



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ – REITORIA DE PESQUISA E PÓS – GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**PROCESSO DE FRAGMENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS
REMANESCENTES DE CERRADO: ANÁLISE ECOLÓGICA DA PAISAGEM
DA BACIA DO RIO DOS PEIXES (GO)**

Doutorando: Gabriel Tenaglia Carneiro

Orientadora: Prof^a Dr^a Selma Simões de Castro

Co - Orientador: Prof. Dr. Christian Dias Cabacinha

Goiânia, Agosto de 2012

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) 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), 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

Autor (a):	Gabriel Tenaglia Carneiro		
E-mail:	gabrieltenaglia@hotmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	☒ Sim	☐ Não	
Vínculo empregatício do autor	Servidor Público Municipal		
Agência de fomento:	CNPq	Sigla:	
País:	Brasil	UF:	GO
		CNPJ:	
Título:	Processo de Fragmentação e Caracterização dos Remanescentes de Cerrado: Análise Ecológica da Paisagem da Bacia do Rio dos Peixes		
Palavras-chave:	Expansão da Fronteira Agrícola, Cerrado, Fragmentação		
Título em outra língua:	Fragmentation Process and Characterization of remnants of Cerrado: Landscape Ecological Analysis of Basin Peixe river		
Palavras-chave em outra língua:	Agricultural Frontier Expansion, Cerrado, Fragmentation		
Área de concentração:	Estrutura e Dinâmica Ambiental		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	24/09/2012		
Programa de Pós-Graduação:	Ciências Ambientais		
Orientador (a):	Profa. Dra. Selma Simões de Castro		
E-mail:	Selma.castro@uol.com.br		
Co-orientador (a):*	Prof. Dr. Christian Dias Cabacinha		
E-mail:	ccabacinha@yahoo.com.br		

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

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

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Assinatura do (a) autor (a)

Data: 03 / 11 / 2012

¹ Neste 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.

GABRIEL TENAGLIA CARNEIRO

**PROCESSO DE FRAGMENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS
REMANESCENTES DE CERRADO: ANÁLISE ECOLÓGICA DA PAISAGEM
DA BACIA DO RIO DOS PEIXES (GO)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação –
nível Doutorado - em Ciências Ambientais da
Universidade Federal de Goiás, como Requisito para
obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Estrutura e Dinâmica
Ambiental

Linha de Pesquisa: Monitoramento e Análise de
Recursos Naturais

Orientadora: Dra Selma Simões de Castro

Co - Orientador: Prof. Dr. Christian Dias Cabacinha

Goiânia, Agosto de 2012.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**GPT/BC/UFG**

Carneiro, Gabriel Tenaglia.

C289p Processo de Fragmentação e Caracterização dos Remanescentes de Cerrado [manuscrito]: Análise Ecológica da Paisagem da Bacia do Rio dos Peixes / Gabriel Tenaglia Carneiro. - 2012.

135 f. : figs, tabs.

Orientador: Profa. Dra. Selma Simões de Castro

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2012.

Bibliografia.

1. Cerrado – Biodiversidade 2. Cobertura vegetal – Fragmentação 3. Bioma Cerrado – Diversidade vegetal 4. Fronteira agrícola – Expansão 5. Bacia hidrográfica do Rio dos Peixes I. Título.

CDU: 504(81:213.54)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da Banca Examinadora de Defesa Pública de Tese de
Doutorado em Ciências Ambientais, Nº 004/2012, realizada em 24 de
setembro de 2012.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Prof.^a Dr.^a Selma Simões de Castro – CIAMB

Prof. Dr. Paulo De Marco Junior – CIAMB

Prof. Dr. Fausto Miziera – CIAMB

Prof.^a Dr.^a Karla Maria Silva de Faria - IESA

Prof. Dr. Ivanilton José de Oliveira - IESA

*Dedico este trabalho a minha avó Domitilia,
à minha mãe Ivonete e à minha esposa
Nayanna pelo amor incondicional
nos momentos de vitórias e
derrotas na minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente ao meu Senhor Jesus Cristo pela oportunidade de estar concluindo o doutorado.

Ao meu pai Gabriel Tenaglia e às minhas irmãs Dayane e Camyla pelo apoio, aos meus parentes, em especial minha tia Creuza e sua família, que sempre me acolheram com carinho. Agradeço também à minha nova família Ana, Edir, Jorge e Amanda.

À Professora Dr^a Selma Simões de Castro, pelo empenho na orientação e pela ajuda na minha formação como pesquisador.

Ao Professor Dr. Christian Cabacinha, pela co-orientação para o estudo da florística.

Ao Professor Dr. Leonardo Tejerina Garro, pelo auxílio na execução da Análise dos Componentes Principais.

Ao CNPq, pela concessão de auxílio financeiro à pesquisa e pela bolsa sem a qual não seria possível a realização desta pesquisa.

À FAPEG pelo apoio financeiro aos projetos do LABOGEF.

A todos os meus amigos, em especial a Karla Faria, a Mariana Siqueira, o Maximiliano Bayer e Márcio Zancopé que sempre estiveram prontos a me auxiliar na pesquisa e em ouvir minhas histórias na hora do lanche. Agradeço também os amigos Raphael e Rosane que me auxiliaram muito no início desta jornada.

Ao meu professor e amigo Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin e à professora Dr^a. Rosicler Theodoro da Silva que me introduziram na pesquisa e sempre acreditaram no meu potencial.

Aos professores Dr. Paulo de Marco e Dr. Fausto Miziara, pelas contribuições dadas durante o exame de qualificação deste trabalho.

Aos amigos de doutorado Klaus, Analú, Simone, Juliano, Bruno, Pablo e Cleonice pelos momentos de descontração no decorrer dessa jornada.

Ao nosso pequeno grande homem Noé, Secretário do CIAMB-UFG, pela atenção e dedicação quando solicitada.

Gostaria de agradecer também a todas as pessoas que integram o LABOGEF - UFG que, com muita paciência e amizade, me apoiaram na realização deste trabalho.

***“A MENOS QUE MODIFIQUEMOS A NOSSA MANEIRA DE PENSAR, NÃO
SEREMOS CAPAZES DE RESOLVER OS PROBLEMAS CAUSADOS PELA
FORMA COMO NOS ACOSTUMAMOS A VER O MUNDO”.***

Albert Einstein

RESUMO

A ocupação do Bioma Cerrado no Brasil Central se caracteriza pela incorporação crescente de novas áreas ao sistema produtivo, à custa de desmatamento e conversão ao uso agropecuário das suas terras, inclusive com o apoio de sucessivas políticas públicas desde a década de 1930, mas, sobretudo da década de 1970, induzidas pelo Polocentro-Programa de Desenvolvimento do Cerrado, quando esse processo se intensificou, gerando fragmentação e isolamento dos remanescentes das suas diversas fitofisionomias. A presente tese apresenta o resultado dos estudos da bacia hidrográfica do rio dos Peixes, integrante da alta bacia do rio Araguaia, no estado de Goiás, entre 1970 à 2009, com base numa abordagem em Ecologia da Paisagem, Geografia e Botânica (Florística) aplicada ao tema de fragmentação da cobertura vegetal. O objetivo geral é identificar e caracterizar os remanescentes e suas relações com a evolução de uso do solo e os tipos de solos, de modo a fornecer subsídios para a avaliação da sua conservação e sustentabilidade. Metodologicamente, utiliza-se de geotecnologias, análise das métricas da paisagem e da composição florística de fragmentos representativos além da análise da relação entre o uso do solo, os tipos de solos e a distribuição espacial dos remanescentes, com ênfase na Análise dos Componentes Principais. Os resultados revelaram elevada taxa de desmatamento atual e fragmentação crescente entre 1985 à 2009, além de comprometimento de conservação da biodiversidade. Revelaram ainda predominância da relação entre Argissolos e Pastagens interpretando-a como resultante do potencial agrícola intermediário desses solos para cultivos intensivos devido sua fragilidade elevada associada a sua alta erodibilidade, o que oneraria muito outras formas de uso, e enfatizam a concentração dos remanescentes em Áreas de Preservação Permanente (APP) nas áreas de pastagem, sobretudo Mata Ciliar, mais contínua e com maior riqueza florística. Concluiu-se que a expansão pecuária na bacia estudada foi fortemente condicionada pelo fator solo, de baixa aptidão agrícola, o que explicaria também sua menor taxa de conversão do Cerrado ao uso antrópico, quando comparada às bacias vizinhas, onde dominam melhores solos e relevos mais suaves, e, finalmente, que seus fragmentos remanescentes ainda são recuperáveis, devido aos indicadores de sustentabilidade revelados por suas métricas.

Palavras-chave: Expansão da Fronteira Agrícola, Cerrado, Fragmentação

ABSTRACT

The occupation of the Cerrado in central Brazil is characterized by the increasing incorporation of new areas into production system at the expense of deforestation and conversion to agricultural use of their land, with the support of successive policies since the 1930s, but especially of the decade 1970, induced by the Polocentro Cerrado Development Program, when this process was intensified, causing fragmentation and isolation of the remnants of its various vegetation types. This thesis presents the results of the studies of basin Peixe fiver, a member of the upper basin of the Araguaia River, in the state of Goiás between 1970 and 2009, based on an approach in Ecology Landscape, Geography and Botany (Floristic) applied to the theme of fragmentation of vegetation. The overall goal is to identify and to characterize the remnants and their relations with the evolution of land use and soil types in order to provide data for the evaluation of conservation and sustainability. Methodologically, it employs geo technologies, analysis of landscape metrics and floristic composition of representative fragments beyond the analysis of the relation between land use, soil types and spatial distribution of remaining with emphasis on Principal Component Analysis. The results revealed high rates of current deforestation and increasing fragmentation between 1985 and 2009, and risk, threat to biodiversity conservation. Also revealed predominance of the relation between Ultisols and Pastures interpreting it as a result of the intermediaries agricultural potential of these soils for intensive cultivation due to its high fragility associated with the high erodibility, which would burden other forms of much use, and emphasize concentration of the remaining in areas Permanent Preservation (APP) in the pastures, especially Riparian Forest, more continuous and with greater floristic richness. It was concluded that expand in cattle raising in the studied area was strongly influenced by the soil factor, the low potential of cultivation, which could also explain the lower rate of conversion of the Cerrado, caused by the use anthropic when compared to neighboring basins, where better soils and softer dominated reliefs and softer, and finally the remnants fragments are still recoverable due sustainability indicators revealed by their metrics.

Keywords: Agricultural Frontier Expansion, Savannah, Fragmentation,

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da Alta Bacia do Araguaia	24
Figura 2 A e B – Mapa de Focos Erosivos da Alta Bacia do Araguaia	25
Figura 3 – Mapa de Erodibilidade dos solos da Alta Bacia do Araguaia	26
Figura 4 – Mapa de Localização da Bacia do rio dos Peixes	45
Figura 5 – Mapa de Geologia da Bacia do rio dos Peixes	48
Figura 6 – Mapa de Geomorfologia da Bacia do rio dos Peixes	50
Figura 7 – Mapa de Solos da Bacia do rio dos Peixes	53
Figura 8 – Mapa de Declividade da Bacia do rio dos Peixes	54
Figura 9 – Mapa de Hipsometria da Bacia do rio dos Peixes	56
Figura 10 – Mapa de Uso da Bacia do rio dos Peixes	59
Figura 11 – Mapa de Aptidão Agrícola da Bacia do rio dos Peixes	61
Figura 12 – Mapa de Discrepância da Bacia do rio dos Peixes	64
Figura 13 – Descrição das Etapas Metodológicas	70
 1º - Artigo	
Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia do rio dos Peixes	91
Figura 2 – Análise da Evolução da Paisagem na Bacia do rio dos Peixes	96
Figura 3 – Famílias mais ricas em espécies na Bacia do rio dos Peixes	106
 2º - Artigo	
Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia do rio dos Peixes	116
Figura 2 – Relação do Solo, Uso, Aptidão Agrícola e Discrepância na Bacia do rio dos Peixes	122
Figura 3 – Análise dos Componentes Principais na Bacia do rio dos Peixes	127
Figura 4 - Ordenação da declividade (C) e do uso da terra (D) resultante da ACP	128

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Participação da área das bacias e de seus remanescentes à Alta Bacia em 2003.	26
Tabela 2 – Área dos remanescentes da Bacia rio dos Peixes em 2003	27
Tabela 03 – Unidades Geológicas e sua distribuição	47
Tabela 04 – Áreas de Unidades dos Compartimentos de Relevô	51
Tabela 05 – Solos e sua distribuição na Bacia do Rio dos Peixes.	51
Tabela 06 – Classes de Declividade na Bacia do Rio dos Peixes	53
Tabela 07 – Classes Hipsométricas na Bacia do Rio dos Peixes	57
Tabela 08 – Uso do Solo e sua distribuição na bacia do Rio dos Peixes.	58
Tabela 09 – Classes de Aptidão Agrícola na Bacia do Rio dos Peixes	62
Tabela 10 – Discrepância entre uso do solo e a aptidão agrícola na bacia do rio dos Peixes.	62

1º - Artigo

Tabela 1 – Número de Fragmentos da bacia do rio Peixe de 1975 a 2009. Unidade métrica: NP (nº. em unidade).	97
Tabela 2 – Relação do Número de Fragmentos por Área de 1975 a 2009.	98
Tabela 3 – Conectividade Física dos Fragmentos por ano. Unidade métrica: COHESION (area em %)	98
Tabela 4 - Evolução das Porcentagens de Áreas Centrais por ano. Unidade métrica: CPLAND (area em %)	99
Tabela 5 - Evolução do Índice de Circularidade (CIRLCE_MN) por ano pesquisado. Unidade métrica: Circle_MN ($0 \leq \text{CIRCLE} < 1$).	100
Tabela 6 – Descritores da estrutura das comunidades vegetais nos sítios amostrados no estudo da bacia do Rio dos Peixes - GO, em dezembro de 2009.	101
Tabela 7 – As dez espécies com maior valor de importância por fitofisionomia encontrada na bacia do Rio dos Peixes.	106

2º - Artigo

Tabela 1 – Porcentagem da área total ocupada por cada tipo de uso.	121
--	-----

Tabela 2 - Área ocupada por cada tipo de Solo na bacia do rio dos Peixes, com o remanescente dominante em cada tipo de Solo (modificado de EIBH, 2010). 123

Tabela 3 – Relação do Solo, Uso, Aptidão e Conflito na bacia do rio dos Peixes, com os remanescentes dominantes em cada tipo de solo 124

Tabela 4 – Relação entre solos e uso da terra na bacia do rio dos Peixes, com enfoque na distribuição dos remanescentes. 125

Tabela 5 – Contribuição de cada variável (%) à variabilidade total em cada fator considerado resultante da ACP. Valores em negrito indicam contribuições significativas. 127

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
SUMÁRIO	14
1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Considerações iniciais sobre o tema geral da pesquisa.....	16
1.2 Aspectos da alta bacia do rio Araguaia – o cenário da problemática da pesquisa	22
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	32
2.1 As bases da interdisciplinaridade como fundamento da pesquisa	32
2.2 A Ecologia da Paisagem como principal base teórica da pesquisa.....	35
2.3 Fragmentação da Paisagem, Biologia da Conservação e Diversidade Biológica – as abordagens focadas na pesquisa.	37
2.4 Desenvolvimento Sustentável/ Ecodesenvolvimento e a conservação da biodiversidade 41	
2.5 As Mudanças do Uso do Solo em Goiás e a Fragmentação – uma relação necessária à explicação.....	43
3. MATERIAIS E MÉTODOS	45
3.1 Área de estudo	45
3.1.1 Localização e histórico	45
3.1.2 Geologia.....	47
3.1.3 Geomorfologia.....	50
3.1.4 Solos	56
3.1.5 Uso do solo	58
3.1.6 Aptidão agrícola.....	61
3.1.7 Discrepância entre o uso do solo e a aptidão agrícola	63
3.2 Fundamentos do método – a busca de indicadores de avaliação	66
3.3 ROTEIRO METODOLÓGICO GERAL DA PESQUISA.....	68
4. REFERÊNCIAS	74

1º Artigo da Tese - FRAGMENTAÇÃO DO CERRADO: UMA ANÁLISE ECOLÓGICA DA PAISAGEM DA BACIA DO RIO DOS PEIXES – GOIÁS	88
RESUMO	88
ABSTRACT	89
1. INTRODUÇÃO	90
1.1 ÁREA DE ESTUDO	91
2. METODOLOGIA	93
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	96
3.1 Uso do solo e remanescentes do Cerrado	96
3.2 Diversidade florística	101
3.3 Análise florística e fitossociológica	103
4. CONCLUSÕES	108
5. REFERÊNCIAS	109
2º Artigo da Tese - ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE SOLO, USO DO SOLO E REMANESCENTES DA COBERTURA VEGETAL NA BACIA DO RIO DOS PEIXES – ESTADO DE GOIÁS.	113
Resumo	113
Abstract	114
1. Introdução	115
2. Materiais e métodos	117
2.1 Área de estudo	117
2.2 Metodologia	120
3. Resultados e Discussão	122
3.1 Uso do Solo e sua relação com as Classes de Solos, a Aptidão agrícola e a Discrepância de Uso	122
3.1.1 A Análise dos Componentes Principais - ACP (PCA)	127
3.1.2 Evolução da Fragmentação e relações com o Uso da Terra	131
4. CONCLUSÕES	131
5. REFERÊNCIAS	133

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais sobre o tema geral da pesquisa

Uma intensa expansão agropecuária vem ocorrendo no Centro-Oeste brasileiro desde a década de 1930 com a Marcha para o Oeste do Brasil, de Getúlio Vargas, e depois, na de 1950, com o Plano de Metas de Juscelino Kubitscheck, que culmina na década de 1960, com a inauguração de Brasília, a nova capital federal.

No contexto histórico da época voltado à apropriação socioeconômica do interior do país, tais políticas públicas promoveram, contudo, uma pequena interiorização da economia principalmente nos estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Todavia, sobretudo na década de 1970, essa situação muda com o II Plano Nacional de Desenvolvimento, ou II PND (1975-1979), quando esse processo ganha força expressiva, estimulado pela forte pressão visando sua integração definitiva ao sistema produtivo nacional assentado sobre agropecuária, o que se denomina comumente de Modernização da Agricultura e de Expansão da Fronteira Agrícola (MIZIARA, 2005).

Nesse sentido, duas das principais políticas atreladas ao II PND foram o Programa de Desenvolvimento do Cerrado, o POLOCENTRO, e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro de Desenvolvimento do Cerrado, o PRODECER, por serem as que mais se destacaram por seus resultados de conversão agropecuária das terras, rápida e bem sucedida em áreas com maior aptidão agrícola.

Assim, uma rápida e intensiva ocupação de terras favoreceu a substituição da pecuária bovina tradicional por pastagens plantadas e um melhor manejo pecuário e introduziu a agricultura intensiva com manejo altamente tecnificado em todas as fases do processo, apoiada na implantação de infraestrutura e em linhas de crédito que viabilizaram o aumento das áreas de cultivo e a produção/produtividade focada principalmente na produção de grãos, com destaque para a soja, seguida do milho, além de carne, algodão, arroz, milheto e sorgo, dentre outras.

Estas políticas, além de terem convertido extensas áreas naturais ao uso agropecuário, promoveram a capitalização do campo, via concentração fundiária e

práticas agropecuárias baseadas no modelo apoiado em *commodities*, que lançaram as bases para os projetos agroindustriais implementados na década seguinte, até se transformarem nos grandes complexos agroindustriais hoje bastante conhecidos, sobretudo no Sul e Sudoeste Goiano. Materializaram também uma rápida implantação do sistema viário e energia, para viabilizar a produção e exportação das safras, além da circulação de pessoas e máquinas. As cidades cresceram vertiginosamente, transformando-se no que hoje se denomina de cidades do agronegócio (GOMES e TEIXEIRA NETO, 1993), como por exemplo, Rio Verde, Jataí, dentre outras.

O Centro-Sul do Bioma Cerrado foi o mais afetado por esse processo, como mostra bem o mapa do bioma elaborado pelo PROBIO (2002) que indica antropização generalizada e contínua nessa região. A Alta Bacia do Rio Araguaia na maioria de sua área se localiza nessa porção Centro-Sul do Bioma Cerrado e teve vários municípios favorecidos pelo Polocentro, dentre eles o de Piranhas, situado na bacia do rio dos Peixes, objeto de estudo desta tese.

Os incentivos associados aos citados programas do II PND, baseados no rápido desenvolvimento da região em cerca de 40 anos, levaram-na a se tornar região de referência na agricultura nacional ancorada, sobretudo, na produção de grãos, principalmente soja, além das demais já citadas e mais recentemente na cana-de-açúcar que se expande e se consolida rapidamente e em particular no Centro Sul Goiano (CASTRO et al., 2007; 2010). Além de conter também o maior rebanho bovino do país, representando atualmente 42% do PIB em agronegócio nacional (EMBRAPA, 2005). Por essa razão o Centro-Oeste passa a ser denominado de celeiro e mais recentemente de região do agronegócio, sua marca registrada (GOMES e TEIXEIRA NETO, 1993).

Paralelamente, no entanto, essas ações promoveram a degradação da cobertura vegetal existente, pois que levaram a uma notável mudança da paisagem natural, associado à prática de desmatamento intensivo e muitas vezes indiscriminado do Bioma Cerrado. Este, considerado como o segundo maior bioma do Brasil, ocupava uma área de aproximadamente 2Mkm², representando aproximadamente 21% do território nacional (BORLAUG, 2002), sendo superado em área apenas pela Floresta Amazônica. Segundo várias pesquisas relativamente recentes, as mudanças promovidas nos últimos 40 anos nesse Bioma evidenciam que, em consequência do processo de rápida

apropriação, cerca de 20% da vegetação original restou e está basicamente restrita a parques ou fragmentos remanescentes que ainda convivem com o uso antrópico de seu entorno (CI, 2005; CARVALHO et al., 2009; WWF, 2012).

Nas áreas convertidas os processos de degradação ambiental se instalaram, sobretudo nos solos mais frágeis e menos aptos às práticas agrícolas intensivas (e mesmo assim ocupados ou submetidos à falta ou insuficiência do uso de práticas conservacionistas), como erosão hídrica e arenização (para alguns desertificação induzida), dentre outros, e que se somam à significativa perda de biodiversidade, restrita hoje a fragmentos, principalmente na referida porção Centro-Sul (PROBIO, 2002). Nesta se concentra a parte mais significativa dos solos e relevo com maior aptidão agrícola do Bioma e, maior potencial de motomecanização, ainda que requeiram práticas corretivas da acidez, da baixa fertilidade e do excesso de alumínio, e muitas vezes da irrigação na estação seca devido déficit hídrico do solo (EMBRAPA, 1987).

A Alta Bacia do Rio Araguaia é representativa desse processo (CASTRO, 2005; FARIA, CASTRO, 2006; FARIA, 2011), mas, é considerada uma das mais geodiversas do Cerrado, logo com respostas também bastante variadas.

O termo Cerrado é, na verdade, um termo utilizado para designar um conjunto biodiverso contendo vários tipos de vegetação agrupados em Formações Florestais, incluindo Matas, Palmeirais e Matas de galeria, em Formações Savânicas de vários tipos, como arbóreas e arbustivas, entre outras, além das Formações Campestres, com Campos de vários tipos (EITEN, 1977; RIBEIRO et al., 1981, IBGE, 1992). O clima encontrado nessa região é tipicamente tropical subúmido caracterizado pela sucessão de duas estações bem definidas e suas transições, sendo um verão chuvoso que se estende de outubro a março e um inverno seco, de abril a setembro (AYOADE, 1983).

Segundo Machado *et al* (2004), sua biodiversidade original é estimada em 1/3 da biota brasileira e 5% da flora e fauna mundiais, sendo que hoje, aproximadamente, existem 6.600 espécies de plantas catalogadas no cerrado, 212 espécies de mamíferos, 837 espécies de aves, 150 espécies de anfíbios, 180 espécies de répteis, 1.200 espécies de peixes e 6.700 espécies de invertebrados. Devido sua grande perda de

biodiversidade, o Cerrado foi considerado um dos 34 *hotspots* do planeta pela Conservação Internacional (CI, 2005).

