito capaz de fazer essas análises.

Em geral os resultados mostraram que a região possui extensas áreas sem vegetação nativa, principalmente nas paisagens urbanas e em grandes áreas de atividade agropecuária. Nos polígonos *sem vegetação nativa remanescente significativa* e os atribuídos como *forte* fragmentação, percebe-se que a uma semelhança nos arranjos dos hexágonos, podendo concluir que ambos possuem a mesma preocupação em relação a conectividade dos remanescentes naturais.

A preservação de áreas naturais em centros urbanos está associado a qualidade do ar e da temperatura na região, já em áreas rurais está vinculada a preservação da biodiversidade, podendo está abrigando espécies em extinção. Nesta pesquisa conclui-se à necessidade de criação de corredores ambientais para atender essas demandas, conectando fragmentos que se encontra soltos dando assim maior valor à paisagem em que se vive atualmente.

Embora a área de estudo como um todo está fragmentada, sob influencia das atividades de agricultura, pastagem e expansão urbana, associada aos efeitos de borda, como as estradas e a barragem do João Leite, os parques possuem extensas áreas de vegetação nativa remanescente, constituindo importantes reservas naturais, como refugio para a fauna, além das espécies vegetais. Porém pode-se melhorar a situação atual, aumentando a quantidade de unidades de conservação, recuperando áreas de preservação permanente e criando áreas de uso sustentável. É importante também a efetivação de sistemas de monitoramento da cobertura vegetal, integrado com a fiscalização e educação ambiental.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDON, M. M. Os impactos ambientais no meio físico – Erosão e Assoreamento na bacia hidrográfica do Rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária. Tese de Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental. 2004. USP. São Carlos.

ALMEIDA, A. M. R. **A paisagem do parque Tingui - Curitiba-PR - e a presença de capivara (*hydrochoerus hydrochaeris*, linnaeus, 1766)**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal. 2012. UFPR. Curitiba

ALVES, T. M.; CHAVEIRO, E. F. **Metamorfose urbana: A conturbação Goiânia – Goianira e suas implicações sócio-espaciais**. Revista Geográfica Acadêmica. v.1, n.1, p 95-107, 2007.

ALVES, P. R.; OLIVEIRA, B. S.; OLIVEIRA, W. N.; FERREIRA, N. C. **Avaliação de imagens orbitais para o mapeamento de áreas urbanas impermeabilizadas**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2011. Maceió – AL.

BARROS, F. A. **Efeito de borda em fragmentos de floresta Montana, Nova Friburgo-RJ**. Niterói. 2006. UFF. Dissertação de mestrado em Ciências Ambientais.

BERTRAND, G.; PAYSAGE, E. T. Géographie Physique Globale: esquisse methodologique. Revue Géographique des Pyrenées et du Sud-Ouest, v.39, n.3, p.249-72, 1968.

BONNET, B. R. P. **Relação entre qualidade da água e uso do solo em bacia hidrográficas no cerrado brasileiro: Aspectos físicos e sociais e proposição de diretrizes**. Goiânia, 2007. UFG. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais).

BONNET, B. R. P.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. **Ampliação de ambientes ripários como alternativas às reservas legais: Conciliando políticas florestal e conservação dos recursos hídricos no bioma Cerrado**. Boletim Goiano de Geografia. v 27 n. 1, p 99, 2007.

BORDALLO, C. L. A. **A Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento dos Recursos Hídricos**. Belém: NUMA/UFPA, 1995

BRASIL. Código Florestal Brasileiro de 1965. **Diário Oficial [da] União**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771compilado.htm>. Acessado em: 17/09/2010.

BRASIL. Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil, de 24 de fev. de 1891. Diário Oficial [da] União, Congresso Nacional Constituinte, Rio de Janeiro, 24 fev. 1891. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao91.htm>. Acesso em 13-maio-2012.

CAMPOS, A, C. **Degradação Ambiental em unidades de conservação estaduais: o caso do Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco e seu entorno**. Goiânia. 2004. UFG Dissertação de mestrado em Geografia.

CANEPARO, S.C. **Análise da dinâmica espacial da ocupação antrópica em Paranaguá/PR (1952- 1996), através do uso de sistema de informações geográficas.** R. RA'E GA, Curitiba, n. 4. p.111- 130. 2000. Editora da UFPR.

CARELLI, L.; LOPES, P. P. **Caracterização Fisiográfica da Bacia Olhos d'água em Feira de Santana/BA: Geoprocessamento aplicado à análise ambiental.** Boletim Goiano de Geografia. Goiânia, v. 31, n. 2, p. 43-54, jul./dez. 2011.

CHELHAS, J.; GREEMBERG, R. **Forest patches in tropical landscapes.** Califórnia: **Island Press.** 1996: Introduction. p.XV – XXXVI.

DAHL, A. L. **The big picture: comprehensive approaches.** In: MOLDAN G.; BILHARZ, S. (Eds.) Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.

FERREIRA, M. E. **Modelagem da dinâmica de paisagem do cerrado. Modelagem da dinâmica dos desmatamentos no bioma cerrado: cenários e perspectivas para a conservação.** Goiânia-GO. 2009.UFG. Tese de Doutorado em Ciências Ambientais

FILHO, B. S. S. **Análise de Paisagem: Fragmentação e Mudanças.** www.csr.ufmg.br. Dezembro de 1998.UFMG

FREITAS, R. **Regiões Metropolitanas: uma abordagem conceitual.** Humanae. Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Humanas. v.1, n.3, p. 44-53, dez. 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006.** Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/> Acesso em 3/02/2012

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em: 10/09/2010.