O relativo equilíbrio dinâmico que ocorre na superfície da Terra, mesmo com episódios excepcionais (vulcanismo, movimentos de placas ou acomodação tectônica, secas catastróficas e outros), resulta da relação entre formação do solo e erosão. Nesse equilíbrio a erosão é considerada normal quando os processos de pedogênese são capazes de recompor a cobertura de solos ao mesmo tempo em que o relevo vai sendo esculpado (morfogênese), configurando a topografia terrestre e os solos associados. Assim, a distribuição de solos e relevo na escala global é influenciada pelos fenômenos ligados à grande zonalidade climática e biogeoquímica dos processos de alteração intempérica das rochas e substratos relacionados conhecidos como a Geografia dos Solos (BUNTING, 1971).

Nas escalas regional e local os processos de transporte físico e químico de materiais em função da topografia caracterizam a distribuição e a evolução das coberturas pedológicas em que a natureza dos substratos geológicos e os fluxos hídricos desempenham papel preponderante na configuração e comportamento biogeodinâmico dos sistemas pedológicos (RUELLAN; DOSSO, 1993; ESPÍNDOLA, 2008).

Entretanto, quando há o rompimento desse equilíbrio, frequentemente induzido pelo uso e manejo das terras, os processos de erosão se intensificam a pedogênese não consegue repor o volume do solo perdido em curto tempo, sendo denominados de erosão acelerada ou antrópica. Em regiões tropicais predomina a erosão hídrica, devido elevado índice de precipitação anual, a qual pode ser originada de fluxos difusos denominada de laminar ou de fluxos concentrada, denominada de linear, que pode levar ao desenvolvimento de feições incisivas nos terrenos, como sulcos, calhas, ravinas e voçorocas. Nos dois casos acarretam significativa perda de solos agricultáveis e assoreamento dos cursos d'água, podendo se associar à contaminação por substâncias agregadas aos materiais erodidos e transportados ou solúveis nas águas (IPT, 1990; SALOMÃO, 1999), logo induzindo um processo de degradação ambiental complexo e em geral de difícil controle quando instalado, o que em geral começa com o desmatamento e o impacto direto das chuvas nos solos descobertos.

O Homem interfere na intensidade, duração e distribuição dos fatores relacionados à erosão natural, acelerando o seu processo de desenvolvimento no tempo e espaço, que pode até chegar a impedir a recuperação natural da área impactada. Há vários fatores condicionantes da erosão, como clima, solo, topografia e ação antrópica, além da cobertura vegetal. Mas esta se destaca como o fator natural mais importante de proteção dos ecossistemas, pois auxilia na formação e defesa do solo contra a ação dos processos erosivos induzidos pelas chuvas e suas consequências. Quanto mais densa e contínua a cobertura vegetal, mais protegidos estarão o solo e o relevo, porque maior será a dificuldade de desagregação e remoção das partículas (BERTONI, LOMBARDI NETO, 1985; SALOMÃO, 1999;).

Nesse mesmo sentido, conforme lembram Bertoni e Lombardi Neto (1985), Matheis, (2004) e Vidal et al (1999), dentre outros, a cobertura vegetal protege o solo do impacto direto das gotas da chuva (efeito *splash* ou salpico), além de auxiliar na dispersão e quebra da energia do escoamento superficial pluvial. Além disso, favorece o aumento da infiltração, dada a produção de bioporos no solo (canais, câmaras, galerias) por ação das raízes e da fauna, em particular da mesofauna, e no aumento da capacidade de retenção de água por efeito da incorporação de matéria orgânica (húmus), através da intensa atividade microbiana (ASSAD et al, 1998).

São vários os estudos existentes na literatura sobre o tema que demonstram os efeitos protetores exercidos pela cobertura vegetal, contudo, são ainda poucos esses estudos focados no Cerrado, considerando seu intenso desmatamento, e que mostrem principalmente o papel dos fragmentos e do processo de fragmentação na conservação ambiental. Os que existem ou são gerais em escalas bastante reduzidas ou são estudos de casos particulares, em escalas frequentemente pontuais. O que é recorrente na literatura é que o desmatamento intensivo e, sobretudo indiscriminado, das APP – Áreas de Preservação Permanente – que favorece a instalação dos processos degradacionais como perda de solo, de fertilidade, da biota, da estabilidade de solos e mudanças no relevo, dentre outros, induzindo a degradação ambiental da paisagem como um todo.

Todavia, é inquestionável que a ação antrópica associada à ocupação territorial de *per si* já provoca alterações no meio biológico, sobretudo através do desmatamento de grandes áreas de vegetação natural, introdução de espécies exóticas, exploração

preferencial de algumas espécies, aumento dos casos de doenças e fragmentação dos habitats, ameaçando o equilíbrio ecológico e, conseqüentemente, afetando a biodiversidade podendo mesmo induzir extinção de espécies e a degradação dos solos.

Quando é desordenada, então a degradação é maior e implica em enormes prejuízos. Nesse aspecto, a fragmentação é uma grande ameaça, e crescente, à biodiversidade, pois com a formação dos fragmentos, diminuição de tamanho, seu isolamento, efeitos de borda e sem uma boa conectividade entre eles, há uma diminuição da variabilidade genética que promove a especiação e a perda da diversidade biológica, o que sem dúvida diminui a proteção do solo (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Assim, ficam empobrecidas as funções biológicas e ecossistêmicas dos solos, não raro as hidrológicas e de trocas com a atmosfera também (RUELLAN, DOSSO, 1993). Logo, solo e cobertura vegetal podem ser considerados uma relação biunívoca.

Há várias definições para o processo de fragmentação. Para Wilcove et al (1986), Shafer (1990), Primack e Rodrigues (2001), consiste na redução de uma área contínua de habitats em dois ou mais fragmentos. Já para Rambaldi e Oliveira (2005), é o processo de divisão de partes de uma unidade de ambiente, o que evidencia diferentes condições ambientais em seu entorno. Cabacinha (2008) afirma que independente do conceito ou da compreensão conceitual, duas vertentes são comuns aos conceitos: a diminuição da área e as alterações ambientais nos fragmentos remanescentes. A grande maioria das paisagens fragmentadas, ou também conhecidas como remanescentes produzidas pela conversão da cobertura original em outros usos, os limites de abrangência dos fragmentos não correspondem aos formatos e dimensões necessárias para manutenção da sua diversidade biológica (MILLER, 1997).

Alguns aspectos para manutenção dos fragmentos, ou remanescentes, em sua biodiversidade são destacados por alguns autores. Para Colli et al (2005), a união de pequenos fragmentos formando um conjunto conectado, resguarda certa capacidade de manutenção da biodiversidade, porque serve de ponto de parada para alimentação da fauna e também de circulação entre os grandes fragmentos. Quanto à forma associada à dimensão, os autores ressaltam que os fragmentos grandes, principalmente os de formas circulares, são mais propícios à manutenção de conservação da biodiversidade isso porque diminuem o efeito de borda e a ação dos ventos, mas no cerrado são poucos os

estudos para manutenção dos fragmentos e os que existem são feitos em escala de média a grande generalização.

Como exemplo, o estudo e programa sobre Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (PROBIO, 2002) foi e ainda é alvo de críticas. A primeira crítica diz respeito à sua escala da análise ser muito abrangente e dividir a cobertura vegetal em apenas quatro classes: 1º Não cerrado, 2º Cerrado não antropizado, 3º Cerrado antropizado e 4º Cerrado fortemente antropizado, não levando em consideração as fitofisionomias que o constituem, além de ter se limitado à identificação de manchas contínuas de vegetação nativas às áreas superiores a 100.000ha. A segunda crítica enfatiza o componente biótico, em particular a distribuição de espécies, visto que a falta de conhecimento sobre os padrões de distribuições, riquezas e diversidade de grupos biológicos, dificulta a identificação das reais áreas para a conservação da biodiversidade (NOVAES et al 2003).

Portanto, é importante aprofundar os estudos em escalas mais adequadas, sobretudo as de semidetalhe e de detalhe, para que a avaliação possa resultar em indicadores que sirvam ao planejamento ambiental visando, dentre outros aspectos, a sustentabilidade dos ecossistemas naturais e em particular das relações com os agroecossistemas que os afetam.

1.2 Aspectos da alta bacia do rio Araguaia – o cenário da problemática da pesquisa

A Alta Bacia hidrográfica do Rio Araguaia vem sendo bastante estudada nos últimos 15 anos, e é onde se situa a área da presente pesquisa, como já assinalado. A Universidade Federal de Goiás, através do IESA (Instituto de Estudo Sócio - Ambientais) e equipe do seu LABOGEF (Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física), além do próprio CIAMB – Doutorado em Ciências Ambientais, da mesma UFG, vêm desenvolvendo numerosos trabalhos sobre esta bacia ou suas bacias (CASTRO, 2005, 2010; CASTRO, XAVIER, BARBALHO, 2004; CASTRO, XAVIER, MACEDO, 2004; BARBALHO, 2002 e 2010; CABACINHA, 2006; CABACINHA e CASTRO 2009; FARIA e CASTRO, 2003; MARINHO et al., 2006, dentre outros).

Parte significativa desses trabalhos, como a presente pesquisa, integram o Projeto "*Análise geoambiental e de impactos ambientais na Alta e Média Bacia do Rio Araguaia, estado de Goiás*", que vem sendo desenvolvido sob a coordenação da Prof.^a Dr.^a Selma Simões de Castro, no LABOGEF, com financiamento do CNPq, através do Edital Universal 2007-2009 e atualmente do projeto Mudanças de Uso das Terras no Cerrado, também financiado pelo CNPq - Edital Universal 2009-2011 e do projeto Banco de dados da bacia do rio Araguaia, financiado pela FAPEG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás, chamada 01/2007.

Todos integram uma rede de pesquisa denominada PAMIRA – Programa de Desenvolvimento Integrado da bacia do rio Araguaia, credenciada na Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG) da UFG desde 1998 e pela FAPEG desde 2007. Tais projetos sucederam outros que foram desenvolvidos no final da década de 1990, como o Projeto Diagnóstico, Prognóstico e Controle de Erosão linear nos estados de Mato Grosso e Goiás financiado pelo CNPq (PCOPG, 1998), FUNAPE (1998) e SECTEC/ CONCITEG (1997) (CASTRO, 2010), os quais geraram diversas publicações acadêmicas, científicas e técnicas (CASTRO, 2010).

Dentre todos os trabalhos realizados no contexto desses projetos e programas, alguns merecem ser destacados pelo interesse que despertam em relação ao tema da presente tese, por tratarem da fragmentação do Cerrado na área em escala mais detalhada, assim como devido à compreensão das relações entre o uso do solo, os remanescentes e os processos erosivos, como o realizado por Faria (2006), ao contabilizar os remanescentes de Cerrado em sua distribuição espacial e os relacionar ao processo de sua ocupação. Somam-se outros trabalhos, como o de Cabacinha (2008), que caracterizou a estrutura dos fragmentos das matas de galeria, nas áreas de nascentes. Somem-se a esses, os de Xavier (2003), Xavier, Castro e Barbalho (2005), Oliveira (2003) e Oliveira e Castro (2005) que trabalharam com suscetibilidade natural e riscos à erosão linear e laminar, respectivamente, como subsídio ao planejamento ambiental e o de Marinho et al (2009) que detectaram que a aplicação do Código Florestal vigente quanto às faixas de preservação permanente ao longo dos canais com até 10m de largura, que poderia ser insuficiente pois que a dinâmica hidropedológica condicionante do processo erosivo hídrico linear ligava-se à convergência de fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais procedentes de montante (descendentes), em áreas

submetidas à pecuária extensiva com manejo inadequado, marcado por pastos degradados por formação de areais e incisões erosivas profundas como ravinas e voçorocas.

Acrescente-se ainda o trabalho de Santana (2007), que ao estudar as relações entre a erosividade (das chuvas), a erodibilidade (dos solos), os usos das terras e a erosão hídrica linear destacaram que as bacias onde a cobertura vegetal estava mais preservada e era bastante contínuo, o processo erosivo era inexistente ou insignificante, ressaltando a proteção exercida pela vegetação, e apontando a do rio dos Peixes dentre as bacias mais degradadas da Alta Bacia do rio Araguaia, todas do lado goiano, corroborando interpretação anterior de Faria (2006) e Faria e Castro (2007). E ainda o de Oliveira (2008), que tratou da suscetibilidade à erosão laminar da mesma área, demonstrando que esta ocorre em área de solos frágeis desmatados e quase que inteiramente convertidos à pastagem.

Neste último aspecto, Barbalho e Castro (2010), ao estudarem uma das bacias apontadas como das mais degradadas por erosão da alta bacia do rio Araguaia, a do rio Claro, situada a leste da alta bacia do rio Araguaia, detectaram que o problema erosivo decorria mais das práticas de manejo do que propriamente do tipo de uso, uma vez que não havia conflito entre a aptidão e o uso dos solos, no caso a pastagem era indicada e dominava, e apontaram os solos arenosos e com pastagem mal manejada como os mais afetados. Assinalaram ainda a descontinuidade e comprometimento das APP dos canais associados aos caminhos de gado para eles convergentes, como os causadores da instalação de sulcos e ravinas com assoreamento correlativo a jusante.

Faria e Castro (2006) dividiu a alta bacia do rio Araguaia em cinco bacias maiores, às vezes englobando algumas pequenas (Claro, Caiapó, Peixe, Garças e Cachoeira Grande) (Tabela 1, Figura 1). A bacia do rio Claro (juntamente com uma pequena bacia lateral, a dos Bois) revelou-se como a mais desmatada e a das Garças (MT) a menos desmatada. A bacia do rio dos Peixes, objeto da presente tese, situa-se mais ao centro da alta bacia do rio Araguaia, e foi avaliada pelas autoras como intermediária entre as cinco citadas, em termos de taxas de desmatamento, embora apresente vários focos erosivos e uma taxa de desmatamento também das mais elevadas da alta bacia, apenas superada pela bacia do rio Claro e dos Bois. A tabela 2 mostra a

distribuição das fitofisionomias da bacia do Rio dos Peixes em área no ano de 2003, em que se percebe o predomínio do uso antrópico (pastagem e secundariamente agricultura) que ocupa mais da metade da área e que a Mata Ciliar ocupa 12% da área total, seguido pelo Cerradão com 11% da área. As figuras 2 e 3 mostram a distribuição dos focos erosivos hídricos lineares de grande porte mapeados e as classes de erodibilidade dos solos identificados por Santana (2006).

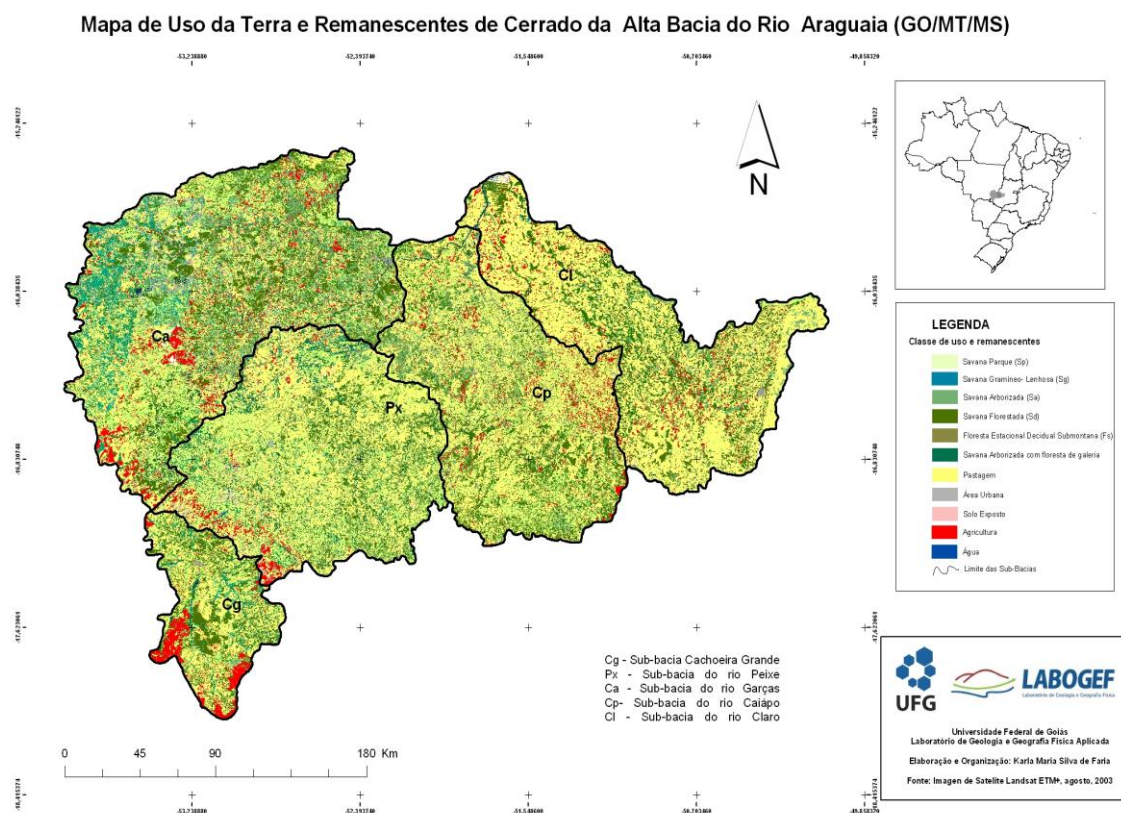


Figura 1 – Mapa de uso da terra da Alta Bacia do Rio Araguaia em 2003, Brasil Central.

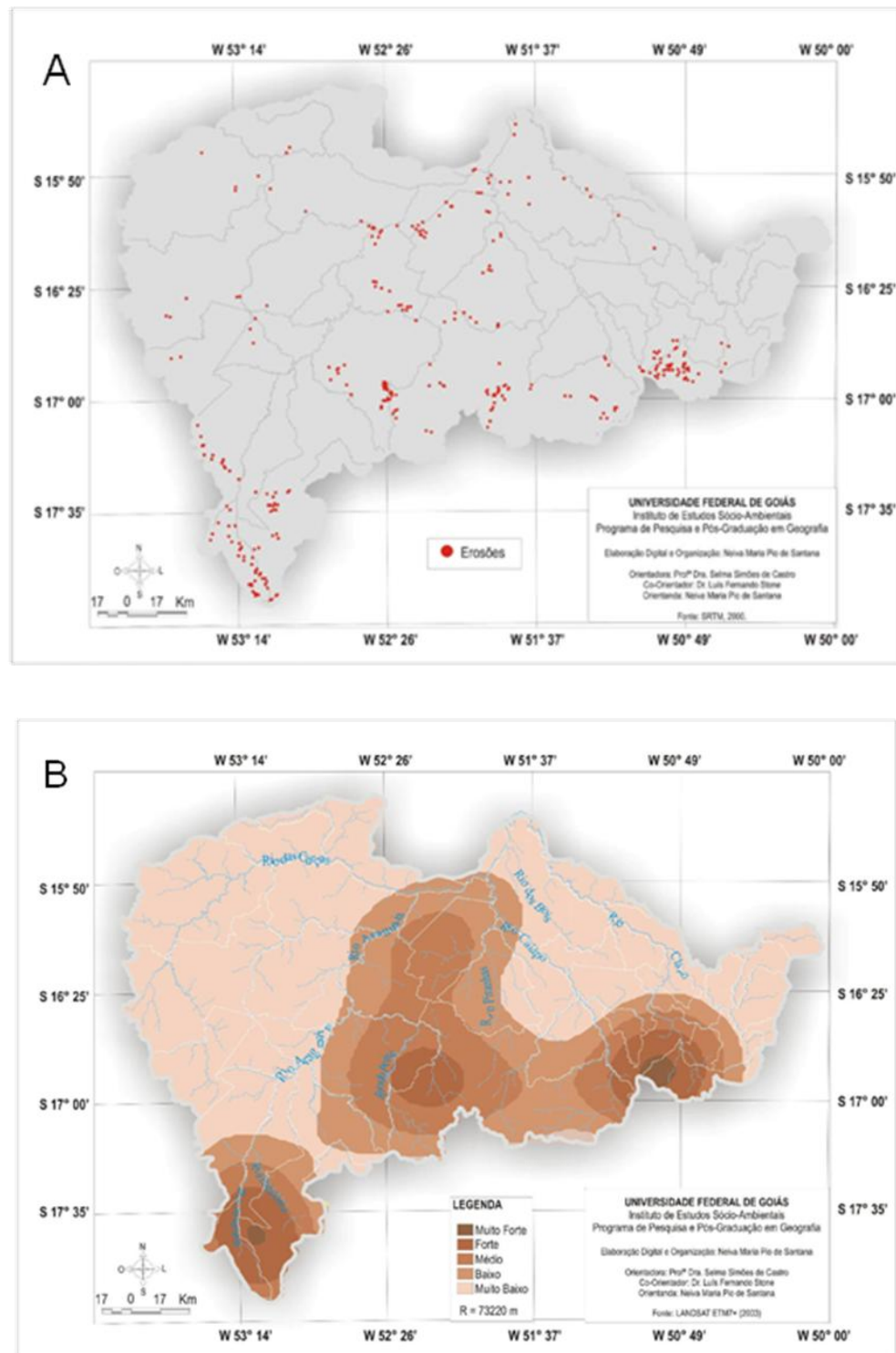


Figura 2 – Mapa de focos erosivos lineares da Alta Bacia do Rio Araguaia em 2003 (A) e de isolinhas do número de focos (B). Fonte: Santana, 2006.

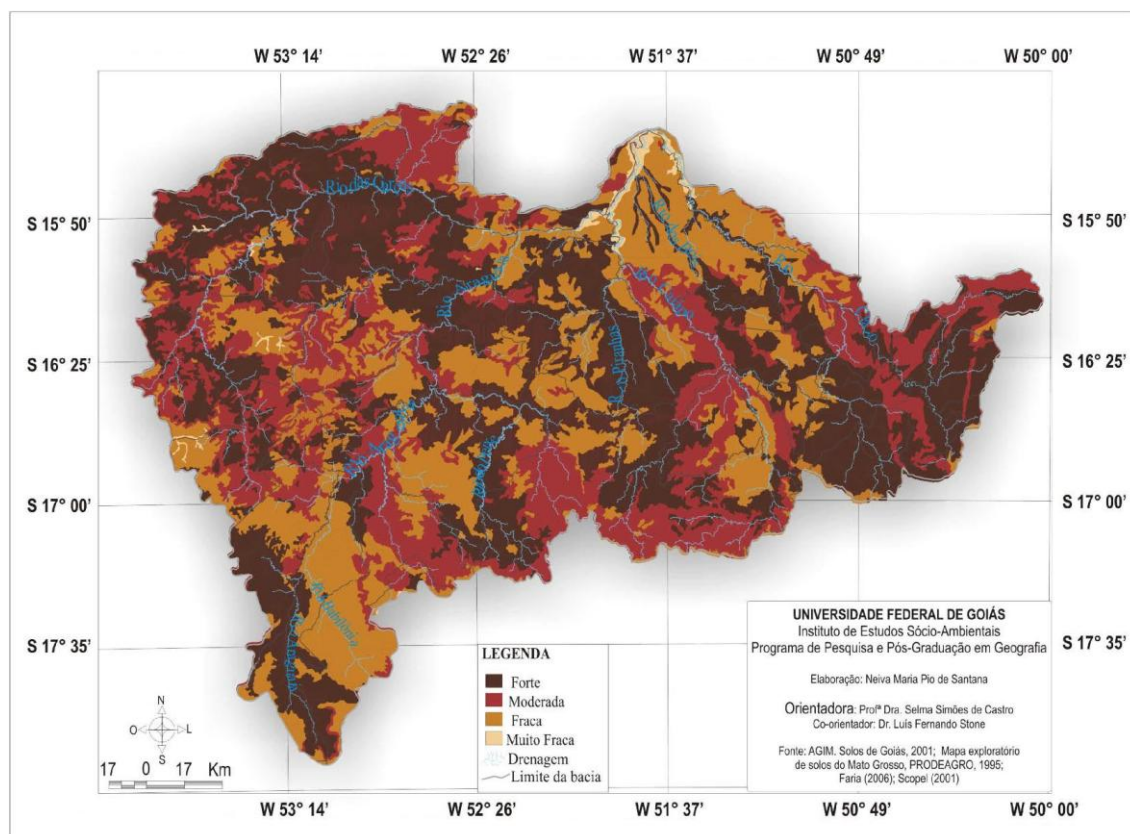


Figura 3 – Mapa da erodibilidade dos solos da alta bacia do rio Araguaia. Fonte: Santana (2006)

Tabela 1 - Participação da área das bacias e de seus remanescentes erodibilidade e focos erosivos lineares em 2003 na Alta Bacia do Araguaia.

Bacias	Área Total (Km ²)	% da área total Da Alta Bacia	Classes de erodibilidade dominante	Nº. de Focos erosivos	Remanescentes	
					Área (Km ²)	% na Alta Bacia
Cachoeira Grande	4.423,07	7,1	Forte e Fraca	72	2.068,75	3,3
Rio dos Peixes	13.871,70	22,2	Forte e Moderada	45	6.661,88	10,7
Rio das Garças	16.360,57	26,2	Forte e Moderada	19	11.137,70	17,9
Rio Caiapó	13.930,85	22,3	Forte e Moderada	83	4.784,35	7,7
Rio Claro	13.798,22	22,1	Forte	85	3.288,21	5,3
Total	62.384,41	100	-		27.940,89	44,8

Fonte: remanescentes - Faria, 2006 e erodibilidade e focos erosivos - Santana (2006)

Tabela 2 – Área dos remanescentes da Bacia rio dos Peixes em 2003

Fisionomias	Área (km ²)	Porcentagem (%)	Nº. de focos erosivos
Campo Sujo	795,58	5,74	00
Cerradão	1.550,49	11,18	00
Cerrado Denso	625,44	4,51	11
Cerrado Ralo	1.041,18	7,51	02
Mata Ciliar	1.762,31	12,70	19
Mata Seca	865,31	6,24	00
Uso Antrópico	7.209,82	51,98	13

Fonte: adaptado de Faria, 2006.

A tabela 1 permite constatar que a alta bacia do rio Araguaia como um todo em si já apresenta níveis elevados de erodibilidade, mas a distribuição de focos não apresenta uma relação direta com os mesmos, por ser concentrada junto às bordas da bacia, próximo aos seus divisores, onde as altitudes e declives são maiores. No entanto, pode-se perceber que as bacias que apresentam maior número de focos erosivos na escala adotada são as da Cachoeira Grande (Nascentes do Araguaia), Rio Claro, Rio Caiapó e a dos Peixes, esta última, foco desta tese. Contudo, se for considerado o número de focos em relação às áreas dessas bacias, percebe-se claramente que as duas primeiras são as mais significativas e que a do rio dos Peixes, embora apresente elevada erodibilidade não contem um número tão expressivo de focos erosivos como aquelas.

A tabela 2 permite constatar que as fitofisionomias Mata Ciliar (19) e Cerrado Denso (11) são as áreas onde se concentram o maior número de focos erosivos na bacia do Rio dos Peixes, o que está insuficientemente esclarecido para a segunda categoria, por se tratar justamente de cobertura de Cerrado e densa.

Faria (2011), tratando de degradação e viabilidade de recuperação da cobertura remanescente da bacia do rio Claro e dos Bois, posicionada a leste da alta bacia do rio Araguaia, como já exposto, conclui que a análise estatística corrobora os resultados já apresentados por Faria (2006), e destaca como de alto índice de fragmentação e degradação ambiental dessa bacia devido concentração elevada de focos erosivos, contrapõe-se à bacia do rio das Garças (Siqueira, 2012) mais conservada situada a oeste,

já em parte no estado de MT, onde pode constatar também o menor número de focos erosivos de toda a alta bacia do rio Araguaia (Figura 3A).

Quanto aos fragmentos, para Faria (2011), a bacia do rio Claro destaca-se por apresentar maior número de fragmentos, as maiores taxas de distância entre eles, baixo índice de conectividade e menor contribuição em fragmentos para a área total da Alta Bacia do Araguaia. A bacia do rio das Garças, considerada oposta, apresenta menor número de fragmentos, alto índice de conectividade e maior contribuição de fragmentos de Cerrado para a área total da Alta Bacia do Araguaia. Ainda segundo a mesma autora as razões da situação intermediária de três das bacias apontadas, rio Claro, dos Peixes e das Garças, posicionadas de leste para oeste, é que poderiam ser o efeito do avanço da fronteira agrícola rumo a oeste, que teria sido mais e mais tardia a oeste, independentemente se foi ou não alvo direto das ações do Polocentro, logo aquelas situadas mais próximas do leste teriam sido as primeiras a serem afetadas e assim sucessivamente para o oeste. Barbalho (2010) também interpreta a degradação da bacia do rio Claro + dos Bois da mesma forma e, ao mapeá-la em escala mais detalhada, encontrou mais de 400 focos erosivos lineares de médio a grande porte, perfeitamente identificáveis já na escala de semidetalhe, no caso 1:100.000. É, no entanto, notório, que na Figura 2B a maior extensão em área apresentando focos esteja em grande parte na bacia do rio dos Peixes.

Assim, o *status* da Bacia do rio dos Peixes no conjunto das cinco bacias da alta bacia do rio Araguaia permite levantar a hipótese de que os seus solos não favoreceram o uso agrícola intensivo, e sim a pastagem, mesmo tendo sido alvo de políticas do Polocentro.

Mais especificamente, suas limitações encontram-se no relevo e nos atributos dos solos, incluindo sua alta erodibilidade, o que significa um risco de onerar demais os custos das lavouras, devido à elevada demanda por práticas conservacionistas, tanto mecânicas, como vegetativas e edáficas. O que não se aplica às pastagens extensivas, como é o caso, mas há que se considerar o risco da invasão de fragmentos, formação de trilheiros, sobretudo rumo aos canais de drenagem, e ao longo de cercas de divisas das propriedades ou dos piquetes, além de falta de drenagem em estradas. Nestas, em áreas

de alta erodibilidade, a manutenção do sistema viário torna-se também oneroso devido necessidade imperativa de drenagem e monitoramento constante.

Para testar essa hipótese, análises mais aprofundadas quanto ao processo evolutivo da fragmentação dessa área, os respectivos padrões e as relações com usos e com as classes de solos, são necessárias para poder demonstrá-la, como se propõe nesta tese. Para tal, há que se lembrar de que a maioria dos autores citados pelos seus estudos na alta bacia do rio Araguaia trabalhou com a compartimentação das paisagens, suas suscetibilidade e riscos aos processos erosivos. Esses autores detiveram-se, sobretudo, nas taxas de desmatamento e na conversão das fitofisionomias nativas em pastagens, bem como na erodibilidade de solos e conflitos de uso e manejo, como deflagradores do processo erosivo em solos frágeis, sob clima tropical.

Nesse sentido, além dos dois trabalhos já citados (CABACINHA, 2006; FARIA, 2011), como já enfatizado, por tratarem especificamente, e em escala de detalhe, da evolução da fragmentação e das estruturas e dinâmicas dos remanescentes no tempo e espaço, quali-quantificando-as, cujas áreas foram selecionadas por esses autores devido serem as bacias mais impactadas por processos erosivos e onde dominavam fragmentos menores, principalmente onde havia evidências de descumprimento da legislação ambiental.

Porém, outros programas se seguiram, como o do próprio Ministério Público do estado de Goiás que selecionou a área de Mineiros drenada pelas águas da alta bacia do rio Araguaia, com vistas a recuperar suas APP, num projeto denominado de Geomineiros (2008), dentre outras políticas mais abrangentes que de certo modo podem contemplar esse setor da referida bacia, como o PROLEGAL (IBAMA, 2007), um programa para estimular a regularização das Reservas Legais e o governo federal criou o de recuperação de pastagens degradadas (BRASIL, 2010) e paralelamente, a própria EMBRAPA ao constatar os inúmeros problemas ambientais causados pela pecuária extensiva criou o Programa de Integração Lavoura-Pecuária (EMBRAPA, 2011). Em suma, todas essas políticas visam mitigar os impactos ambientais herdados de políticas públicas anteriores que não levaram em conta as limitações dos ecossistemas e os impactos de sua conversão ao uso antrópico.

Especificamente no que se refere à bacia dos Peixes, com base no exposto por Xavier (2003) e por Santana (2007), devido ao seu tipo de solo predominante, o Argissolo Vermelho Amarelo, apresentaria maior suscetibilidade e risco à erosão linear e também risco elevado devido uso predominante com pastagem aparentemente mal manejada devido ocorrência de focos erosivos, reconhecidamente resultantes da concentração de fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais relacionados ao superpastoreio e trilheiros do gado, e, inclusive, a formação de voçorocas associadas a fenômenos de *piping* (SALOMÃO, 1999). Somem-se a isto que, de acordo com esses autores, a bacia do rio dos Peixes já apresentaria numerosos fragmentos pequenos até meados dos anos 2000 e por isso estaria muito perturbada, fato corroborado por observações preliminares de campo e de imagens de satélite.

Assim, a bacia do rio dos Peixes apesar de interpretada como intermediária não significa que não tivesse sido afetada fortemente pelo processo de fragmentação, ainda que não o tenha sido pelo processo erosivo hídrico como outras vizinhas, o que reforça a relevância da presente pesquisa, que se propõe a aprofundar o estudo sobre a relação entre a evolução do processo de fragmentação, através da análise da sua estrutura e dinâmica dos seus fragmentos, e as métricas dos fragmentos, num contexto de Ecologia da Paisagem, sobretudo, os trabalhos de Metzger, (2001) e relacioná-los aos processos de evolução do uso das terras e da degradação dos solos, numa abordagem mais geográfica (CASTRO, 2005, 2010), de modo a promover sua conservação.

Para testar a hipótese da presente tese ainda se procedeu a um recorte temporal, ao se considerar que processo de ocupação agropecuária iniciou-se na década de 1970, mas vem prolongando-se até os dias atuais, até 2009, para a presente tese, período esse em que já teria sido comprometida a composição e a estrutura da paisagem, ameaçando a conservação dos remanescentes da cobertura vegetal natural. Assim, devido sua taxa de desmatamento e de ocorrência de focos erosivos serem intermediários na alta bacia do rio Araguaia, os fragmentos ainda apresentariam indicadores que permitiram sua recuperação.

Por fim, retomando o objetivo geral desta pesquisa já exposto, devem-se apresentar os objetivos específicos, os quais são: a) Identificar e mapear os fragmentos remanescentes do Cerrado no tempo e no espaço e reconhecer seu processo evolutivo;

b) Avaliar a sustentabilidade, sobretudo atual, dos fragmentos mapeados, através da análise da perda de biodiversidade e de parâmetros indicadores de recuperabilidade e de conectividade; c) Avaliar as áreas degradadas e sua relação com o processo da fragmentação no tempo e no espaço; d) Identificar os parâmetros dos solos nos fragmentos para reconhecer os efeitos do grau de conservação dos fragmentos da cobertura vegetal, com ênfase em sua estabilidade e outros atributos relacionados à sua função ecológica.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA PESQUISA

2.1 As bases da interdisciplinaridade como fundamento da pesquisa

A presente pesquisa demandou o uso de conceitos, além de materiais e métodos de algumas disciplinas, de modo convergente para entender o problema focado, o que requereu adotar a interdisciplinaridade como pressuposto teórico deste trabalho, como sintetizado e exposto a seguir.

Do ponto de vista histórico, a tendência à diferenciação do conhecimento em uma multiplicidade de disciplinas autônomas é algo que vem se concretizando desde início do século XIX, vinculado ao processo de transformação social que ocorria nos países europeus mais desenvolvidos e que necessitava de uma especialização de acordo com a divisão material do processo de produção favorecido pela industrialização. Deste modo surge o conceito de disciplina com um objeto de estudo, marcos conceituais, métodos e procedimentos específicos.

Diante deste cenário, MORIN (2004) afirma que a organização disciplinar foi instituída no século XIX, notadamente com a formação das universidades modernas; desenvolvendo-se depois, no século XX, com o impulso dado à pesquisa científica. Isso significa que as disciplinas têm uma história: nascimento, institucionalização, evolução, esgotamento. (SILVA, 2007).

Para BURKE (2003) o termo disciplina não é neutro. No mundo clássico, a disciplina estava associada com o atletismo e com o exército. As disciplinas não são corpos eternos e imutáveis, mas frutos de um determinado devanir histórico. A

conceituação desses termos, no entanto, é importante para a representação e recuperação da informação em ciência da informação.

Segundo ainda SILVA (2007), os intelectuais René Descartes, Augusto Comte, Emmanuel Kant e os enciclopedistas franceses mostraram preocupação com a fragmentação do conhecimento, que, como toda fragmentação, pode significar desmonte, degradação. Consequentemente cada um deles apresentou propostas buscando estabelecer maiores parcelas de unificação ou interdisciplinaridade.

Bem mais tarde, Leff (2001) demonstra que no processo de transição da modernidade para a pós-modernidade, enfrentam-se as tendências da unidade do conhecimento e da homogeneização cultural, com a valorização da diversidade e da diferença. Estas tendências se refletem nas posições subjetivas diante do saber e no campo da interdisciplinaridade. Ainda segundo ele, interdisciplinaridade surge com o propósito de reorientar a formação profissional através de um pensamento capaz de apreender a unidade da realidade para solucionar os complexos problemas gerados pela racionalidade social, econômica e tecnológica dominante. A especificidade teórica das ciências absorve-se num sistema generalizado de conhecimentos, que busca complementar suas estruturas teóricas e abrir caminho a um intercâmbio analógico de conceitos.

Nesse espírito, essa interdisciplinaridade busca construir uma realidade multifacetária, porém homogênea, cujas perspectivas são o reflexo das luzes que sobre ela projetam os diferentes enfoques disciplinares. Deve-se ressaltar, no entanto, que a interdisciplinaridade não é um princípio epistemológico para legitimar saberes, nem uma consciência teórica para a produção científica, nem um método para a articulação de seus objetos de conhecimento, mas sim uma prática intersubjetiva que produz efeitos sobre a aplicação e integração de saberes não científico (LEFF, 2001).

Este mesmo autor já havia ressaltado que a reflexão em torno dos problemas do conhecimento que a questão ambiental apresenta foi orientada para a incorporação de um saber ambiental emergente nos paradigmas “normais” de conhecimento (das disciplinas científicas estabelecidas), buscando com isso estabelecer bases para uma gestão racional do ambiente (LEFF 1986). Assim, para o autor a interdisciplinaridade

implica um processo de inter-relação de processos, conhecimentos e práticas que transborda e transcende o campo da pesquisa e do ensino no que se refere estritamente às disciplinas científicas e a suas possíveis articulações. Dessa maneira, o termo interdisciplinaridade vem sendo usado como sinônimo e metáfora de toda interconexão e “colaboração” entre diversos campos do conhecimento e do saber dentro de projetos que envolvem tanto as diferentes disciplinas acadêmicas, como as práticas não científicas que incluem as instituições e atores sociais diversos (LEFF, 1986).

Convém ressaltar, entretanto, que não há uma abordagem interdisciplinar, mas sim uma natureza pluridisciplinar segundo SANTOMÉ (1998) ou Codisciplinar segundo PALMADE (1979). Ressalte-se a afirmação de NICOLESCU (2000) que multidisciplinar é o mesmo que pluridisciplinar e diz respeito ao estudo de um objeto de uma mesma e única disciplina por várias disciplinas ao mesmo tempo, pois os conjuntos das concepções permitem unificar o conhecimento das diferentes disciplinas, porém conservando o específico e o que mais idiossincrático em cada uma delas.

As reflexões sobre os conceitos de disciplinar, interdisciplinar, multidisciplinar e transdisciplinar, permitiram avaliar que estes conceitos ainda não estão bem delimitados, e que ainda há uma falta da compreensão por parte dos cientistas em delimitar e principalmente compreender a complexidade de cada conceito. Mesmo assim, esta pesquisa pretende ser interdisciplinar, com base no exposto e nas reflexões voltadas à abordagem da pesquisa, que leva em consideração principalmente a integração das disciplinas de botânica, ecologia da paisagem, bem como de geografia física, esta no que se refere à natureza e espacialização do uso do solo. E utilizando o SIG como importante ferramenta para a análise da estrutura e dinâmica da cobertura vegetal, em particular da fragmentação e dos respectivos fragmentos, que são o objeto dessa pesquisa.

Pensando dessa forma, a Ecologia da Paisagem pode ser considerada interdisciplinar em sua origem e essência, uma vez que ao se ter um habitat de um dado ecossistema, o mesmo é composto de vários elementos do meio físico que integrados se tornam o meio, ou o ambiente do ecossistema, como se verá mais detalhadamente a seguir.

2.2 A Ecologia da Paisagem como principal base teórica da pesquisa

O termo Ecologia da Paisagem, como cunhado por Troll em 1939, teve como intenção incentivar a interface entre Geografia e a Ecologia, logo de duas disciplinas, aproximando a visão horizontal do geógrafo e a visão vertical dos ecólogos (NAVEH & LIEBERMAN, 1984). A partir de 1939 vários trabalhos científicos surgiram, como, por exemplo, os trabalhos de Neef (1956, 1967 apud LESER, 1992). No ano de 1981 na cidade de Wageningen (Holanda) foi realizado o 1º Congresso Internacional de Ecologia da Paisagem, organizado pela *The Netherlands Society of Landscape Ecology*, logo depois foi criada a *Internacional Association of Landscape Ecology* (IALE), em 1984.

Após a criação da IALE, várias definições para Ecologia da Paisagem foram propostas, mas, a mais ampla e compreensível definição foi apresentada pelo 1º presidente da IALE, Isaak S. Zonneveld, que a definiu como uma ciência Bio-Geo-Humana e com abordagem, atitude e pensamento holístico (ZONNEVELD, 1982; NAVEH, 2000). A definição utilizada por Zonneveld (1982) tinha como intuito abranger as inquietações dos cientistas do século XX, que era criar estudos onde pudessem relacionar o ser humano, a sociedade e o meio físico. Surge então a Ecologia da Paisagem, que se originou na Alemanha e Holanda, mas ganhou relevância mundial a partir do primeiro trabalho escrito em inglês sobre o tema, publicado por Naveh e Lieberman (1984). Na sequência, a Ecologia da Paisagem foi introduzida nos EUA e em outros países de língua inglesa, expandindo-se.

De acordo com Forman e Godron (1986), a Ecologia da Paisagem considera a estrutura, a função e a alteração de um ecossistema. A estrutura se refere às relações espaciais entre ecossistemas distintos, analisando a distribuição de energia, materiais e espécies em relação ao tamanho, forma, quantidade, tipos e configuração dos componentes. A função diz respeito à interação entre os elementos espaciais, isto é, o fluxo de energia, materiais e espécies entre os componentes ecossistêmicos. A alteração se refere à mudança na estrutura e na função do mosaico ecológico (Turner e Gardner, 1991), considerando que a dinâmica paisagística depende das relações entre as sociedades e seu ambiente, criando estruturas modificadas no espaço e no tempo, e que

essa heterogeneidade controla numerosos movimentos e fluxos de organismos, matéria e energia (BUREL e BAUDRY, 2002).

Para Malanson (1995), a Ecologia da Paisagem é baseada na hipótese de que as interações entre os componentes bióticos e abióticos são espacialmente mensuráveis, sendo que Primack e Rodrigues (2001) atestam a importância do conhecimento dessas interações para a proteção da diversidade biológica. Segundo Volotão (1998) a Ecologia da Paisagem relaciona os padrões da paisagem, as interações dos fragmentos com a paisagem e de como estas interações se modificam ao longo do tempo. Além disso, analisa o desenvolvimento e as mudanças da heterogeneidade nos processos ecológicos e suas mudanças espaciais.

Porém, o seu entendimento demanda a compreensão do que seja a expressão paisagem. Segundo Christofolletti (1999) o conceito derivaria do termo *paesaggio*, palavra *italiana* destinada às pinturas da natureza, durante o período da renascença. Ela resgata no imaginário dos seres humanos a ideia de memória, sendo que as pinturas retratam um momento de *congelamento* da paisagem em um determinado lugar, tornando-se um elemento importante da linguagem cotidiana (LINDENBERG, 2001; LANG & BLASCHEKE, 2009).

Martins et al (2004) afirmam que o termo paisagem possui várias definições, porém destacam os dois que consideram os m principais por serem os mais praticados. O primeiro apresenta uma conotação de diferenciação das características de territórios que podem se agrupados em coleções ou em classes de terra. O outro indica uma conotação de transformação dos territórios por meio da ação de processos dinâmicos.

Segundo Lima e Queiroz Neto (1997) paisagem é um sistema onde os fatores ambientais são coordenados entre si e funcionam como organizadores no espaço. Já os sistemas analisados pelas ciências que estudam as paisagens são os chamados geossistemas que, segundo Sotchava (1977), são a representação da organização espacial representante dos componentes físicos da natureza e o ecossistema é definido como um sistema aberto que inclui os fatores físicos e biológicos do ambiente e suas interações.

Para Bastian (2001), o entendimento científico atual de Ecologia da Paisagem implica num sistema integrador dos componentes do meio ambiente e social, sendo que o caráter interdisciplinar tenta se ajustar à relação recíproca em todas as esferas e dimensões do sistema homem - meio ambiente. .

Segundo METZGER (2001), alguns autores não identificam a Ecologia da Paisagem como uma simples disciplina ou ramo da Ecologia, mas sim como uma intersecção de muitas disciplinas e campos de conhecimento relacionados (Geografia, Ecologia, Sensoriamento Remoto, Sociologia, Economia e outras.) com um foco nos padrões espaciais e temporais da paisagem, entendida como a espacialização dos fenômenos ecossistêmicos.

Outro aspecto interessante é apontado por NUCCI (2007), que assinala que a Ecologia da Paisagem surge no sentido inverso da especialização vivida pela ciência até meados do século passado, na tentativa de conter os objetivos puramente naturais da Ecologia tradicional e incluir as áreas nas qual o ser humano é o centro da questão. Naveh (2000, citado em NUCCI, 2007) também demonstra uma insatisfação com a atual Ecologia da Paisagem, quando esta coloca a necessidade, ainda em questão, da inclusão do ser humano e sua dimensão cultural-social e econômica como parte integral de uma Ecologia global.

Em síntese, pode-se considerar a Ecologia da Paisagem como portadora de essência multidisciplinar, dado que se utiliza de métodos e abordagens de várias disciplinas afim, e interdisciplinar, porque o meio por ela estudado é produzido pela convergência de componentes que estudados separadamente não explicariam o seu todo, em termos de estrutura e dinâmica, como o processo de fragmentação das coberturas naturais e suas implicações.

2.3 Fragmentação da Paisagem, Biologia da Conservação e Diversidade Biológica – as abordagens focadas na pesquisa.

No último século a fragmentação da cobertura vegetal tem sido causada, sobretudo, pela ação antrópica, o que tem resultado no aumento do número de problemas ambientais, como perda de habitat e de biodiversidade (MMA, 2003). A fragmentação da paisagem em conjunto com a perda de habitat está posicionada entre as

maiores ameaças à biodiversidade e também entre os principais fatores que promovem a atual crise ambiental (WILCOX & MURPHY 1985; LINDENMAYER *et al.*, 2000; FAHRING 2001).

Este termo *fragmentação de hábitat* definiu-se como "a mudança ou retirada das áreas de cobertura vegetal que implicam na criação de um mosaico de ambientes fragmentados e isolados" (Kattan *et al.* 1994), ou "na subdivisão de habitats contínuos em pequenas porções" (Andrén 1994, Wiens 1994), ou "perturbações externas que alteram grandes áreas de vegetação, criando vários fragmentos isolados ou pouco conectados, os quais ficam inseridos em um mosaico formado por outros tipos de ambientes" (WIENS, 1989).

Segundo Metzger (2001), a Ecologia da Paisagem pode contribuir para a análise espacial por que se propõem a lidar com mosaicos antropizados, na escala na qual o homem está modificando o ambiente. Ela busca entender as modificações estruturais, e, portanto funcionais, trazidas pelo homem no mosaico como um todo, incorporando de forma explícita toda a complexidade das inter-relações espaciais de seus componentes, tanto naturais quanto culturais. Ainda segundo Metzger (2003) o estudo da fragmentação da vegetação é parte do objeto de estudo da Ecologia da Paisagem, e trabalha com o produto da relação entre os padrões espaciais e o processo ecológico. Observa-se que essa relação é ressaltada na análise dos fragmentos em si, na distribuição de espécies e ecossistemas e, principalmente, na distribuição das áreas de unidades de conservação (METZGER, 2001).

Um dos efeitos das transformações promovidas pelos seres humanos na paisagem é a redução do tamanho dos fragmentos de cobertura vegetal que promove, também, a fragmentação da paisagem (Forman & Godron, 1986). Esse processo pode acontecer naturalmente, através do fogo, vendavais, movimentação de dunas, mudanças de cursos d'água e inundações (Wiens, 1989), e segundo Machado (2000) a redução da vegetação natural chega a atingir valores críticos em várias regiões do mundo.