JACOBI, P. **Impactos Sócio-Ambientais Urbanos na Região Metropolitana de São Paulo.** Revista VeraCidade – Ano I - nº 01 – Dezembro de 2006

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente. Uma Perspectiva em Recursos Terrestres.** 2009. Editora Parentese. Página 396.

JUNIOR, O. B.; MULLER, A. C. P. **Indicadores Ambientais Georreferenciados para a Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba;** R. paran. Desenv., Curitiba, n. 99, p. 105-119, jul./dez. 2000.

LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; MERONA, J. M. R. & LAURANCE, S. G. **Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities.** Ecology. 1998.

LIMA, A. G. **A bacia hidrográfica como recorte de estudos em geografia humana.** Geografia, Londrina, v. 14, n. 2, p. 173-183, jul./dez. 2005.

LIMA, C. F.; BINZTOK, J.; BARROS, S. R.; BARCELLOS, R.; PINTO, A. R. C.; RAMOS, T. C. Q.; AKASAKA, N. **Expansão Urbana e Dinâmica Demográfica: Gestão**

e Território no (Em) Torno da Comperj. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói – RJ. 2010.

LOPES, L. M.; CARRARO, N. M. S. R. **Geomorfologia da Serra da Areia e entorno, sudoeste de Goiânia-Go.** Geografia, Rio Claro, v. 30, n. 2, p. 303-323, mai./ago. 2005.

MEDERIOS, L. C. **Caracterização Socioambiental das Bacias Hidrográficas do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Dissertação de Mestrado. Goiás. Goiânia. 2009.

METZGER, J. P. **Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica.** Anais da Academia Brasileira de Ciências 71:445-463. 1999

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagem ?** Revista Biota Neotropica. www.biotaneotropica.org.br, publicado em 28 de novembro de 2001.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas /** Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suárez de Oliveira (orgs.). Brasília: MMA/SBF, 2003.510 p.

MOYSÉS, A. **Cidade, segregação urbana e planejamento.** Goiânia: Ed. UCG, 2005.

MURCIA, C. **Edge Effects in fragmented forests: implications for conservation.** Trends in Ecology e Evolution. 10:58-62. 1995

NASCIMENTO, D. T. F. **Emprego de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na análise multitemporal do fenômeno de ilhas de calor no municípios de Goiânia - GO (1986-2010).** Dissertação de mestrado. 2011.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. **Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento.** Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas, Três Lagoas, v. 5, n.7, p. 102-121, 2008.

NEVES, S. M. A. S. **Aplicação de imagens do radar interferométricos (SRTM) na avaliação da fragilidade da bacia do córrego cachoeirinha, nos municípios de Cáceres e Porto Estrela/MT.** Revista Geográfica Acadêmica. Disponível em: <<http://geograficaacademica.webng.com>>. Acesso em: 14 de março de 2011 .

OCDE. **Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the group on the state environment.** Paris: OCDE, 1993.

OMETO, J. P.; MARTINELLI, L.A.; BALLERSTER, M. A.; GESSNER, A.; KRUSCHE, A.V.; VICTORIA, R.L.; WILLIAMS, M. **Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates in two streams of the Piracicaba river basin, Brazil.** Freshwater Biology, v.44, p.327-337, 2000.

PAGLIUCA, D. **Avaliação do marco legal da política pública de uso e ocupação do solo: implementação de condomínios e/ou loteamentos fechados na zona rural de Guaramiranga (CE).** Dissertação de Mestrado. Fortaleza – UFC. 2009. pag 27.

PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. 2001. Editora Planta. Londrina, Paraná. Página 95.

SANTOS, A. R. **Mapeamento de áreas de preservação permanente no Arcgis 9.3**. Porto Alegre: CAUFES, 2010.

SCHELHAS, J. & GREENBERG, R. **Introduction: the value of forest patches. Forest patches in tropical landscapes**. Washington: Island Press, p. 15-36, 1996.

SEPLAN, Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento do Estado de Goiás. 2006. Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/perfilweb/Estatistica_bde.asp>. Acesso em 10 de dezembro de 2011.

SIEG, Sistema Estadual de Estatística e de Informação Geográfica de Goiás. Mapa Geológico, 1:500.000. Disponível em <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em 05/ago/2010.

SILVA, C. E. M. Monocultura e conflitos socioambiental. Site: <www.conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br>. 2011. Acesso: 27 de setembro de 2010

SILVA, W. V da; FERREIRA, N C.; G. A. BOGGIONE. **Análise de vetores de crescimento para a quantificação das transformações urbanas no município de Goiânia**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XII, 2005, Goiânia, Anais INPE, p. 681-688. Acesso em: 13 jun. 2012.

SMALL, C. **The Landsat ETM+ Spectral Mixing Space. Remote Sensing of Environment**, 93: 1-17. 2004.

TROLL, C. **Lufbildplan and ökologische Bodenforschung**. Z. Ges. Erdkunde. Berlin, v.241, n. 98, 1939.

TUCCI, C. E. M. **Controle de enchentes**. In. TUCCI, C. E. M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2000. p.651-658.

WINK, C; GUEDES, J. V. V.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. **Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental**, Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.4, n.1, p. 60-71, 2005.

VALLEJO, L. R. **Os Parques e Reservas como Instrumento do Ordenamento Territorial**. Capítulo 5. Ordenamento Territorial. Coletânea de Textos com Diferentes Abordagens no Contexto Brasileiro. Org: Almeida.F.G., Soares.L.A.A. Ed. Bertrand Brasil. 2009.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA: Guia para utilização de dados geomorfológicos locais – 2008**. Site www.dsr.inpe.br/topodata. Acesso em 04 de junho de 2010.