Nesse mesmo sentido, Mittermeier *et al.* (1997) avaliam que aproximadamente 60% das florestas tropicais já foram destruídas. Desta forma, a perda de habitat é considerada a maior causa da perda da biodiversidade (Saunders *et al.* 1991), sendo que

as atuais taxas de extinção de espécies são milhares de vezes maiores do que em toda a história da vida (Wilson 1989). Ainda segundo Machado (2000), o aumento da conservação das espécies em ambientes fragmentados pela ocupação humana levou ao desenvolvimento de novas abordagens no delineamento de ações globais de conservação de ecossistemas.

A partir do entendimento da teoria da biogeografia de ilhas (Mac Arthur & Wilson 1967), os ambientalistas que pesquisam a biologia da conservação compreenderam que suas teorias poderiam ser aplicadas em áreas fragmentadas e que os remanescentes poderiam ser comparados às ilhas oceânicas (Simberloff & Abele 1976, Fonseca 1981). A reação da comunidade científica ocorreu através de muitas críticas, pois considerar fragmentos como ilhas era algo impensável (Simberloff & Abele 1976, Forman & Godron 1986, Simberloff 1994, Wiens 1994, Hanski & Simberloff 1997). Na teoria, os aspectos como o tamanho da ilha (tamanho do fragmento) e a distância da ilha para o continente (isolamento de um fragmento) são, no entanto, as métricas mais importantes para explicar a riqueza de espécies, que é basicamente o aspecto abordado pela teoria (MACHADO, 2000).

Ao se considerar outros aspectos como a forma dos fragmentos, o espaçamento, a conectividade, o efeito de borda, a matriz de inserção, a escala de análise, o fluxo de organismos e da matéria ao longo do tempo e do espaço se tornam relevantes para compreender a dinâmica regional de espécies e dinâmica das populações (Machado, 2000), como discutido pela Ecologia de Paisagens, ressaltando-se que criam uma nova escala de análise e admitem a inclusão de múltiplos fatores para que, analisados em conjunto, podem auxiliar a Biologia da Conservação (Hobbs *et al.* 1993).

As comunidades biológicas, que levaram milhares de anos para se desenvolver, vêm sendo degradadas rapidamente e em tempo recorde pela ação humana. Pode-se citar como exemplo dessas devastações: a extinção de algumas espécies, a perturbação dos ciclos naturais hidrológicos, a perda de solo por falta de planejamento do uso e manejo, a diminuição da diversidade genética e também a alteração climática global do planeta Terra (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

As ameaças à diversidade genética devem-se também ao aumento da população humana que cada vez mais tem necessidade de contínuos avanços tecnológicos voltados para a produção e o consumo. Myers (1987) afirma que muitas das ameaças à diversidade genética são sinérgicas, ou seja, vários fatores independentes, combinados e multiplicados, tornam a situação ainda pior. Com isso a partir dos anos 60, surgiu a Biologia da Conservação com a finalidade de promover o estudo científico dos processos que afetam a conservação, a perda e a restauração da diversidade biológica.

Esta nova ciência, definida como multidisciplinar, foi discutida e desenvolvida em resposta à crise de confronto entre conservação e consumo em que a diversidade biológica está sujeita atualmente (Soulé, 1985). Ressalta-se que o termo “diversidade biológica” é o ponto central da discussão que envolve a biologia da conservação, por isso há vários significados para a definição desse termo, destacando-se a do Fundo Mundial para Natureza (1989) que a define como sendo “a riqueza da vida na terra e os intrincados ecossistemas que eles ajudam a construir no meio ambiente” (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

A Biologia da Conservação agrupa um conjunto de ciências fundamentais e aplicadas, naturais e sociais, que utilizam a biodiversidade como seu objeto de estudo. E organiza-se segundo dois objetivos centrais: (i) entender os efeitos da atividade humana sobre as espécies, comunidades e ecossistemas; e (ii) desenvolver abordagens interventivas para prevenir a extinção das espécies (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

A diversidade biológica, por seu lado, considera três níveis: diversidade de espécies (as espécies encontradas em um dado ecossistema), diversidade genética (a variação encontrada em muitas espécies) e diversidade ecossistemas/comunidades (a variedade de tipos de habitat e processos em dada região) (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

A Biologia da Conservação foi aqui considerada um instrumental prático e adequado ao propósito de mapeamento das atividades de pesquisa para a conservação da biodiversidade, tal como proposto por Rodrigues (2009). Convém destacar que dessa conservação também depende a sustentabilidade.

2.4 Desenvolvimento Sustentável/ Ecodesenvolvimento e a conservação da biodiversidade

O princípio de sustentabilidade surge no contexto da globalização como a marca de um limite e o sinal que reorienta o processo civilizatório da humanidade. A sustentabilidade ecológica aparece como um critério normativo para a reconstrução da ordem econômica, como uma condição para a sobrevivência humana e um suporte para chegar a um desenvolvimento duradouro, questionando as próprias bases da produção (LEFF, 2004). Sachs (1982) indica que o conceito de sustentabilidade relaciona-se com o reconhecimento da capacidade de suporte da natureza que é a responsável pela condição e potencial do processo de produção. Este processo crítico surgiu das estratégias do ecodesenvolvimento, de modo a promover novos modelos de desenvolvimentos fundados nas condições e potencialidades dos ecossistemas e no manejo prudente dos recursos.

Segundo Leff (2001), a reflexão sobre o desenvolvimento sustentável surgiu em um contexto de crise civilizatória, como algo capaz de conciliar diferentes perspectivas políticas e teóricas – ideológicas e constitui-se como um campo de disputa pela hegemonia do que se entende por desenvolvimento e sustentabilidade. Esta reflexão foi sendo legitimada, oficializada e difundida amplamente, com base na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro em 1992, ainda que a consciência ambiental tenha surgido nos anos 60 com a Primavera Silenciosa de Rachel Carson, e se expandido nos anos 70, depois de Estocolmo 1972, quando foram assinalados os limites da racionalidade econômica e os desafios da degradação ambiental para o projeto civilizatório da modernidade.

A polarização que ocorreu depois da publicação do Relatório do Clube de Roma em 1972 propunha partidários de visões opostas sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente - de um lado os Tecnocêntricos que acreditam na capacidade humana inventiva para transpor os limites ambientais, do outro, os chamados Ecocêntricos que defendem que o meio ambiente apresenta limites ao crescimento econômico, sendo que a humanidade está próxima de uma catástrofe (ROMEIRO, 1999).

Para Sachs (1993; 1997) o desenvolvimento é um conceito abrangente e inclui a dimensão ética, política, social, ecológica, econômica, cultural e territorial. De acordo com o autor, a natureza processual do desenvolvimento exige que se leve em consideração sua sustentabilidade de modo a satisfazer o postulado ético da solidariedade, o qual explicaria a primazia dos aspectos sociais na determinação dos objetivos do desenvolvimento. Os sucessivos adjetivos ao termo desenvolvimento no decorrer das últimas décadas, incluindo “sustentável” e “humano”, ponderam a pertinência do termo “desenvolvimento integral”. Nesse sentido, o mesmo autor afirma que somente se pode considerar como desenvolvimento, o processo no qual o crescimento econômico resulta em impactos positivos nos âmbitos sociais e ambientais, simultaneamente (SACHS, 2004).

Assim, o conceito do Relatório de Brundtland (CMMAD, 1988), que define desenvolvimento sustentável como *“aquele que satisfaz as necessidades atuais sem sacrificar a habilidade do futuro de satisfazer as suas próprias necessidades”* parece ser o mais adequado à dimensão e pretensão deste trabalho.

Nesse sentido, as estratégias do Ecodesenvolvimento são elaboradas, postulando a necessidade de novos modelos de produção e estilos de vida nas condições e potencialidades ecológicas de cada região, assim como na diversidade étnica e na autoconfiança das populações para a gestão participativa dos recursos (Sachs 1982). E as propostas do ecodesenvolvimento são traçadas no momento que teorias da dependência, do intercâmbio desigual e da acumulação interna de capital orientavam o planejamento do desenvolvimento (LEFF, 2004). Mas, para Romeiro (1999) as bases do conceito de Ecodesenvolvimento emergem de uma proposição conciliadora, onde o progresso técnico efetivamente relativiza os limites ambientais e que o crescimento econômico é condição necessária, mas não suficiente, para a eliminação da pobreza e das disparidades sociais.

Nessa abordagem, o uso correto dos recursos naturais deve envolver necessariamente uma duração suficiente para que sejam mantidos como tal. Portanto, qualquer ação que os destitua dessa posição pode comprometer a sustentabilidade. Mudanças de uso das terras sem dúvida aconteceram e continuarão acontecendo no

planeta, e em si podem não ter maior significado, mas o resultado delas é que faz sentido e deve ser avaliado.

2.5 As Mudanças do Uso do Solo em Goiás e a Fragmentação – uma relação necessária à explicação

A expansão territorial brasileira começou no século XVII, motivada pela exploração da pecuária, da agricultura e, sobretudo, pela exploração das jazidas minerais. A principal origem do estado de Goiás é atribuída ao descobrimento de ouro em suas terras, em 1682, pelo bandeirante Bartolomeu Bueno da Silva, que havia saído da capitania de São Paulo com o intuito de desbravar o interior brasileiro até chegar às terras dos índios conhecidos como Goyazes (EIBH, 2010).

Assim, os primeiros arraiais surgidos em Goiás foram criados durante a corrida de ouro e se caracterizavam pela irregularidade e instabilidade. Onde havia ouro, eram erguidas casas de taipa e adobe sem planejamento e controle administrativo. Quando o ouro acabava, as casas eram derrubadas, ou mesmo queimadas e a população migravam em busca de novos veios auríferos. A base populacional era formada por mestiços, escravos negros e brancos fugidos da justiça, que trabalhavam como feitores, gerando a violência e o extermínio dos índios (MIZIARA, 2005).

Nesse aspecto, Gonçalves Neto (1997) esclarece que na política desenvolvimentista do período (1930 – 45) o campo deveria atender às necessidades da nova regulação econômica, pautada não mais no setor agrário exportador, mas no urbano-industrial. Ressalta-se que o Estado desempenhou um papel mediador sobre os interesses rurais e industriais, como tem sido com frequência no país. Desta maneira o agronegócio brasileiro na década de 1930 e mesmo depois era visto como fator de vulnerabilidade para o desenvolvimento econômico nacional, sendo incorporado ao projeto “Getulista”, o qual visava a participação do campo na economia industrial e consequentemente no crescimento econômico do país.

Na década de 1960 o Estado de Goiás, segundo esse mesmo autor, experimentou outro surto de desenvolvimento com a construção de Brasília, atraindo investimentos e pessoas de toda sorte na esperança de melhores condições de vida. Já após a década de 1980, com a ocupação das grandes extensões dos planaltos e tabuleiros com as

monoculturas de soja, milho e, mais recentemente algodão e cana de açúcar, objetivando fornecer matéria prima para a produção de etanol, provocaram um rápido crescimento econômico, sobretudo, nos municípios localizados na região Sudoeste do estado. Na análise histórica do Centro-Oeste, percebe-se que esse período foi de fundamental importância para a compreensão da estrutura produtiva e a urbanização, pois foi quando se construíram os moldes para a introdução das frentes modernas vigorosamente à economia e suas estruturas urbanas. Os anos subsequentes à expansão agrícola para o Centro-Oeste brasileiro, conforme esse modelo de desenvolvimento, determinariam ao mercado interno o sustento do desenvolvimento industrial com a finalidade de implementar uma economia “auto - sustentável” (GONÇALVES NETO 1997).

A ocupação de terras para o uso da lavoura está especialmente concentrada no sul do estado de Goiás, onde há terras com maior aptidão natural (EMBRAPA, 1987), já a pastagem está espalhada por quase toda área central, norte e oeste, frequentemente em terras com menor aptidão agrícola para culturas intensivas no estado, (PROBIO, 2002).

Os solos do estado como de Cerrado apresentam fertilidade química baixa, necessitando de correção e adubação. Isso pode explicar porque a pastagem extensiva domina o território goiano e porque grande mancha de vegetação natural está localizada no nordeste de Goiás, em áreas de relevo mais acidentado e de menor aptidão agrícola (EMBRAPA, 1987). Mas, com o progresso tecnológico agrícola, a fertilidade deixa de ser o principal problema para a lavoura (CARVALHO et al, 2009).

Segundo Miziara e Ferreira (2006), 95% das áreas agrícolas de Goiás estão localizadas em regiões planas, o que é preferido na agricultura, sobretudo quando mecanizada, o que se explicaria pelo custo mais baixo e melhor condição de controle de produção. Isso explicaria porque fragmentos de Cerrado estão localizados em áreas com maiores declividades e mesmo em topos de morros, nascentes e fundos de vale, e ainda considerando que por isso são áreas protegidas como determina a legislação ambiental (BRASIL, 1965). Essas informações se confirmam pela relação positiva entre paisagens dominadas por Cerrado e a declividade (CARVALHO et al, 2009).

Observações preliminares na Bacia do Rio dos Peixes permitiram constatar que não apenas a declividade e a forma do relevo, mas também o tipo de solo e a oferta logística podem ter contribuído no processo decisório sobre a fragmentação por desmatamento e conversão ao uso com lavouras e pastos. Portanto, espera-se que ela reproduza o padrão de ocupação conhecido para as áreas do Cerrado (GOMES, TEIXEIRA NETO, 1993), mas contenha especificidades. Nesse sentido, ao se observar o mapa do PROBIO (2002) sobre o Cerrado, por exemplo, pode-se constatar que essa bacia se situa no Centro-Sul do Cerrado, porção mais convertida à agropecuária intensiva desde o II PND, como já exposta. Mas, o fato de ainda conter manchas que indicam presença mais contínua de fragmentos a torna diferente.

Uma das explicações possíveis seria a ocorrência de terras mais aptas à implementação do modelo econômico de base agrícola assentado em *commodities*, adotado no país e a proximidade dos centros mais desenvolvidos, além de uma logística garantindo a conexão entre os produtores e os centros de consumo. É nessa mesma porção Centro-Sul que se concentraram as agroindústrias e hoje os grandes complexos agroindustriais nos municípios e cidades do agronegócio que se tornaram referência nacional e internacional, logo é de se supor que nessa porção os fragmentos apresentem menores condições de conservação e sustentabilidade.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Com vistas a compreender melhor o objeto de estudo, procede-se à uma caracterização mais detalhada da bacia do rio dos Peixes, de modo a poder compreender suas limitações ao uso e ocupação e em seguida apresenta-se os fundamentos do método e o roteiro metodológico geral adotado para a pesquisa.

3.1 Área de estudo

3.1.1 Localização e histórico

A área de estudo corresponde à bacia do rio dos Peixes localizada na porção centro-sul da Alta Bacia do rio Araguaia, bacia 24 conforme classificação da ANEEL, no estado de Goiás, drenando uma área de 5.140 km², abrangendo os municípios de

Doverlândia, Baliza e Caiapônia, no Estado de Goiás (EIBH, 2010). As nascentes da bacia do rio dos Peixes localizam-se na vertente norte da Serra do Caiapó, que também delimita suas porções a leste e a oeste. Trata-se da região conhecida como parte do Mato Grosso Goiano, devido fitofisionomia densa (savânica ou florestal) (Figura 4).

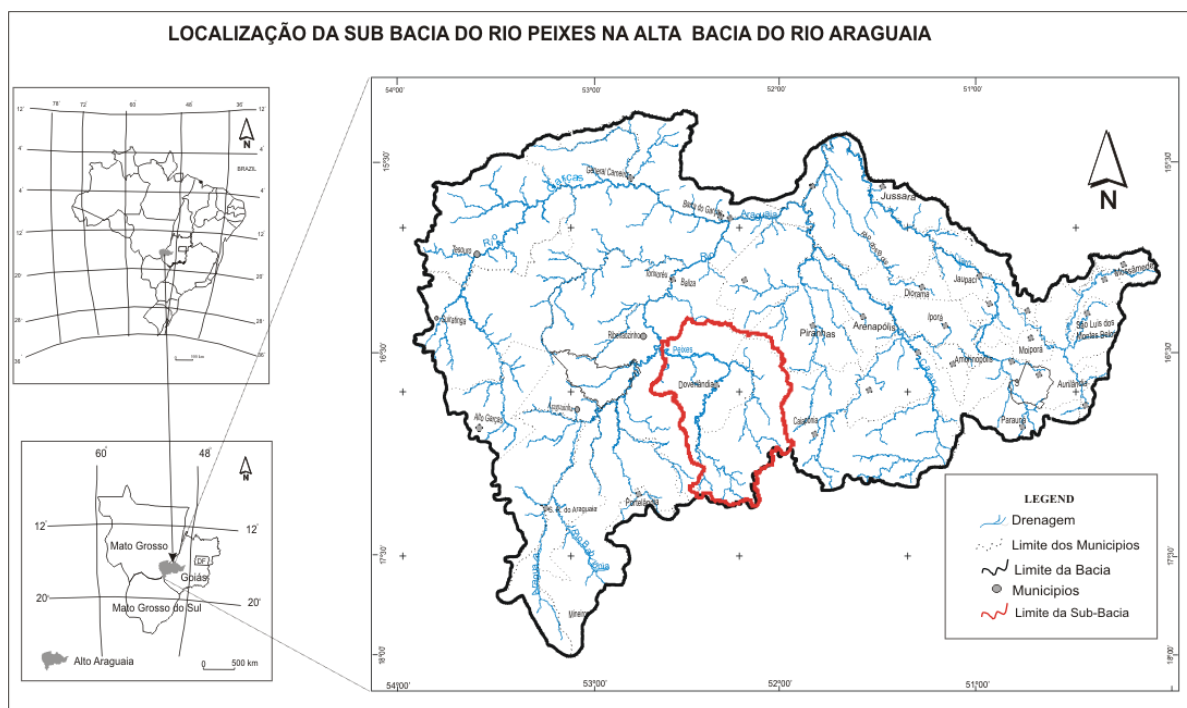


Figura 4 – Localização da Bacia do Rio dos Peixes. Fonte: Faria, 2006

O município sede da área focada é o de Doverlândia, estado de Goiás, que teve início com o povoado do Rio do Peixe em 1949, aonde o fazendeiro Sr. Manoel Ribeiro Campos comprou alguns alqueires de terras e construiu sua casa às margens do Rio do Peixe, onde passou a residir com sua família. Devido às dificuldades enfrentadas com as estradas, ficando o trânsito praticamente impossível, o Sr. Manoel Campos construiu o campo de aviação com trabalho braçal, ficando pronto em 1951, quando desceu o primeiro avião (EIBH, 2010).

Quase 10 anos após a chegada dos primeiros habitantes à região, chegou à região o Sr. Dovercino Borges, que logo se transformou em um líder político, pois tinha ligações políticas com Caiapônia, município ao qual pertencia o povoado do Rio do Peixe. Em 1969, o povoado do Rio do Peixe, apoiado pelo Prefeito Municipal de Caiapônia, Sr. Fuad Nasser, se tornou distrito, passando a se chamar Doverlândia, em

homenagem ao líder político da época, Sr. Dovercino Borges. Com os incentivos promovidos pelo governo federal para interiorização do Centro-Oeste brasileiro, já relatados, e a luta dos moradores do novo distrito, percebendo que Doverlândia era um lugar promissor, passaram a batalhar por sua emancipação, que ocorreu em maio de 1982, quando Doverlândia conseguiu tornar-se município político-administrativamente independente (EIBH, 2010).

3.1.2 Geologia

Segundo Faria (2006, 2011) a área da Alta Bacia do Rio Araguaia está inserida em parte na Bacia Sedimentar do Paraná, parte na Província do Tocantins e em parte nas coberturas recentes inconsolidadas de textura argilosa a média, de idade Cenozoica. Ressalte-se que a bacia do Paraná é bastante antiga e consideravelmente estável, não afetada por efeitos tectono - térmicos mais agudos, desenvolvida totalmente sobre a crosta continental (IPT, 1981).

A área da Bacia do rio dos Peixes se encontra quase que inteiramente sobre substratos areníticos da Bacia Sedimentar do Paraná, em posição de borda da mesma, o que sugere maior vulnerabilidade à dissecação erosiva normal. A Figura 5 mostra a geologia da área em que se destacam especialmente as Formações Aquidauana, Ponta Grossa e Furnas, dispostas quase que paralelamente em faixas dispostas na direção E-W e superpostas na direção N-S. A Formação Aquidauana é a predominante, com 44,3 %, e composta de arenitos médios a grossos, friáveis, às vezes feldspáticos, associados a siltitos e argilitos intercalados, de origem fluvial e lacustre, esta devido a presença de diamictitos. Trata-se de arenitos bastante frágeis e suscetíveis à erosão (LACERDA FILHO et al., 1999). Segue-se a Formação Ponta Grossa (33,5 %) composta por folhetos cinza a marrom - avermelhados intercalados de arenitos brancos a marrom ou esverdeados, finos a muito finos, micáceos e feldspáticos finamente estratificados, menos suscetíveis à erosão que os anteriores (LACERDA FILHO et al., 1999). A Formação Furnas tem participação bem menor com 16,6%, é composta por dunitos, peritoditos, piroxênios, serpentinitos, gabros, sienogabros, nefelina sienitos, silicatos, carbonatitos, kimberlitos e laprófilos (LACERDA FILHO et al., 1999). A Tabela 03 indica a participação de cada unidade geológica na bacia do Rio dos Peixes.

Tabela 03 – Unidades Geológicas e sua distribuição

UNIDADE	ÁREA KM²	%
Aluvião	123,0	2,4
Diques e Soleiras de Diabásio	102,0	2,0
Formação Cachoeirinha	23,4	0,5
Formação Furnas	854,3	16,6
Formação Irati	33,7	0,7
Formação Ponta Grossa	1722,1	33,5
Formação Vila Maria	0,3	0,0
Grupo Aquidauana	2276,1	44,3
Suíte Rio Caiapó	0,01	0,0002

Fonte:Elaborado e Organizado pelo autor

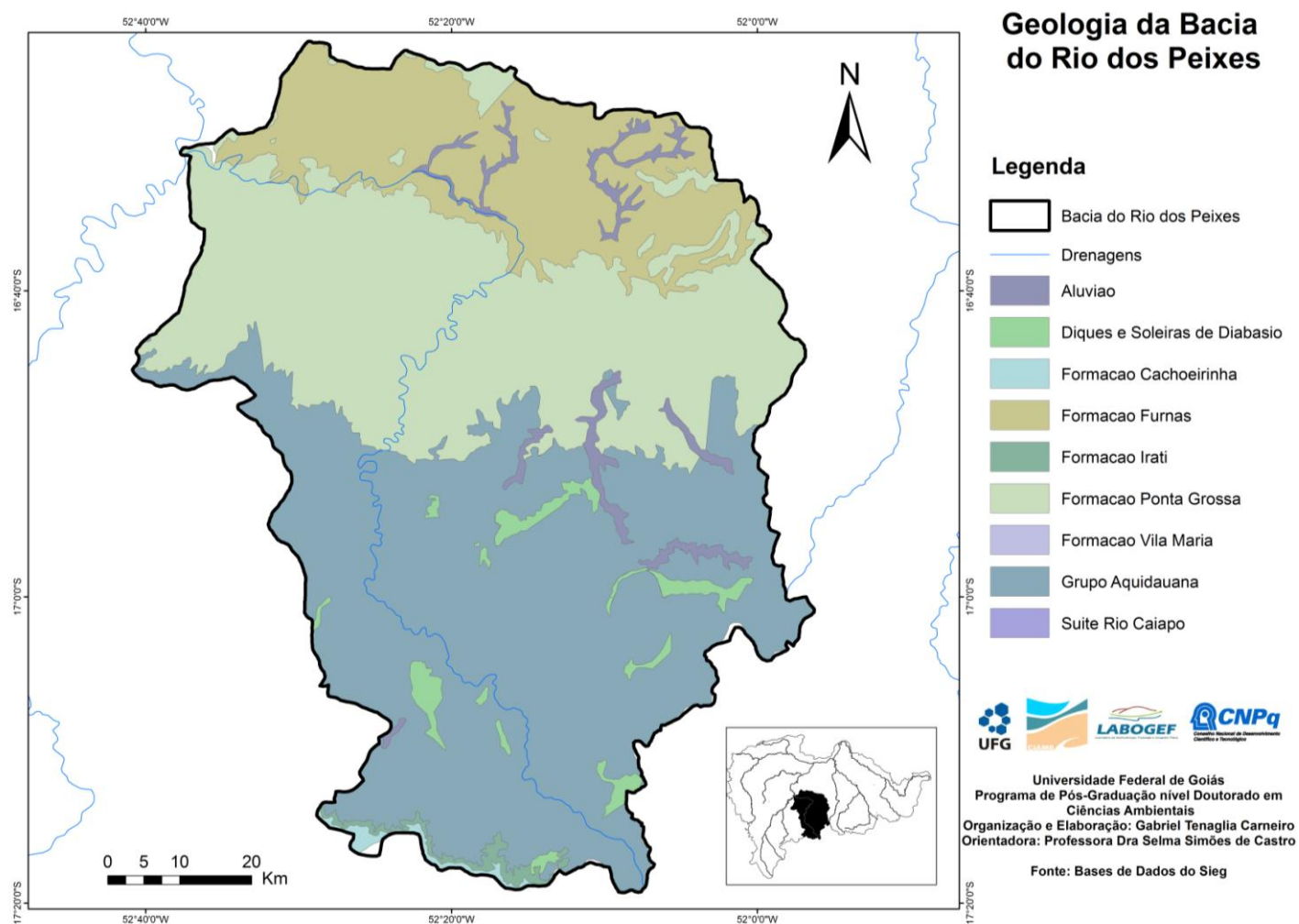


Figura 05 – Mapa das Unidades Geológicas da Bacia do Rio dos Peixes: Fonte: Dados Sieg.

3.1.3 Geomorfologia

3.1.3.1 Compartimentação geomorfológica

Os compartimentos de relevo são caracterizados pela predominância de formas denudacionais representadas, sobretudo pelas superfícies regionais de aplainamento do estado de Goiás (LATRUBESSE e CARVALHO, 2006), onde se destacam: com 37% da área a SRAIIC com MC (m) – Superfícies Regionais de Aplainamento IIC, com altitudes entre 550 e 750 m, desenvolvidas sobre rochas paleozoicas na bacia do Paraná, associada aos MC (m) - Morros e Colinas com dissecação média; segue-se a SRAIVC 1 (m) – Superfície Regional de Aplainamento IVC com 24% da área e altitudes mais baixas, entre 250 a 400m, dissecação média, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas. Ressalta-se também com 17% da área a SRAIIC (fr) – Superfície Regional de Aplainamento IIC mais elevadas, em formas bem residuais com altitudes entre 750 a 1000m, dissecação fraca e desenvolvida sobre rochas paleozoicas na bacia do Paraná. A Figura 06 e a Tabela 04 mostram o relevo e a sua distribuição na bacia do Rio dos Peixes.

Vale ressaltar que, grosso modo, a distribuição dessas principais Superfícies Regionais de Aplainamento acompanham espacialmente as três principais formações geológicas descritas acima, sendo que as restantes formações geológicas juntas representam apenas 19% da área.

Geomorfologia da Bacia do Rio dos Peixes

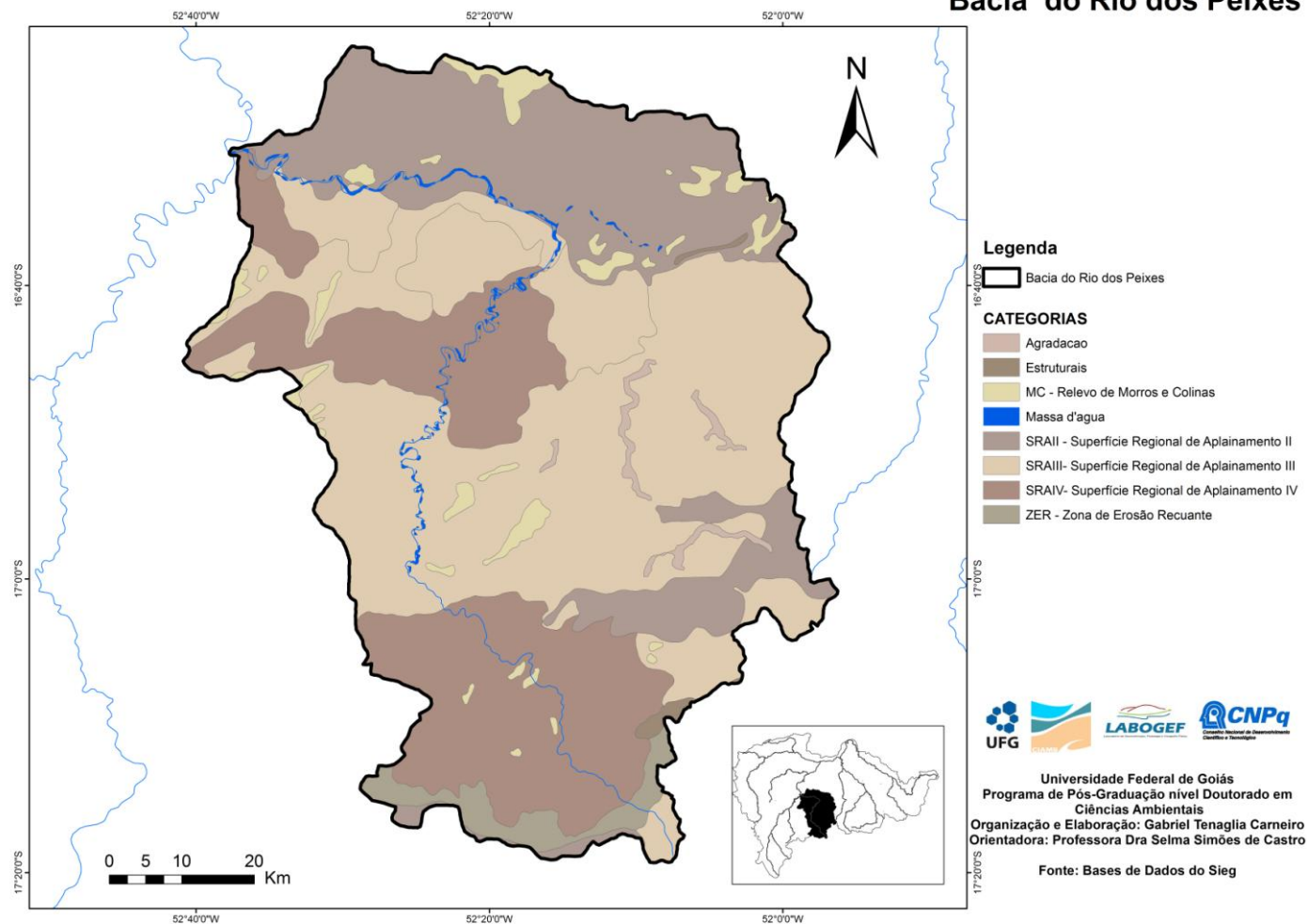


Figura 06 – Mapa de Geomorfologia da Sub Bacia do Rio dos Peixes. Fonte: Dados Sieg.

Tabela 04 – Áreas dos Compartimentos de Relevô

UNIDADE	Área Km ²	%
FA	26,97	0,52
HB-ED	5,12	0,10
MC	151,48	2,94
MC(m)	12,38	0,24
MC-FCE	14,79	0,29
PFm	17,90	0,35
SRAIIB-RT (fr)	28,31	0,55
SRAIIC (fo)	229,94	4,47
SRAIIC (fr)	916,34	17,80
SRAIIC (fr)	131,94	2,56
SRAIIC-MC(fr)	238,00	4,62
SRAIIC-MC(m)	1949,58	37,87
SRAIVC1(m)	1275,02	24,77
ZER-SRAIVC1/IIB-RT(mfo)	126,27	2,45
Drenagem	23,46	0,46

Fonte:Elaborado e Organizado pelo autor

Convém destacara que a SRAIIC (fr),IIC-MC (m) e IVC1(m) juntas somam mais de 80% da área e caracterizam relevos amplos, planálticos, conhecidos como chapadas.

3.1.3.2 Declividade

O mapa de declividade (figura 07) elaborado a partir da SRTM- *Shuttle Radar Topography Mission* – confirmando o exposto acima mostra que 75% da área apresenta relevo de plano a suavemente ondulado. Os relevos mais movimentados, no caso os ondulados representam 23% da área e apenas 2% da área apresenta relevo fortemente ondulado (Tabela 05).

Tabela 05 – Classes de Declividade

DECLIVIDADE	Área km ²	Área ha	%
0 - 5	1831,6	183160,4	35,6
5,1 - 10	2049,8	204978,3	39,8
10,1 - 16	744,6	74464,4	14,5
16,1 - 25	316,6	31656,7	6,2
25,1 - 38	139,0	13900,6	2,7
38,1 - 57	52,4	5244,8	1,0
> 57	11,4	1136,2	0,2

Declividade da Bacia do Rio dos Peixes

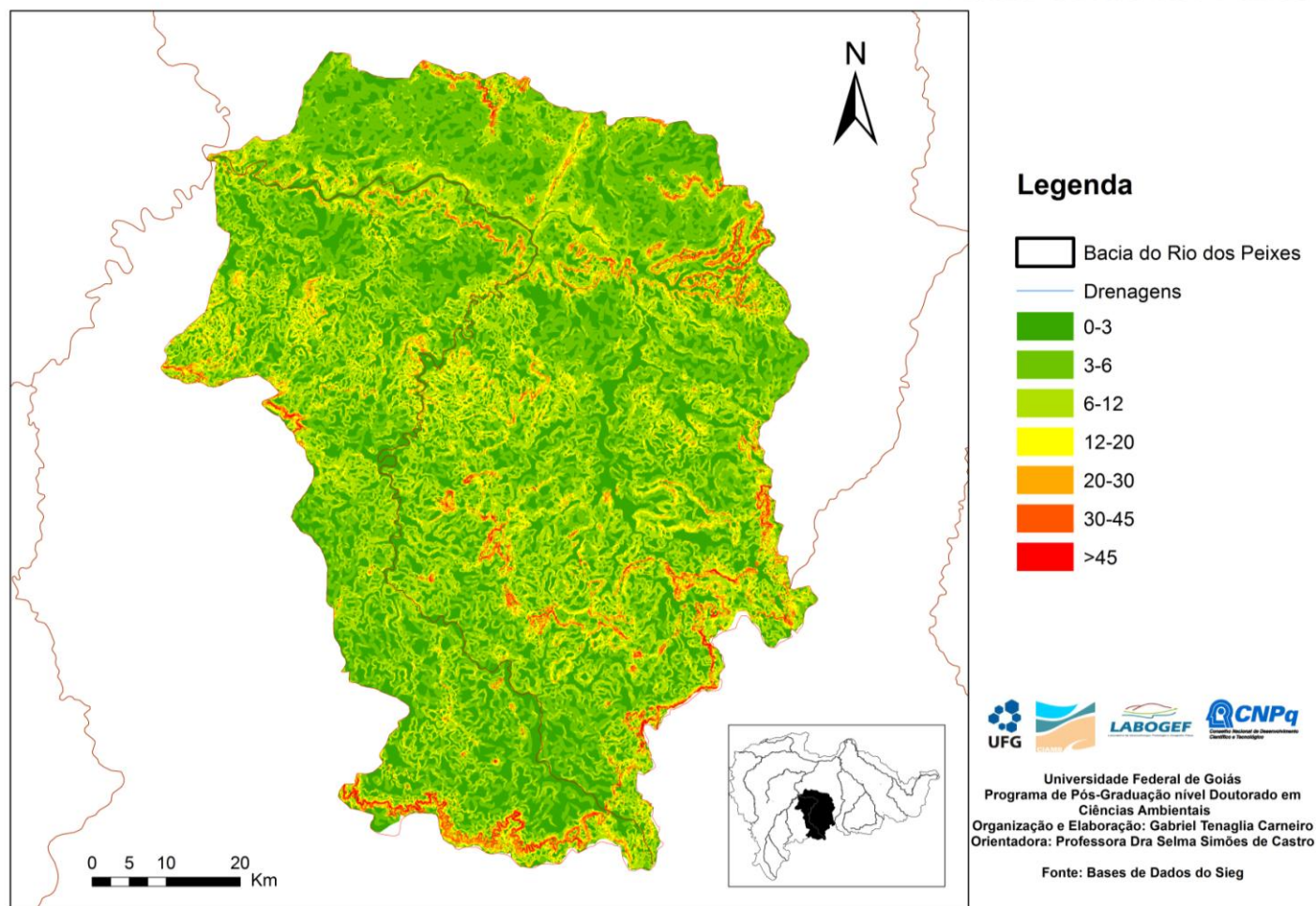


Figura 07 – Mapa de Declividade da Bacia do Rio dos Peixes. Fonte: Dados Sieg.

Trata-se de área geomorfológicamente bastante dissecada e arrasada que, em princípio, não seria favorável à erosão, a não ser nos poucos setores mais declivosos que corresponderiam às escarpas das Superfícies Regionais de Aplainamento, em geral situadas nas cabeceiras dos tributários do rio dos Peixes e nele próprio.

3.1.3.3 Hipsometria

No mapa hipsométrico (figura 08) a área foi compartimentada em 09 (nove) unidades altimétricas. As unidades apresentam amplitude altimétrica entre 302 a 1000m de altitude e as classes foram estabelecidas de modo a evidenciar o modelado do relevo. A tabela 06 mostra a distribuição das classes e sua participação em relação ao total da área.

Tabela 06 – Classes Hipsométricas da bacia do rio dos Peixes.

UNIDADES	Área km ²	%
302 - 474	315,3	6,1
474,1 - 539	630,1	12,2
539,1 - 602	913,2	17,7
602,1 - 667	1192,0	23,2
667,1 - 749	1029,5	20,0
749,1 - 848	521,3	10,1
848,1 - 1000	543,7	10,6

Fonte:Elaborado e Organizado pelo autor

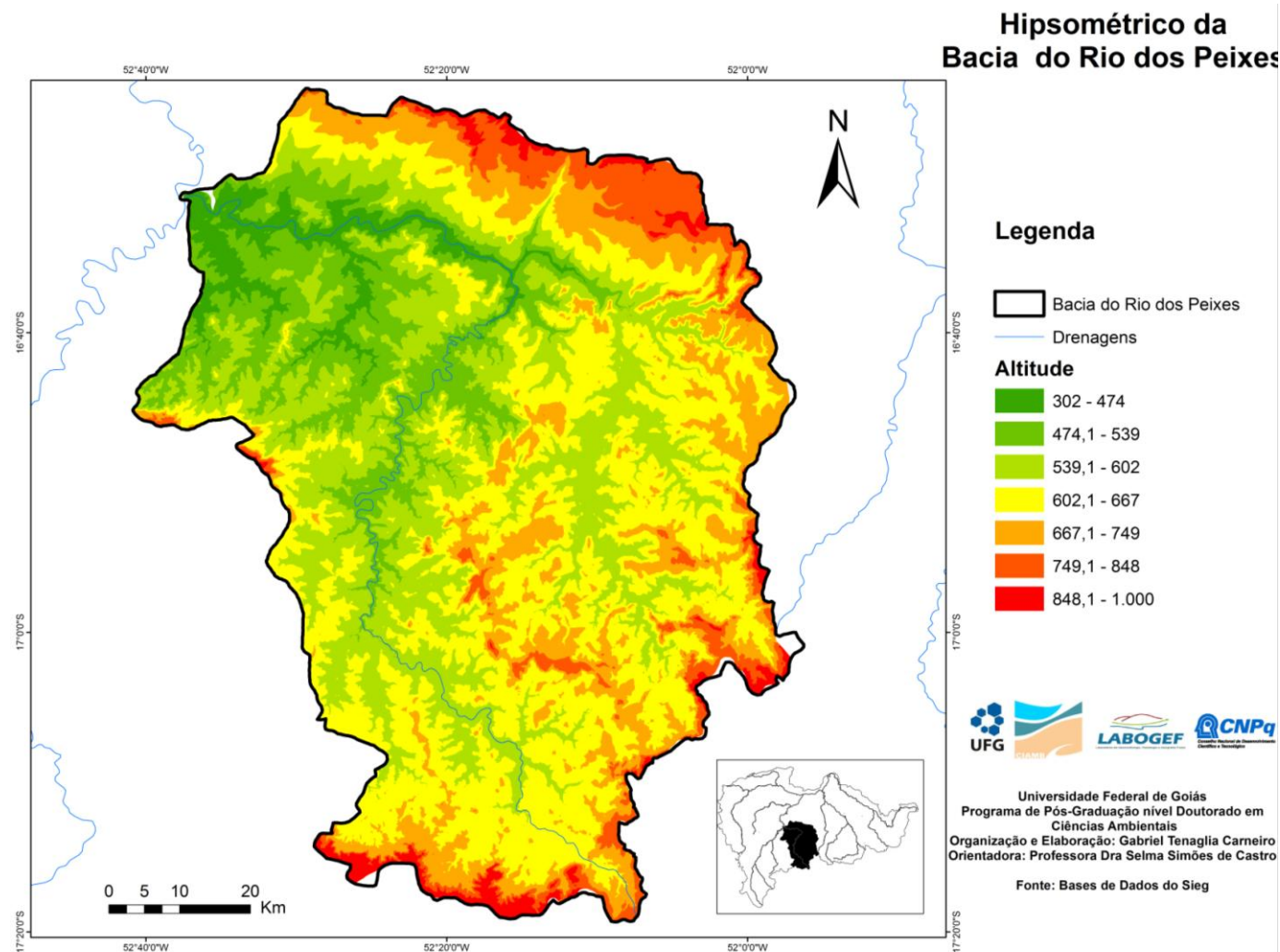


Figura 08 – Mapa Hipsométrico da Bacia do Rio dos Peixes. Fonte: Dados Sieg.

Novamente, se percebe a predominância de altitudes baixas e amplamente distribuídas indicativas de relevo suavizado e sua correspondência com o desenho hidrográfico, revelando-se como uma resposta adaptativa à sua dissecação erosiva.

3.1.4 Solos

Quanto aos solos, dominam amplamente os Argissolos, com 91% do total da área, distribuídos entre os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos (52%), seguidos dos Argissolos Amarelos distróficos (31%) e dos Argissolos Vermelhos distróficos (6%). Os demais solos somam 9% da área total distribuídos entre os Latossolos Vermelhos distróficos (7%), os Cambissolos Háplicos distróficos (1%) e os Neossolos Litólicos distróficos (0,4%) (Figura 09 e Tabela 07).

Os Argissolos apresentam de moderado a elevado gradiente textural entre os horizontes superficiais (A, E) tendendo a arenosos e o e os subsuperficiais (Bt), tendendo a argilosos, o que implica em permeabilidade também diferenciada no perfil, maior no A e E do que no Bt, o que pode facilitar a instalação de processos erosivos, sobretudo em sulcos e ravinas devido elevada erodibilidade dos horizontes superficiais, principalmente quando desprovidos de cobertura vegetal e associados a relevo ondulado e forte-ondulado (SALOMÃO, 1999).

Morfologicamente, os Argissolos Amarelos e os Vermelho-Amarelos apresentam matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 2006). Sua gênese está relacionada a relevos ondulados do Planalto de Caiapônia, que se estende até a bacia do rio dos Peixes, e onde prevalecem as superfícies de formas onduladas (convexas). Os Vermelhos-Amarelos se relacionam aos arenitos, diamictitos e folhelhos em relevos ondulados do Planalto de Caiapônia, onde prevalecem as formas convexas (EIBH, 2010). Os Argissolos Vermelhos, como diz sua cor, apresentam matiz 2,5 YR ou 5 YR, com valores e cromas iguais ou menores que 4 (quatro), na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (EMBRAPA, 2006). São encontrados em relevos de topografia plana a suave ondulada.

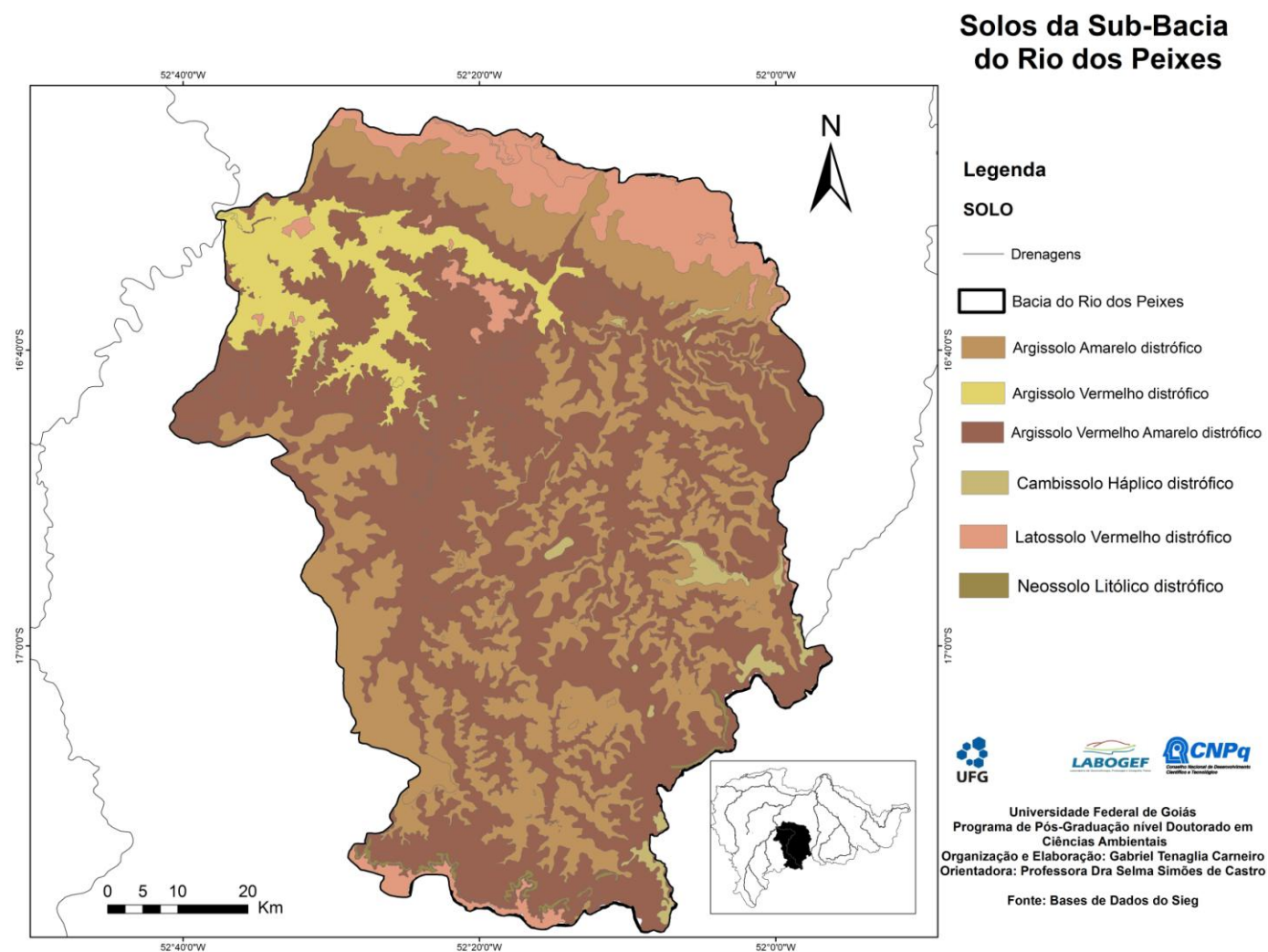


Figura 09 – Mapa de Solos da Bacia do Rio dos Peixes. Fonte: Dados Sieg e Adapt. RADAM BRASIL, 1983.

Tabela 07 – Solos e sua distribuição na Bacia do Rio dos Peixes.

SOLO	Área Km²	%
Argissolo Amarelo distrófico	1629,3	31,7
Argissolo Vermelho distrófico	354,8	6,9
Argissolo Vermelho Amarelo distrófico	2694,7	52,5
Cambissolo Háplico distrófico	71,3	1,4
Latossolo Vermelho distrófico	364,6	7,1
Neossolo Litólico distrófico	20,7	0,4

Fonte:Elaborado e Organizado pelo autor

Os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos ocupam as posições mais altas do relevo aplainado seguidos nas encostas pelos Argissolos Amarelos distróficos que juntos dominam a maior parte da bacia do sul às proximidades da sua parte norte.

Os Latossolos Vermelhos, igualmente distróficos, apresentam matiz de 5 YR na maior parte dos primeiros 100cm de horizonte B. Exibem geralmente textura argilosa, com o horizonte A moderado, álico, caulínítico, fase Cerradão tropical subcaducifólio, ocupando relevos de topografia plana. Observou-se que nessas áreas predominam as pastagens cultivadas e também, culturas agrícolas. A fácil mecanização desse solo contribui para que o mesmo possua um uso mais intensivo.

Os Argissolos concentram-se principalmente na porção central e sul da bacia (EIBH 2010), são pobres, constituídos por argila de atividade baixa e horizonte Bt imediatamente abaixo do horizonte A ou E arenosos. Os Latossolos são relativamente restritos em área, e situam-se predominantemente na porção norte, embora apareçam numa faixa bem restrita ao sul no divisor de águas da bacia. Os Cambissolos também são restritos e localizam-se na porção leste da bacia. Os Neossolos Litólicos são ainda mais restritos e situam-se na porção sul da bacia. Exceto os Latossolos, todos os demais são considerados suscetíveis à erosão hídrica (SALOMÃO, 1999). O caráter distrófico de todos esses solos indica sua baixa fertilidade (EMBRAPA, 2006).

3.1.5 Uso do solo

A Figura 10 ilustra os usos do solo no ano de 2009, onde se observa a forte antropização da bacia área com o predomínio da Pecuária, neste caso Pastagem,

correspondente a 52% do total. A Agricultura com apenas 7% da área não é muito significativa, mas o somatório das duas áreas mais áreas urbanas e estradas somam como área antropizada quase 60% da paisagem da bacia do rio dos Peixes (Tabela 08).

Ao se observar os remanescentes nesse mesmo ano de 2009, pode-se notar que 40% da paisagem ainda possui vegetação natural, sendo que a Mata Ciliar cobre 16% da área da bacia e predomina em relação aos demais remanescentes. Porém, deve se ressaltar que o Cerrado Denso e o Cerrado Ralo, cobrem juntos 22% da área da bacia.

A Mata Ciliar se explicaria pela Legislação Ambiental que a protege como APP (Área de Preservação Permanente) de rios. Globalmente, o Cerrado Denso e o Cerrado Ralo são as fitofisionomias que mais sofreram conversão para o uso Pastagem. Esse comportamento coincide com a notável conversão das fitofisionomias iniciada pelas melhores áreas, de Cerrado Denso, prosseguindo para a área do Cerrado Ralo, fato que não é novo na região (FARIA e CASTRO, 2006) e no Estado (CARVALHO et al, 2009).

Tabela 08 – Uso do Solo e sua distribuição na bacia do Rio dos Peixes.

USO	Área Km ²	%
Agricultura	382,2	7,4
Água	3,9	0,1
Área Urbana	3,3	0,1
Cerrado Denso	596,8	11,6
Cerrado Ralo	577,6	11,2
Cerrado Rupestre	62,3	1,2
Mata Ciliar	846,9	16,5
Pastagem	2670,4	51,9

Fonte:Elaborado e Organizado pelo autor

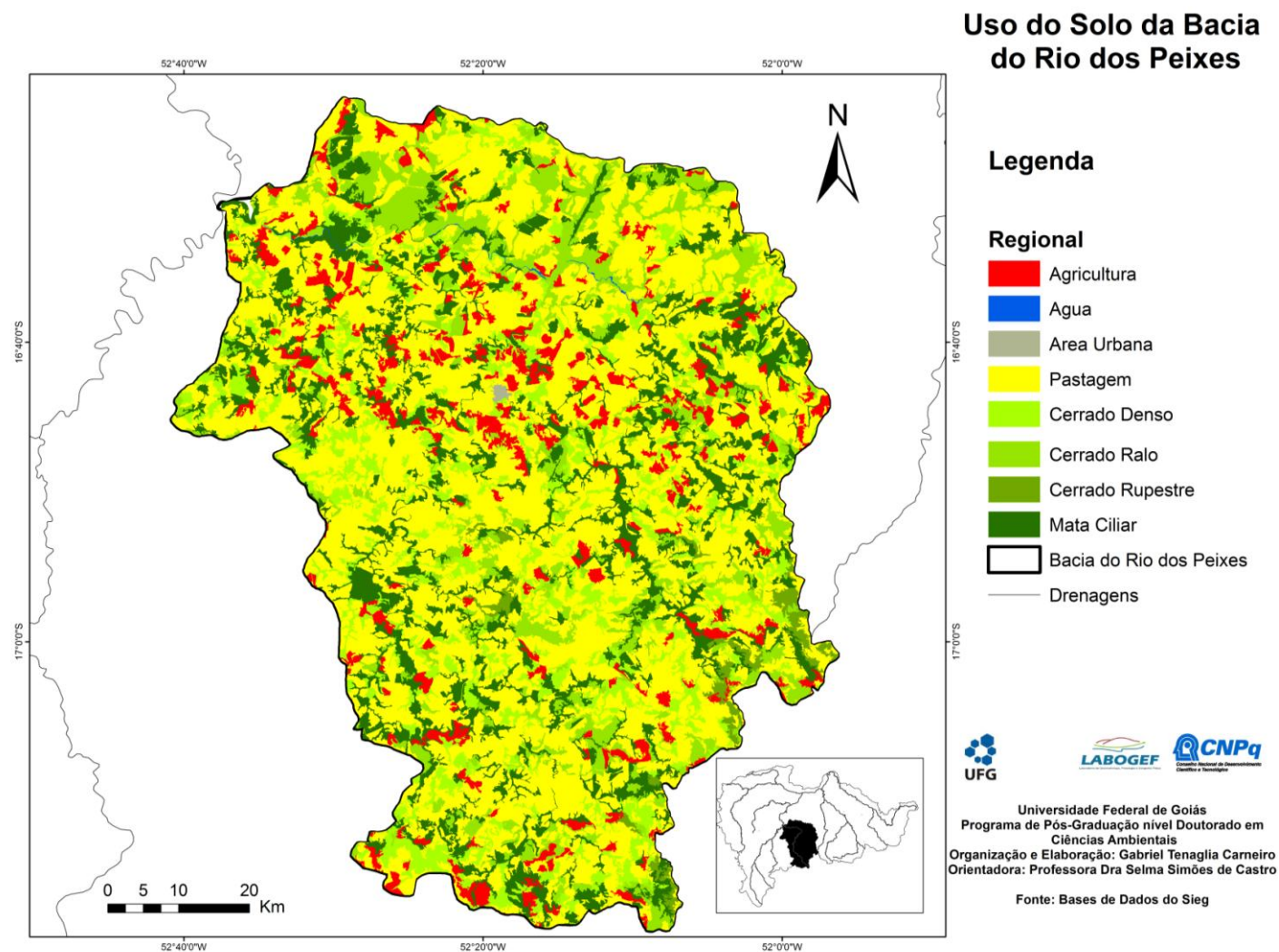


Figura 10 – Mapa de Uso do Solo da Bacia do Rio dos Peixes. Fonte: Dados Sieg

Deve-se destacar que os fragmentos remanescentes são grandes e relativamente contínuos e aparentemente conectados entre si na área.

3.1.6 Aptidão agrícola

A aptidão agrícola das terras, segundo Ramalho e Beek (1995), é dividida em 6 classes que variam de 1 a 6 e grupos de manejo A, B e C. As classes significam usos que decrescem do intensivo (1, 2), passando pelo regular com diversos tipos de restrições (3,4) até áreas com forte restrição (5) e mesmo sem aptidão (6). Os grupos A, B e C significam, respectivamente, o uso com técnica elementar ou primitiva (manual, sem tração nem animal ou eventual) sem investimento de capital; o uso de técnicas de manejo intermediárias como pequenos tratores, alguma adubação, sementes e mudas, envolvendo moderada aplicação de capital; e alta tecnologia com grande investimento de capital. É frequente o grupo A associar-se à agricultura de subsistência, o B à agricultura familiar e o C à grande empresa agrícola, em geral voltada para a produção de *commodities* e integrada a cadeias ou complexos agroindustriais.

No mapa de aptidão agrícola das terras confeccionado com base no mapa de solos e adaptando-se a proposta utilizada por Barbalho (2010 apud RAMALHO, BEEK, 1995) (Figura 11) e na Tabela 09 com as áreas das classes de aptidão, verifica-se o predomínio da classe 2 bc que representa 91,1% da área, e corresponde às terras com aptidão regular para as lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis de manejo B e C e estão associadas aos Argissolos. Segue-se a classe 1 bc com 7,1% da área, correspondendo às terras com aptidão boa para lavouras e pastagem plantada em geral associadas aos Latossolos. A classe 3 bc representa 7,1% da área e está sobre os Cambissolos. A classe 6 com quase 0,4% da área que está sobre os Neossolos Litólicos e são inaptas para a agropecuária.

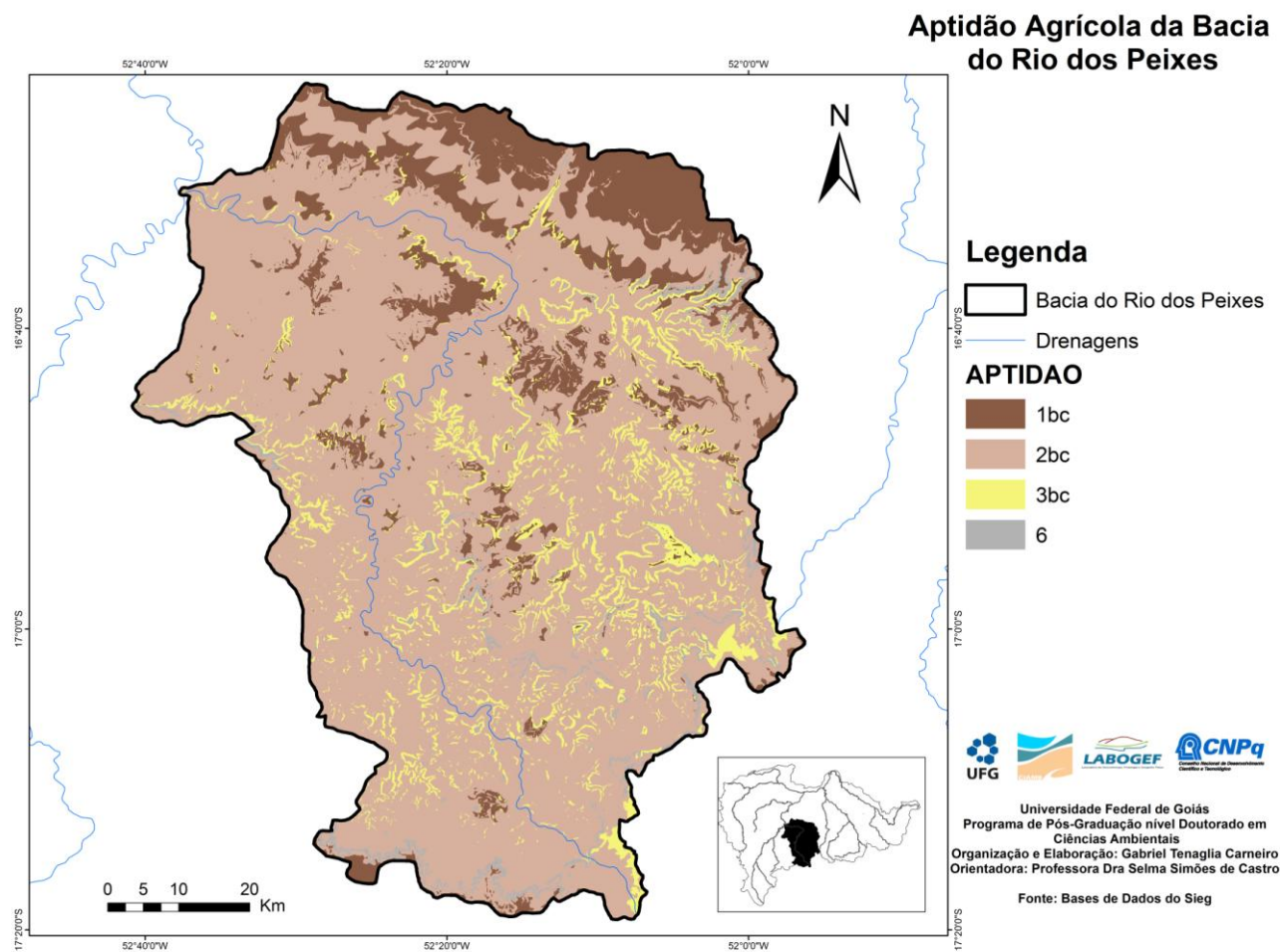


Figura 11 – Mapa de Aptidão Agrícola da bacia do Rio dos Peixes. Legenda: 1bc - Terras com BOA aptidão para lavouras no nível C, REGULAR no B e INAPTA no nível A; 2bc - Terras com aptidão REGULAR para as lavouras nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A; 3bc - Terras com aptidão RESTRITA para lavouras nos níveis de manejo B e C e Inapta no nível A e 6 - Terras sem Aptidão ou uso agrícola. Área de Preservação Permanente - 80 metros.

Tabela 09 – Aptidão Agrícola da Bacia do Rio dos Peixes.

APTIDÃO AGRÍCOLA	Área Km2	%
1bc	364,8	7,1
2bc	4680,4	91,1
3bc	71,3	1,4
6	20,7	0,4

Legenda: 1bc - Terras com BOA aptidão para lavouras no nível C, REGULAR no B e INAPTA no nível A; 2bc - Terras com aptidão REGULAR para as lavouras nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A; 3bc - Terras com aptidão RESTRITA para lavouras nos níveis de manejo B e C e Inapta no nível A e 6 - Terras sem Aptidão ou uso agrícola. Área de Preservação Permanente - 80 metros. Fonte:Elaborado e Organizado pelo autor

3.1.7 Discrepância entre o uso do solo e a aptidão agrícola

A discrepância de uso significa terras cujo uso está em desacordo com sua aptidão. A elaboração do mapa de discrepância obedece a graus que variam de alta discrepância em que o uso é altamente incompatível com a aptidão até a nula em que estão em plena harmonia. Utilizou-se a proposta de Barbalho (2010) em que foram correlacionados os dados de aptidão agrícola das terras com o de uso e cobertura da terras, cujos resultados são apresentados na Figura 12 e Tabela 10.

Tabela 10 – Discrepância entre uso e a aptidão agrícola dos solos na bacia do rio dos Peixes.

CONFLITO	Área Km2	%
Alta	20,69	0,40
Baixa	4680,42	91,11
Moderada	71,28	1,39
Nula	364,78	7,10

Fonte:Elaborado e Organizado pelo autor

A alta discrepância corresponde a 0,40% da área total e ocorre de forma generalizada em pequenas áreas por toda a bacia associadas às áreas que deveriam ser destinadas a proteção e/ou preservação ambiental e onde se constatou maior presença de

focos erosivos, como já exposto. As áreas com baixa discrepância dominam largamente a bacia, que junto com a nula somam mais de 98% da área total. Se for somada a moderada esse total ultrapassa 99% do total da área. Associam-se principalmente ao uso com pastagem e mais restritamente ao agrícola. Vale ressaltar ainda que a discrepância nula sozinha corresponde a pouco a 7,1% da área e se situa, sobretudo na porção norte da área e está revestida por cobertura vegetal natural em áreas de declives mais acentuados. Logo, se pode dizer que as classes baixa a moderada caracterizam a área e se associam aos usos com pastagem e secundariamente agricultura. E ainda que as maiores discrepâncias são pontuais, as manchas mais contínuas dessa classe situam-se nas áreas dominadas por Neossolos Litólicos distróficos associados aos maiores declives.

Esse quadro indica baixo risco de impactos ambientais já que as terras estariam majoritariamente aptas às pastagens. Assim, a suscetibilidade (erosiva) natural resultaria do uso inadequado dos solos associados a posições de maior declive e bordas dos planaltos próximos aos divisores, como já visto em termos de distribuição dos focos erosivos, sugerindo, sobretudo, o manejo inadequado das terras nesses setores.

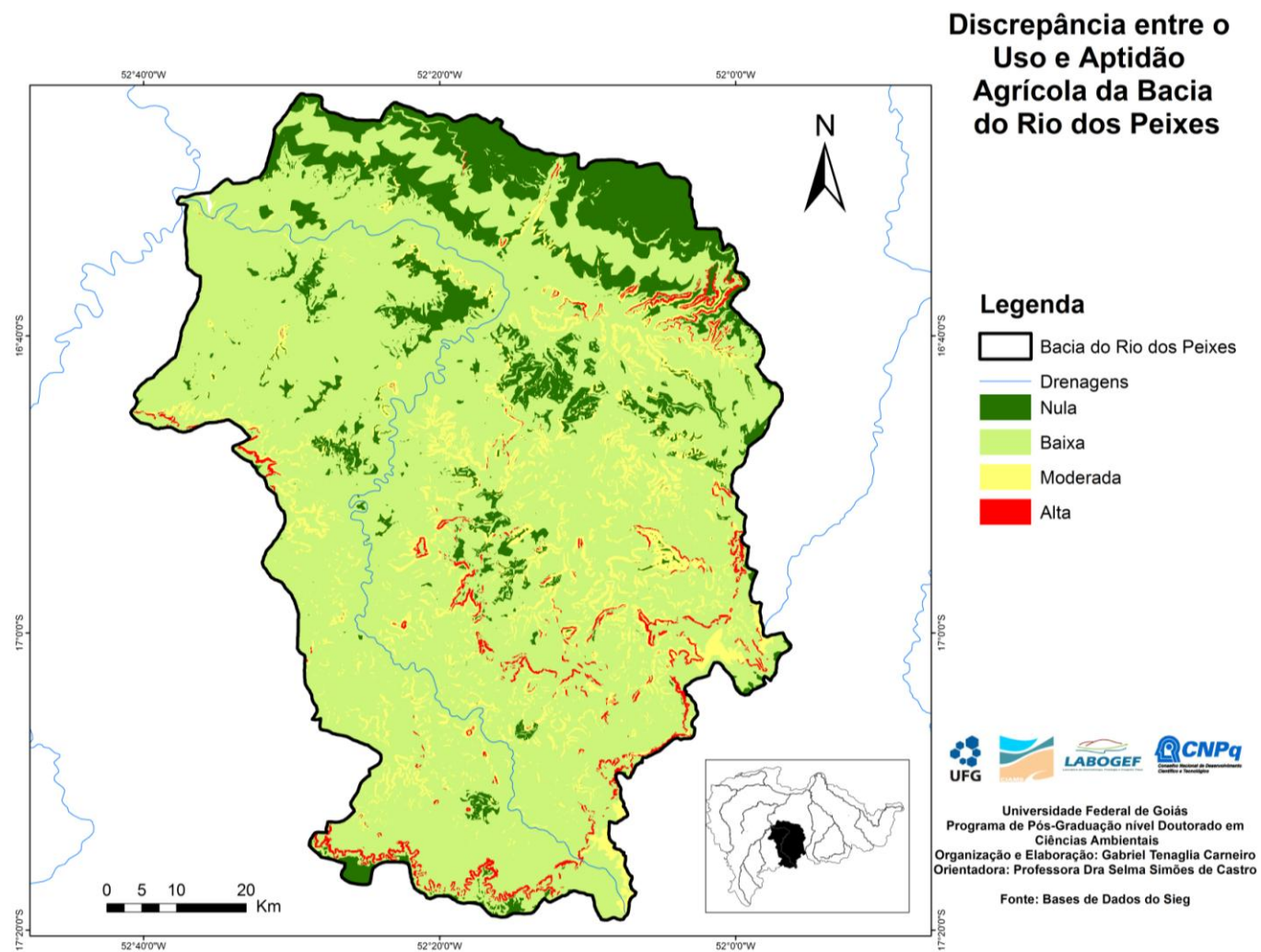


Figura 12 – Mapa de Discrepância entre o Uso e Aptidão Agrícola na bacia do Rio dos Peixes

3.2 Fundamentos do método – a busca de indicadores de avaliação

A busca pelos indicadores de sustentabilidade dos fragmentos foi extraída da Botânica, da Ecologia da Paisagem e das métricas empregadas, bem como de Ciências da Terra e Uso do solo numa abordagem geográfica (espacial dos fenômenos).

Santos (2004) ressalta que a qualidade de um indicador deve ser medida por mecanismos de um conjunto de características que deterioram sua relevância, mensurabilidade, confiabilidade, tempo de resposta, estimula integridade, estabilidade, solidez, relação com as prioridades de planejamento, utilidade, eficiência e eficácia. A escolha destes indicadores poderá ser utilizada para interpretar os fenômenos naturais e estabelecer relações de causa-efeito para previsões de comportamento e sustentabilidade da área pesquisada. Com todos os dados organizados será possível detectar pontos dos fragmentos e estabelecer hipóteses para embasar outras pesquisas, com a finalidade de averiguar a validade dos indicadores na bacia do rio do peixe.

Segundo Mesquita Júnior (1998), os cruzamentos das informações obtidas pelos sensores orbitais e trabalhadas em SIG, além de facilitarem a obtenção de indicadores, se tornaram importante ferramenta para a análise da cobertura vegetal, pois permitem a integração e manipulação de vários dados, bem como a construção de modelos que se modificam no espaço e tempo, promovendo facilidade na análise da evolução histórica nos dados obtidos das coberturas vegetais, quanto a sua distribuição e suas fitofisionomias, sobretudo em escala regional (ROSA, 1992).

Por essa mesma razão, Valente (2001) afirma que essa integração possibilita a caracterização da fragmentação de uma paisagem, através da distribuição dos valores quantitativos de área e sua distribuição espacial no que se refere aos diferentes tipos de fragmentos que compõem uma paisagem. Contudo, ele enfatiza que estas ações dependem de um prévio conhecimento da distribuição e características dos fragmentos, assim como a relação destes fragmentos com outros componentes da paisagem.

Na presente pesquisa, dentre as metodologias propostas pela Ecologia da Paisagem, quatro foram adotadas por permitirem a obtenção de indicadores para avaliação da conservação e sustentabilidade dos fragmentos:

1 - Métricas da fragmentação - que são o grau de ruptura de uma unidade inicialmente contínua; esse grau de ruptura é medido pelo número de fragmentos (NF) ou então por índices baseados na quantidade de borda entre unidades estudadas e as demais unidades da paisagem;

2 - Métricas de isolamento - que medem o isolamento de um único fragmento e o isolamento médio em relação a todas as áreas fragmentárias de uma determinada paisagem, através de medidas de proximidade;

3 - Métricas de conectividade - que são a capacidade da paisagem de facilitar fluxos biológicos que dependem da densidade de estruturas de conexão da proximidade ou da percolação das áreas de habitat e da permeabilidade da matriz da paisagem;

4 - Formas do fragmento ou das manchas da paisagem - que pode ser avaliada através de proposições simples entre a área de borda e a área do fragmento (METZGER, 2003).

Mas, ao se analisar a paisagem, tal como proposta pela Ecologia da Paisagem, verificou-se que as métricas não podem ser analisadas de forma isolada, pois podem induzir afirmações errôneas. Com isso tornou-se também necessário quali-quantificar os fragmentos, saber se estão isolados ou conectados e principalmente saber se devido sua forma estão sofrendo maior ou menor efeito de borda, informações essas usuais para avaliar a conservação e a sustentabilidade dos remanescentes de vegetação. Por outro lado, como a cobertura natural é constituída por diferentes fitofisionomias a caracterização fitofisionômica dos fragmentos requereu uma classificação e nesse sentido foi adotada a classificação proposta por Ribeiro e Walter (1998) que inclui os aspectos do ambiente e composição florística de grande importância para confirmação das informações obtidas pelas imagens e também para a modelagem adequada para a recuperação, estabilização e conservação da área proposta, conforme Azevedo (1998).

Segundo Loetsch et al (1973, apud SCHAAF et al 2006), também é importante avaliar a distribuição diamétrica dos indivíduos de uma floresta para se avaliar seu status etário aproximado. Essa distribuição é obtida pela união dos indivíduos em intervalos de diâmetro à altura do peito (DAP), tendo amplitude dessas classes com 5 cm ou 10 cm. As distribuições diamétricas são classificadas em três tipos principais, onde **A** – a unimodal, característica de plantios jovens e equiâneas; **B** – a decrescente,

que é característica de florestas, plantios bem manejados ou considerados em conjunto (um estado ou país) e C – a multimodal, com pouca importância nos estudos florestais, sendo raramente encontradas em florestas.

Em síntese, de posse desses métodos tentou-se identificar os indicadores relativos aos fragmentos da bacia focada, no contexto da sucessão espaço-temporal de evolução do uso e dos remanescentes, além de avaliar sua constituição e status atual, de modo a poder avaliar sua conservação e sustentabilidade.

3.3 ROTEIRO METODOLÓGICO GERAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada passo a passo como a seguir, embora nem sempre realizados sucessivamente.

1º - Etapa – Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica priorizou temas como fragmentação, características dos remanescentes, solos e impactos ambientais, procurando evidências sobre a relação dos fragmentos na paisagem e as funções da cobertura vegetal, detalhadamente, em especial relativos ao uso do solo e aos atributos do relevo. Os levantamentos bibliográficos foram realizados priorizando-se a busca de bases de dados disponibilizados *on-line*, principalmente pelos periódicos da Capes; Scielo; Science direct; Doaj; Springer link, ISI e ainda nas bibliotecas eletrônicas de outras Universidades e Institutos.

2º - Etapa – Elaboração das Bases Cartográficas

Na obtenção dos dados de uso do solo e dos fragmentos remanescentes de Cerrado utilizou-se as imagens digitais do sensor MSS com resolução espacial de 80m (1975), e imagens digitais do satélite Landsat TM+ com resolução espacial de 30m (1985/1996/2009). A resposta espectral foi de 0,45-0,90 μm , discriminados nos seguintes intervalos espectrais (azul - 0,45-0,52 μm , verde - 0,52-0,60, vermelho - 0,63-0,69 e IV próximo - 0,76-0,90), obtida sempre nos meses de julho ou agosto, devido à ausência de nuvens, dos respectivos anos e adquirida junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2003). Após o georreferenciamento, a composição nas bandas 5/4/3 – RGB, elaboração do mosaico e recorte da imagem no limite da bacia do

Rio do Peixe, realizou-se no programa de Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING 4.3.3) e a segmentação, sendo adotado para os limiares de similaridade e de área o valor de 10. Trata-se, portanto de um estudo em escala de detalhe (1:100.000) segundo o Manual de Cartografia do IBGE. Essa escala foi adotada, pois um estudo de detalhe é possível avaliar melhor a recuperabilidade dos fragmentos da paisagem, numa abordagem ecológica baseada em critérios das métricas.

3º - Etapa – Cálculo das Métricas

Utilizou-se o programa FRAGSTATS™, o qual permite avaliar as métricas da paisagem, além de ser gratuito. As métricas foram calculadas pelo programa na sua versão 3.3 e podem ser definidas em três níveis de análise: mancha, classe e paisagem (METZGER, 2001). Neste estudo, foram usadas as métricas estruturais, que medem a configuração espacial da paisagem, analisadas em nível de classe. As métricas de classe estão associadas a todas as manchas de um determinado tipo de habitat (classe) presentes na paisagem e medem a quantidade e a configuração espacial de cada tipo de mancha, fornecendo uma medida de fragmentação. As métricas da paisagem utilizada nesta pesquisa foram: CA, PLAND, NP, TE, TCA, CPLAND, ENN_MN e COHESION, descritas no Quadro 1.

Quadro 1 – Métricas da paisagem utilizadas nesta pesquisa.

Métrica	Categoria	Fórmula	Descrição
CA	Área/Densidade/Borda	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right)$ $a_{ij} - \text{área (m}^2\text{) da mancha } ij$	Área da classe é a soma da área de todos os fragmentos da classe
PLAND	Área/Densidade/Borda	$PLAND = p_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$ $p_i - \text{proporção da paisagem ocupada pela mancha tipo (classe) } i$ $a_{ij} - \text{área (m}^2\text{) da mancha } ij$ $A - \text{área total da paisagem (m}^2\text{)}.$	Percentual da paisagem é Área da classe dividida pela área total da paisagem
NP	Área/Densidade/Borda	$NP = n_i$ $n_i - \text{número de manchas (classe) } i \text{ na paisagem}$	Número de fragmentos da classe correspondente
TE	Área/Densidade/Borda	$TE = \sum_{k=1}^m e_{ik}$ $e_{ik} - \text{tamanho total da borda entre tipos } i \text{ e } k.$	Total de bordas é a soma de todas as bordas da classe
TCA	Área central	$TCA = \sum_{j=1}^n a_{ij}^c \left(\frac{1}{10.000} \right)$	Área Central Total é a soma das áreas centrais de toda a classe

		A_{ij}^c – área (m ²) do núcleo da mancha ij com um valor de buffer especificado (m).	
CPLAND	Área central	$CPLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^c}{A} (100)$ A_{ij}^c – área (m ²) do núcleo da mancha ij com um valor de buffer especificado (m). A - área total da paisagem (m ²).	Percentual de área central na paisagem é a área central total da classe dividido pela área total da paisagem
ENN_MN	Isolamento/ Proximidade de vizinhança	$ENN = hij$ hij – distância da mancha ij à mancha de vizinhança mais próxima com o mesmo tipo de classe, baseada na distância borda a borda	Distância Euclidiana média do vizinho mais próximo é igual à distância média entre todos os fragmentos da classe até seu fragmento vizinho mais próximo.
COHESION	Conectividade	$COHESION = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n p_{ij}}{\sum_{j=1}^n p_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right] \left[1 - \frac{1}{\sqrt{A}} \right]^{-1} (100)$ A - área total da paisagem (m ²). p_{ij} - perímetro (m) da mancha ij a_{ij} - área (m ²) da mancha ij	Coesão é igual a 1 menos a soma do perímetro do fragmento dividido pela soma do perímetro do fragmento vezes a raiz quadrada de sua área para fragmentos correspondentes a mesma classe, dividido por 1 menos 1 sobre a raiz quadrada da área da paisagem, multiplicado por 100 para converter para porcentagem

Com base nessas métricas foram elaboradas tabelas e gráficos para as classes representadas no mapa de uso e ocupação do solo. Assim, as métricas adotadas foram medidas nos 13 tipos de uso do solo (áreas antrópicas e naturais), a fim de uma melhor amostragem do padrão de fragmentação.

As métricas, Total de Bordas (TE), Área Central Total (TCA) e Percentual da Área Central (CPLAND) foram influenciadas pela Matriz de Profundidade em Efeito de Borda. Em muitos casos não há nenhuma base empírica para especificar quaisquer valores de profundidade em efeito de borda particular, e assim devem-se escolher os valores de maneira um tanto arbitrários (MCGARIGAL & MARKS, 1995). Esses valores são proporcionais ao tamanho do *pixel* e numa imagem LANDSAT TM 5, que possui resolução espacial de 30m, os valores de profundidade de efeito de borda serão 30m, 60m, 90m, 120m e assim por diante. Esta assimetria é importante em muitas aplicações, quando o efeito de borda urbano penetra profundamente no Cerrado, mas efeito de borda de Cerrado penetra muito pouco, ou quase nada, em áreas urbanas (MCGARIGAL & MARKS, 1995). Neste estudo com base na imagem de satélite que possui uma resolução de 30 m, optamos por determinar uma profundidade de no mínimo 30 metros, sendo que de acordo com o status da antropização do fragmento essa profundidade aumenta para múltiplos de 30 metros.

A Figura 13 descreve os procedimentos utilizados para entender a evolução da fragmentação dos remanescentes que comparou as métricas da paisagem geradas a partir dos mapas de uso e ocupação do solo gerado para os anos de 1975, 1985, 1996 e 2009.

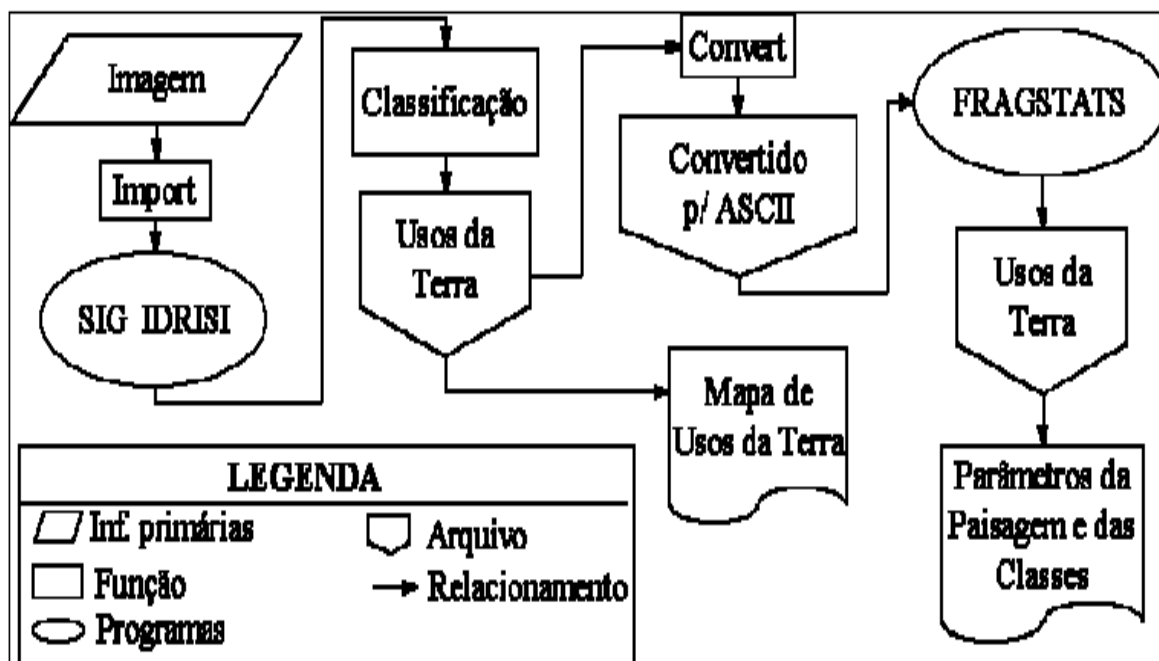


Figura 13 - Descrição das etapas para a elaboração e análise dos mapas temáticos, visando à análise ambiental da paisagem. Fonte: Holzschuh, et al 2003

4º - Etapa – Análise Florística

Para o levantamento fitossociológico, foram aleatorizados fragmentos de diferentes formações florestais. Em cada sítio lançou-se um transecto de 150 metros, sendo importante ressaltarem que se evitou a borda em uma faixa mínima de 30 metros (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Os transectos foram lançados obedecendo à direção da declividade ou do maior comprimento quando a área era plana. Todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito, maior ou igual a 5 cm foram avaliados, os indivíduos foram amostrados seguindo a metodologia de pontos quadrantes de dez em dez metros, totalizando em cada transecto 15 pontos com 60 árvores. Para medir o diâmetro foi utilizada uma fita diamétrica de 5 metros.

Os descritores fitossociais foram calculados segundo Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) para cada espécie. A identificação dos indivíduos foi feita em campo e, quando esta não foi possível, foram coletadas amostras dos indivíduos para a identificação no Herbário da UFG. Os indivíduos amostrados foram anotados em formulários contendo o nome popular e científico, família, número do indivíduo levantado e o sítio onde este foi encontrado.

Para toda a comunidade vegetal arbustivo-arbórea amostrada calculou-se a riqueza, a densidade total e a área basal (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974, Martins 1991), bem como os índices de diversidade de Shannon (Shannon & Weaver, 1963) e equabilidade de Pielou (Pielou, 1975). Toda análise será realizada no programa Mata Nativa versão 2.08 (CIENTEC, 2007).

As espécies foram classificadas nas famílias reconhecidas pelo APG II (2003), assim puderam-se determinar quais eram as famílias mais ricas em espécies na amostra como um todo. Para verificar a similaridade entre os sítios, realizaram-se uma análise de agrupamento, utilizando-se o índice de Sørensen transformado em distância euclidiana como medida de distância e o algoritmo de agrupamento de linkagem simples. A matriz de similaridade resultante dessa análise foi usada para construir um dendrograma. Essa análise foi realizada por meio do programa STATÍSTICA 6.0.

5º - Etapa – Análise dos Componentes Principais

Para avaliar a relação entre o tipo de solo e o uso da terra foi utilizada a análise dos componentes principais (ACP), que é um método estatístico que tem por finalidade básica a análise dos dados usados visando sua redução, eliminação de sobreposições e a escolha das formas mais representativas de dados a partir de combinações lineares das variáveis originais. É considerado um método estatístico de múltiplas variáveis mais simples e de transformação linear ótima (VASCONCELOS, 2008).

Para tal, foi elaborada uma matriz de dados considerando a área medida em ha de cada tipo de uso da terra (variáveis) considerado por tipo de solo. Essa matriz foi submetida a uma ACP (ou PCA) utilizando o método da covariância do programa Statistic (StatSoft Inc., 2008). Este método é recomendado quando as variáveis são

medidas na mesma unidade (DOLÉDEC e CHESSEL 1991), como é o caso deste estudo.

Com o auxílio do SIG para a elaboração do mosaico e o recorte da imagem no limite da bacia do rio dos Peixes, realizou-se a segmentação no programa de Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), sendo adotados os limiares de similaridade e de área o valor de 10, em escala de semi-detálhe (1:100.000).

As informações do mapa de solos nessa escala foram compiladas do EIBH (2010), tratadas no software ARCGIS, através da sobreposição de Overlays utilizando a ferramenta *Intersect* que gerou uma tabela que permitiu o tratamento estatístico. Essas informações em uma base percentual para o cálculo de variáveis preditoras e dependentes.

6º - Etapa – Interpretação final

Nesta fase houve a sistematização e análise dos resultados obtidos e elaborado de modelo interpretativo final, o qual foi dividido e apresentado no formato de dois artigos, após o que se procedeu ao fechamento da interpretação em termos de conclusões, ou a tese.

4. REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, G. S; RIDENTE JÚNIOR. J.L; Diagnóstico, prognóstico e controle de erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO. (7. : 2001 : Goiânia). Anais. Goiânia: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2001.

ALVES, R.F Maria do Carmo E. Brasileiro; Suerde M. de O. Brito. Interdisciplinaridade: Um Conceito Em Construção. Episteme, Porto Alegre, n. 19, p. 139-148, jul./dez. 2004.

AMARAL, M. B. A disciplina da natureza e a natureza das disciplinas: a ciência como produção cultural: relatos de um encontro com Timothy Lenoir. Episteme, Porto Alegre, v. 2, n. 4, 1997. Disponível em: <http://.ilea.ufrgs.br/episteme/portal/pdf/numero04/episteme04artigoamaral.pdf> Acesso em: 21 jun 2009.

ANDRÉN, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71:355-366.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG). Na update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**. 141:399-436, (2003).

ASSAD,E.D;SANO,E,E. Sistema de informação Geográfica: aplicações na agricultura. 2 ed.

ASSUNÇÃO, S.L; FELFILI, J.M;. Fitossociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. 18(4): 903-909, 2004.

AYOADE, J.O. Introdução à climatologia para os trópicos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,1983.

AZEVEDO, C. M. do A. A fragmentação e as ações governamentais para a conservação da biodiversidade. Série Técnica IPEF. v. 12, n. 32, p. 117-120, dez. 1998.

BARBALHO, M. G. S. Morfopedologia Aplicada ao Diagnóstico e Diretrizes para o Controle dos Processos Erosivos Lineares na Alta Bacia do Rio Araguaia (GO/MT). 2002. Dissertação

(Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Sócio - Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

BARBALHO, M.G.S. Impactos Ambientais nas bacias dos rios dos Bois e Claro afluentes do rio Araguaia – Goiás. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais - CIAMB), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010

BASTIAN, O. 2001: Landscape Ecology – towards a unified discipline ? Landscape Ecology, 16, 757-66.

BATALHA, M. A. Caracterização estrutural da comunidade vegetal no trecho Coxim-Mineiros (Projeto Corredor Cerrado Pantanal) e sua associação a descritores remotos. 2001. 85p. (Relatório Técnico).

BERTONI, D., LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 4.ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BORLAUG, N.E. 2002. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. BAILEY (ed.). Global warming and other eco-myths. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA.

BRASIL – IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro – 1992.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o novo Código Florestal. Publicado no Diário Oficial da União de 16.9.1965. Acessado em novembro de 2008: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm

BUNTING, G (1971) Geografia do Solo. Zahar Ed.

BUREL, F.; BAUDRY, J. **Ecologia del paisaje:** conceptos, métodos y aplicaciones. Madrid: Mundi-Prensa, 2002. 353p.

BURKE, P. Uma história social do conhecimento: de Gutenberg a Diderot. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

CABACINHA, C. D Caracterização Estrutural e Física de Fragmentos de Mata de Galeria na Alta Bacia do Rio Araguaia 2008. Tese de Doutorado (Ciências Ambientais) Doutorado em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

CABACINHA, C. D.; CASTRO, S. S.. Relationships between floristic diversity and vegetation indices, forest structure and landscape metrics of fragments in Brazilian Cerrado. *Forest Ecology and Management*. 257: 2157-2165. 2009.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M. & GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. *INPE, Computers & Graphics*, 20, 1996,p: 395-403.

CARVALHO, F.M.V., DE MARCO, P., FERREIRA JUNIOR, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of Central Brazil. *Biological Conservation*, 2009 142: 1392-1403.

CASTELANI, C.S. & G.T. BATISTA. 2007. Análise do tamanho e distância entre fragmentos florestais na bacia hidrográfica do Rio Una. *Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico*. Taubaté,2007, p.75-81.

CASTRO S.S.; XAVIER, L S.; BARBALHO, M.S. G. Atlas Geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguainha: condicionantes dos processos erosivos lineares. Instituto de Estudos Sócio - Ambientais, Universidade Federal de Goiás, SEMARH-GO, 2004. 76p.

CASTRO, S. S. ; QUEIROZ NETO, J. P. Soil erosion in Brazil, from coffee to the present-day soy bean production. In: Edgardo Latrubesse (Ed.) *Natural Hazards and Human–Exacerbated disasters in Latin-America*, Special Volumes of *Geomorphology*, 13. Elsevier Book of South América. Holanda: Elsevier, 2009 (no prelo)

CASTRO, S.S. Erosão hídrica na Alta Bacia do Rio Araguaia: Distribuição, Condicionantes, Origem e dinâmica atual. *Revista do Departamento de Geografia - USP* 17, 38-60. 2005

CASTRO, S.S. et al. Condicionantes geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de uso e manejo dos solos na circulação hídrica e processos de voçorocamento na alta bacia do Rio

Araguaia (GO/MT). In: Couto, E.G.; Bueno, J.F. (Orgs). Os (dês) caminhos do uso na agricultura brasileira. Cuiabá: UFMT, SBCS, 2004.

CASTRO, S.S; CAMPOS, A.B. Solos e Ecossistemas. (No Prelo). Universidade Federal de Goiás/ Instituto de Estudos Sócio-Ambientais. 2008

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. 1ª ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher. 1999.

CI – Conservation International. Cerrado com os dias contados. Disponível em <<http://www.conservation.org.br/>> . Acesso em 12 fev. 2005.

CIENTEC. Mata Nativa 2.08. Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas. Viçosa: CIENTEC. 2007.(Programa)

COLLI, A.M.T.; SALINO, A.; FERNANDES, A. C.; RANGEL, C.M; BARBOSA, R.A.; CORREA, R.A.; SILVA, W.F.da. Pteridófitas da Floresta Estadual de Bebedouro, Bebedouro, SP, Brasil. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 16, n2, p. 147-152, 2005c.

COLLI, G. R. et al., A Fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese. In: RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. de. (org.) *Fragmentação de ecossistemas: causas, efeito sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF. 2003. p. 24-40.

CULLEN, L.; ABREU, K.C.; SANA, D. & A.F.D. NAVA. As onças-pintadas como detetives da paisagem no corredor do Alto Paraná, Brasil. *Natureza & Conservação*, vol.3 (1): 43-58.2005.

CUNHA, H.L.da; FERREIRA, A.A. & BRANDÃO, D. Composição e fragmentação do Cerrado em Goiás usando Sistema de Informação Geográfica (SIG). Goiânia-GO, Boletim Goiano de Geografia (IESA), v.27, n.2: 139-152.2007.

EITEN, G. 1977. Delimitação do conceito de Cerrado. *Arquivos do Jardim Botânico, Rio de Janeiro* 21: 125-134.

EMBRAPA CERRADOS. III Plano Diretor Embrapa Cerrados.2004-2007. Embrapa Cerrados – Planaltina, 2005. 68p.

ESPINDOLA, C.R. (2008) Retrospectiva crítica sobre a Pedologia. Campinas: Ed. da UNICAMP.

FAHRIG, L., 2001. How much habitat is enough?. *Biological Conservation* 100, 65-74.

FARIA, K. M. S. DE Degradações e Viabilidade de Restauração da Sub-Bacia do Rio Claro (GO). Tese de Doutorado - Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FARIA, K. M. S. DE; CASTRO, S. S. Uso da terra e sua relação com os remanescentes de cerrado na alta bacia do rio Araguaia (GO, MT e MS). *Geografia (Rio Claro)* 2007 32, 657-668.

FARIA, K. M. S. DE; Degradações e Viabilidade de Restauração da Bacia do Rio Claro (GO). Tese de Doutorado - Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FARIA, K. M.S de Caracterização dos Remanescentes de Cerrado e suas relações com o Uso e Ocupação das Terras da Alta Bacia do Rio Araguaia 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

FARINA, A. Principles and methods in landscape ecology. London: *Chapman and Hall*, 1998.

FONSECA, G.A.B. 1981. Biogeografia insular aplicada à conservação. *Revista Brasileira de Geografia* 43:383-98.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619p.

GOMES, H. & TEIXEIRA NETO, A. Geografia de Goiás/Tocantins. Centro Editorial e Gráfico. Goiânia, UFG,1993.

HANSKI, I., D. SIMBERLOFF, 1997. The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. Pp. 5-26. In: Hanski, I.A. & M.E. Gilpin (eds) Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution. Academic Press, San Diego, EUA. Hobbs, R.J., D.A. Saunders & G.W. Arnold G.W. 1993. Integrated landscape ecology: a western Australian perspective. Biological Conservation 64:231-8.

HESSBURG, P.; SMITH, B. Dinâmicas de Paisagem de Média - Escala. Disponível em <<http://www.icbemp.gov/science/abstract.htm>> Acesso dia 02 de Julho de 2008.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagens de satélite LANDSAT TM+, agosto, 2003.

Interdisciplinaridade: Reflexão e Experiência. Lisboa: Universidade de Lisboa, 1993. Cap 1. Disponível em <http://educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/mathesis/interdisciplinaridade.pdf> . Acesso em: 21 jun de 2009.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Controle de erosão: bases conceituais e técnicas, diretrizes para o planejamento urbano e regional, orientações para o controle de boçorocas urbanas. São Paulo: DAEE/IPT, 1990.

JANTSCH, A. P. & BIANCHETTI, L. Interdisciplinaridade - Para além da filosofia do sujeito. In: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (Orgs.) Interdisciplinaridade. Para além da filosofia do sujeito. Petrópolis: Vozes, 1997a.

KATTAN, G.H., H. ALVAREZ-LÓPEZ, M. GIRALDO. 1994. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. Conservation Biology 8:138-146.

KÖEPPEN, W. 1948. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México, Fondo de Cultura Económica.

LACERDA FILHO, J.V.de. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv.CPRM/METAGO S.A./UNB).

LANG, S; BLASCHKE, T. Análise da paisagem com SIG. Tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LEFF E. Ambiente y articulación de ciencias. In: Leff E, coordinador. Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. México: Siglo XXI; 1986.

LEFF, E. Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2001.

LEPSCH, I.F. Formação e Conservação dos Solos. São Paulo. Oficina de Textos, 2002.

LEVINS, R.. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15:237–240. 1969.

LIMA, M. C. Contribuição ao estudo do processo evolutivo de boçorocas na área urbana de Manaus. Brasília, 1999. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade de Brasília.

LINDENBERG, A. M. Z. Sobre o conceito de ecologia e paisagem. In: *VIDERE FUTURA*. V.1,n.2. Agosto. São Paulo: Faculdade Integrada Rio Branco; ITAE – Instituto de Tecnologia Avançada em Educação. 2001.

LINDENMAYER, D.B., Lacy, R.C., Pope, M.L., 2000. Testing a simulation model for

MAC ARTHUR, R.H. & E.O. WILSON. 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton University Press, Princeton.

MACHADO, R.B. 2000. Comunidades de aves em áreas contínuas e isoladas do Cerrado na região de Brasília-DF. Tese de doutorado - Capítulo 1. Universidade de Brasília-DF.

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

MARENZI, R.C; RODERJAN, C.V. Estrutura Espacial da Morraria da Praia Vermelha (SC). Subsídio à Ecologia da Paisagem. Revista Floresta, Curitiba,PR, v.35, n.2. mai/ago.2005.

MARTINS, E. DE S. et al., *Ecologia da Paisagem: Conceitos e aplicações potenciais no Brasil*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2004. 35p.

MARTINS, F. R. Estrutura de uma floresta mesófila. Campinas: Unicamp, 1991. 246 p.

MATHEIS, M. C. A. Efeitos de diferentes coberturas mortas obtidas a partir do manejo mecânico com roçadeira lateral na dinâmica populacional de plantas daninhas em citrus. 2004. 86 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

McGARIGAL, K. & MARKS, B.J. Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland, OR USA, U.S. Forest Service General Technical Report PNW: 351p. 1995.

MESQUITA JUNIOR, H.N.de. Análise temporal com sensor orbital de unidades fisionômicas de cerrado na gleba Grande Pé de Gigante (Parque Estadual de Vassunga-SP).1998 Dissertação (Mestrado em Ecologia dos Ecossistemas terrestres e aquáticos) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1998.

METZGER, J.P. Estrutura da Paisagem: Uso adequado de métricas. In:CULLEN JR, L. PADUA, C.V; RUDRAN, R (org). Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida Silvestre. Curitiba: ed. Da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens. In: Biota Neotropica. Vol 1. 2001. Disponível em: < <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematic-review+BN00701122001>>. Acesso dia 02 de Julho de 2008.

MEYER, A.H., RICKNAGEL, A.B., STEVENSON, D. D., BARTOO, R. A. Forest management. The Ronald Press Company, New York, 1961.

MILLER, K.R. Em busca de um novo equilíbrio: diretrizes para aumentar as oportunidades de conservação da biodiversidade por meio do manejo biorregional. Brasília: IBAMA,1997. 94p.

MITTERMEIER, R.A., P.R. GIL & C.G. MITTERMEIER. 1997. Megadiversidad - los países biológicamente más ricos del mundo. CEMEX, México DF, México.

MIZIARA, F. Expansão de fronteiras e ocupação do espaço no Cerrado: o caso de Goiás. In: DANIEL, M. A.; DAL'LARA, L.; ANACLETO, T. C. S. (Orgs.). *Natureza viva Cerrado*. Goiânia: Ed. da UCG, 2005. p. 169-196.

MMA – Ministério do Meio Ambiente; *Fragmentos de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas/ Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suáres de Oliveira (orgs) – Brasília: MMA/SBF, 2003.*

MORIN, E. (Org.) *A religação dos saberes: o desafio do século XXI*. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: Willey, 574p.1974.

MYERS, N. et al. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature*. 43. p. 853 – 858, 2000.

NAVEH, Z. What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. [*Landscape and Urban Planning*](#). v. 50. p 7-26. 2000

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. *Landscape Ecology. Theory and application*, Springer-Verlag. New York, 2^a ed. p. 223-241. 1994

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. *Landscape ecology: theory and application*. New York / Berlin / Heidelberg / Tokyo: Springer Series on Environmental Management, 1984

NICOLESCU, B. *Educação e transdisciplinaridade*. Brasília: UNESCO, 2000.

NOVAES, P.do C; FERREIRA, L.G; DIAS, R. Identificação de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biogeodiversidade no Estado de Goiás: *Boletim Goiano de Geografia*. Vol 23, no 1. 2003

NUCCI, J.C. Origem e Desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. *Revista Eletrônica Geografar*. Curitiba, v. 2, n., p. 77-99, jan./jun. 2007.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

OGLIARI, P.J, PACHECO, J.A; *Análise Estatística usando o STATÍSTICAR*. Departamento de Informática e Estatística. Universidade Federal de Santa Catarina. Vol 6. 2004. Disponível em:<www.inf.ufsc.br/~ogliari>. Acesso em: 20 out. 2008.

PAVIANE, Jayme. *Interdisciplinaridade: conceitos e distinções*. 2ª ed. Caxias do Sul: Educsc, 2008

PIELOU, E. C. *Ecological diversity*. New York: John Wiley & Sons, 165p. 1975.

POMBO, O. 1993; *Interdisciplinaridade: conceito, problema e perspectiva*. In: *A population viability analysis*. *Ecological Applications* 10, 580-597.

PRIMACK R.B, RODRIGUES E. *Biologia da Conservação*. Editora Vozes. Londrina.2001. 328 p.

RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA,D.A.S.de.(Org). *Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: 2ª ed.,MMA/SBF. 2005. 510p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B., T. *Fitofisionomias do bioma Cerrado*. IN: SANO, S.M;ALMEIDA, S.P. *Cerrado:ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA - CPAC. 1998. Cap.3 p.88-166.

RIBEIRO, J.F., S.M. SANO e J.A. DA SILVA. 1981. *Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado*. pp. 124-133 In: *Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica*. Sociedade Botânica do Brasil, Teresina, Brasil.

ROMEIRO, A. R. 1999. *Desenvolvimento Sustentável e Mudança Institucional: Notas Preliminares*. In: *Texto para Discussão, IE/UNICAMP, Campinas*, n. 68, abril.

ROSA, R. *Introdução ao Sensoriamento remoto*. 2ªed.Ed. Edefu, Uberlândia-MG.1992.

RUELLAN, A.; DOSSO, M. (1993) *Regards sur le Sol*.Paris: Fucher, Universités Francophones.

SACHS, I. Inclusão social pelo trabalho: desenvolvimento humano, trabalho decente e o futuro dos empreendedores de pequeno porte no Brasil. Rio de Janeiro: Garamond, 2003.

_____. Ecodesarrollo: desarrollo sin destrucción. México: El Colégio de México, 1986.

_____. Ambiente y articulación de ciencias. In: Leff E, coordinador. Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. México: Siglo XXI; 1986.

_____. Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel, 1993.

_____. Desenvolvimento numa economia mundial liberalizada e globalizante: um desafio impossível ? Estudos Avançados, São Paulo, v.11, n. 30, ago 1997, p. 213 – 242.

_____. Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SALOMÃO, F. X. T.; *Controle e prevenção dos processos erosivos*. In: GUERRA, T.A.J.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G. (Organizadores), Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007

SALOMÃO, X. F. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: Guerra, A. T. Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1999.

SANTANA, N.M.P.de. Chuva, Erodibilidade, uso das terras e erosão hídrica linear na Alta Bacia do Rio Araguaia 2007. (Dissertação de Mestrado) - Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

SANTOMÉ, J. T. Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado. Porto Alegre: Artes Médicas Ed., 1998.

SANTOS L.O. Mapas de uso da terra do Município de Rio Verde Anos de 1975 e 2005. Elaborados em junho de 2006.

SANTOS, R.F.dos. Planejamento Ambiental - teoria e prática. SP: Oficina de Textos, 2004.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARQUES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Biological Conservation*, v.5, p. 18-32. 1991.

SCHAAF, A.L.B, FILHO, A.F, GALVÃO, F, SANQUETTA. C. R. Alteração na Estrutura Diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista no Período entre 1979 e 2001. *Revista Árvore*, vol-30 – no 02. Sociedade de Investigação Florestais. Viçosa. Brasil pp. 283-295. 2006

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. The mathematical theory of communication Urbana, University of Illinois. 1949.117p.

SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e estrutura diamétrica da mata de galeria do Taquara, na reserva Ecológica do IBGE, DF. *Revista Árvore*, Viçosa. ano/vol.28.n.003.p419-428.2004

SILVA, R. P. da. A Interdisciplinaridade e os Aspectos Conceituais e de Representação da Informação: análise da área “multidisciplinar” da Tabela de Áreas do Conhecimento em uso pela CAPES – 2007.

SILVA, Roberta Pereira da. A Interdisciplinaridade e os Aspectos Conceituais e de Representação da Informação: análise da área “multidisciplinar” da Tabela de Áreas do Conhecimento em uso pela CAPES – 2007.

SIMBERLOFF, D. & L.A. ABELE. 1976. Island Biogeography Theory and Conservation Practice. *Science*:285-286. Wilson, E.O. 1989. Threats to biodiversity. *Scientific American* 60-66.

SOULÉ, M. (Ed) 1986: *Conservation Biology*. Sinauer, Sunderland.

TURNER, S. J.; O'NEILL, R. V.; CONLEY. W.; CONLEY. M. R.; HUMPHRIES. Pattern and scale: Statistics for landscape ecology. In: TURNER; M. G.; GARDNER, R. H. *Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity*. New York: Springer. 1991, p.17-51.

VALENTE, R. de O. A.; VETTORAZZI, C. A. Avaliação da estrutura florestal na bacia hidrográfica do Rio Corumbataí, SP. In: *Scientia Forestalis* N. 68, p.45-57, ago. 2005.

VALENTE, R. de O.A. Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP. 2001. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa. Reimpressão. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

VAN DER PIJL, L. Principles of dispersal in higher plants. Springer Verlag, New York 3rd ed. 1982.402p.

VIDAL, R. A.; THEISEN, G. Efeito da cobertura do solo sobre a mortalidade de sementes de capim-marmelada em duas profundidades no solo. **Planta Daninha**, v. 17, p. 339- 344, 1999.

VOLOTÃO, C.F. de SÁ. Trabalho de análise espacial: Métricas do Fragstats. São José dos Campos – SP, INPE: 45p.1998.

WIENS, J.A. 1989. The ecology of birds communities. Processes and variations. Cambridge University Press, Cambridge.106

_____. 1994. Habitat fragmentation: island v landscape perspectives on bird conservation. *Ibis* 137: 97-104.

WILCOX, B.A., Murphy, D.D., 1985. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *The American Naturalist* 125, 879-887.

WWF Brasil. Bioma Cerrado Disponível em: <<http://www.wwf.org.br>>. Acesso em 14 ago. de

XAVIER, L. de S. Suscetibilidade natural e risco à erosão linear no alto curso do rio Araguaia (GO/MT): subsídios ao planejamento geoambiental – 2003. (Dissertação Mestrado) Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Goiânia – 2003.

XAVIER, L. S; CASTRO, S. S.; BARBALHO, M.G. S. Linear erosion in the region of the source area of Araguaia River: conditionings and corrective and preventive control. *Revista Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. Especial, p. 182-191, 2005.

ZAR, J.H. Biostatistical Analysis. Englewood Cliffs, Prentice-Hall. 1996.

ZONNEVELD, I. S. 1982: The land unit – a fundamental concept in landscape ecology applications. *Landscape Ecology*, 3 67-80.

1º Artigo da Tese - FRAGMENTAÇÃO DO CERRADO: UMA ANÁLISE ECOLÓGICA DA PAISAGEM DA BACIA DO RIO DOS PEIXES – GOIÁS

Gabriel Tenaglia Carneiro – Doutorando em Ciências Ambientais - CIAMB – Universidade Federal de Goiás – Goiânia – Goiás – gabrieltenaglia@hotmail.com

Selma Simões de Castro – Professora Titular dos programas de Pós-Graduação em Geografia e Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás – Campus Samambaia – selma@iesa.ufg.br

Christian Dias Cabacinha – Professor do Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros - ccabacinha@yahoo.com.br

Mariana Nascimento Siqueira - Doutorando em Ciências Ambientais - CIAMB – Universidade Federal de Goiás – Goiânia – Goiás – mnsiqueira@yahoo.com.br

RESUMO

A expansão da agropecuária no Cerrado ocorreu, fortemente, a partir da década de 1970, estimulada por políticas públicas, e resultou num intenso desmatamento e fragmentação dos remanescentes da sua cobertura vegetal original. Este artigo apresenta uma análise das relações entre a evolução do uso do solo e a fragmentação da cobertura original de Cerrado na bacia do Rio dos Peixes, integrante a oeste da Alta Bacia do Rio Araguaia, estado de Goiás. Utilizando-se de técnicas de Geoprocessamento e de Ecologia da Paisagem, avaliou-se a complexidade espacial e ecológica de fragmentos, através de mapas de uso do solo em série histórica iniciada em 1975, elaborada com base em imagens LANDSAT TM5 e auxílio do software Spring, seguida de cálculo da classificação de fragmentos com uso do software FRAGSTATS™ 3.3. Os resultados revelaram elevada conversão da cobertura original e processo de fragmentação crescente ao longo do tempo, inclusive, em áreas naturalmente frágeis, com diminuição das suas áreas centrais, em relação direta com a expansão da pecuária e da agricultura na região. Concluiu-se que a Mata Ciliar se mostrou a classe predominante, cujos remanescentes, em geral, ainda possuem riqueza florística. e também que os fragmentos ainda são recuperáveis, mas necessitam de planejamento ambiental e fiscalização para fins de recuperação e conservação.

Palavras-Chaves: Cerrado, Ecologia da Paisagem, Fragmentação, Remanescentes, Composição florística, Geoprocessamento, Conservação, Alta Bacia do rio Araguaia, Goiás.

ABSTRACT

The expansion of agriculture in Cerrado Biome occurring strongly since 1970s was stimulate by public policies and resulted in massive deforestation and fragmentation of its natural cover. This paper presents an analysis of the relationship between the evolution of land use and fragmentation of the original Cerrado in the sub-basin of the Peixe River, basin a tributary of the Upper Araguaia River Basin, State of Goiás. Using Geoprocessing techniques and landscape ecology, this work evaluate the spatial and ecological complexity of fragments, using maps of land use in historical series since 1975, which is based on LANDSAT TM5 satellite images with the aid of the Spring software and calculation of the type of fragments using the software FRAGSTATS TM 3.3. The results showed a process with high conversion of the original cover and fragmentation increasing over the time, including areas naturally fragile, with a reduction of the central sites of remaining in direct relation to the expansion of or cattle raising and agriculture. The Riparian Forest proved to be the predominant class in general still remains of which have floristic richness. It was concluded that the fragments are still recoverable, but require environmental planning and oversight for the recovery and conservation.

Key Words: Savannah, Landscape Ecology, Fragmentation, Remnants, floristic composition, GIS, Conservation, Upper Basin of the Araguaia River, Goiás.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, com uma área original de aproximadamente 2M km² (200 Mha), representando cerca de 21% do território nacional (BORLAUG, 2002), superado em área apenas pelo Bioma Amazônico. Dominante na região Centro-Oeste brasileira caracteriza-se por apresentar tipos de vegetação como formações florestais, savânicas e campestres, além de palmeirais. Essas formações, em especial as matas ciliares e de galeria, abrigam alta riqueza de espécies e apresentam alto grau de endemismo tanto vegetal como animal, este, sobretudo de vertebrados (EITEN, 1977; RIBEIRO et al., 1981; KLINK e MACHADO, 2005; RIBEIRO E WALTER, 1998).

A expansão da agricultura e da pecuária nessa região intensificou-se principalmente a partir da década de 1970, estimulada pelo II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), vigente no período 1975-1979, política pública federal que promoveu a incorporação do Cerrado ao sistema produtivo por meio de Programas específicos como Polocentro, Prodecer e outros, à custa de um intenso desmatamento que resultou na fragmentação das suas fitofisionomias originais, devido à conversão agropecuária de suas terras, gerando a formação de remanescentes.

O estado de Goiás é representativo desse processo. Assim, sua paisagem se apresenta fragmentada, onde os remanescentes na maioria se encontram isolados em meio a extensas áreas de pastagem e, ou culturas agrícolas (Cunha et al., 2007). Estes autores ressaltam que cerca de 90% desses fragmentos, conforme amostragem feita em Campos Belos, Jaciara, Brasília, Goianésia, Goiânia e Morrinhos, são menores ou iguais a 1 ha, revelando que as atividades de expansão econômica em Goiás vêm crescendo exponencialmente e de modo inversamente proporcional ao tamanho dos fragmentos.

Pesquisas confirmam que fragmentos dessa dimensão dificilmente suportam populações de animais de grande porte e que restam poucos fragmentos com dimensões equivalentes aos tamanhos das Unidades de Conservação conhecidas. Outros autores, estudando a alta bacia do rio Araguaia, vêm demonstrando situação similar (Faria e Castro, 2006; Faria, 2011, por exemplo) que a torna representativa desse processo, e ressaltado que a degradação é decrescente de leste para oeste dessa bacia, sentido próximo ao da expansão da fronteira agrícola.

Para avaliar o processo de fragmentação, a Ecologia da Paisagem vem se revelando um campo de estudo bastante adequado, por ser uma área da Ecologia considerada multidisciplinar e marcada por duas principais abordagens: (1) uma geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território; e (2) ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a importância destas relações em termos de conservação biológica (TROLL, 1939; METZGER, 2001). Em ambas, é prática usual a utilização das métricas da paisagem (mensurações espaciais) aplicadas à avaliação do estado de conservação dos remanescentes na paisagem, que se somam à análise amostral da composição florística para avaliação da riqueza e grau de conservação dos fragmentos. Esse tipo de estudo é conhecido como de estrutura da paisagem.

Uma das ferramentas para avaliação das métricas é o *software* estatístico espacial FRAGSTATS™ 3.3 (MCGARIGAL & MARKS, 1995), que permite calcular um conjunto de mais de 50 métricas de Ecologia da Paisagem (VOLOTÃO, 1998), e também permite uma análise dos parâmetros quantitativos da formação vegetal, os quais podem ser usados em diversos estudos ambientais como, por exemplo, para estabelecer correlações de fatores ambientais, comparar comunidades e auxiliar no manejo ambiental das paisagens.

A bacia do rio dos Peixes, integrante da alta bacia do rio Araguaia, estado de Goiás, foi interpretada por Faria e Castro (2006) como a que apresenta uma posição geográfica e um grau de degradação intermediário entre as cinco regiões hidrográficas em que as autoras compartimentaram a alta bacia do rio Araguaia. A explicação das autoras baseou-se principalmente na baixa aptidão agropecuária de suas terras e distância dos grandes polos da expansão da fronteira agrícola.

O objetivo deste artigo é avaliar a evolução e o estado da fragmentação dos remanescentes de Cerrado na bacia do Rio dos Peixes, com vistas a caracterizar sua estrutura e o *status* atual da sua cobertura vegetal remanescente, através de métricas de Ecologia da Paisagem, além de caracterizar sua composição florística como indicadora da conservação dos fragmentos remanescentes.

1.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde à bacia do rio dos Peixes localizada na porção centro-sul da Alta Bacia do rio Araguaia, no estado de Goiás, esta denominada de bacia 24 pela Agência

Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), denominada de Alto Araguaia. Drenando uma área de 5.140 km², a bacia do rio dos Peixes abrange os municípios de Doverlândia, Baliza e Caiapônia (EIBH, 2010).

A Figura 1 apresenta a localização da bacia e dos pontos de amostragem da composição florística para avaliação da conservação de fragmentos representativos da área.

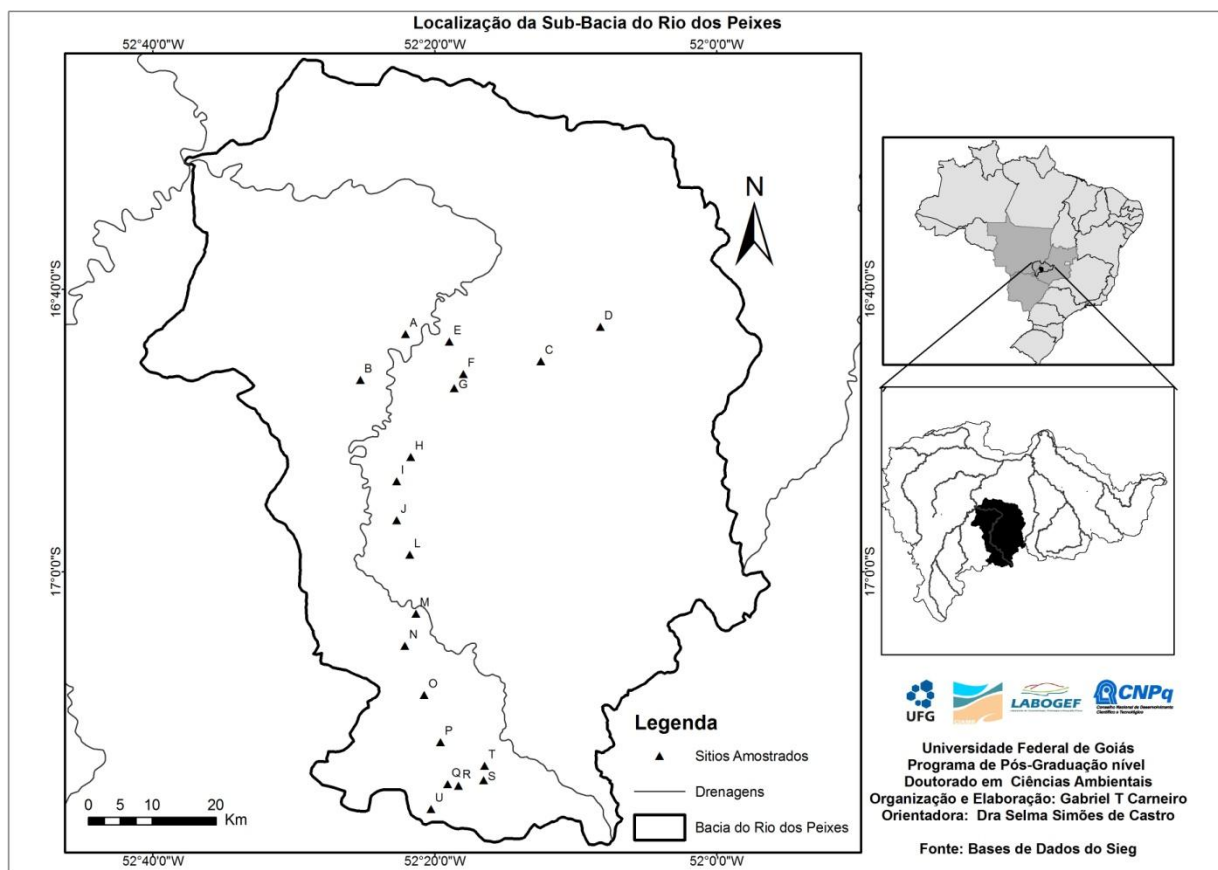


Figura 1 – Localização da bacia do Rio dos Peixes indicando os 20 sítios amostrais para levantamento da florística. Elaboração: Carneiro, 2011. Fonte: Dados do Sieg.

Situada na região conhecido como Matogrosso Goiano, devido fitofisionomia original densa (savânica ou florestal), tem as nascentes de seus rios e ribeirões situadas na vertente norte da Serra do Caiapó, sendo delimitada por essa serra, também a leste e a oeste.

As litologias predominantes na área pertencem à Formação Aquidauana (45,3%), que consiste principalmente de arenitos avermelhados (LACERDA FILHO, 1999), bastante frágeis e suscetíveis à erosão hídrica, como ravinas e voçorocas (SALOMÃO, 1999). As

altitudes variam de 550 - 650 m compondo relevo suavizado, do tipo colinoso com declividade fraca, variando de 3 a 6%.

Predominam os Argissolos Vermelho distróficos (PVAd) em 43% da área total, concentrados principalmente na porção central da bacia, os quais são pobres, constituídos por argila de atividade baixa e horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A ou E, o que os torna suscetíveis à erosão hídrica (Salomão, 1999). Seguem-se os Latossolos Vermelho Amarelo distróficos (LVAd) com 17%, menos suscetíveis e os Cambissolos álicos (Ca1) com 14% também suscetíveis à erosão hídrica. Os solos, no geral, embora ocorram em relevo suave por serem ácidos, pobres e suscetíveis à erosão hídrica favoreceram o desenvolvimento de pastagem extensiva, após o desmatamento da década de 1970 (FARIA, 2006).

Conforme a classificação de Koeppen domina o tipo climático Awgi, correspondente ao clima Megatérmico subúmido, com duas estações bem definidas, sendo o inverno seco de abril a setembro com o mês mais quente antecedente à estação que se estende de outubro a março (EIBH, 2010).

2. METODOLOGIA

Os mapas de uso do solo foram elaborados com base na interpretação de imagens digitais do satélite Landsat MSS com resolução espacial de 80 (1975) e TM+ 30 m (1985, 1995 e 2009), resolução espectral de 0,45-0,90 μm , nos intervalos (azul - 0,45-0,52 μm , verde - 0,52-0,60, vermelho - 0,63-0,69 e IV próximo - 0,76-0,90), obtidas no mês de agosto e adquiridas para os anos de 1975, 1985, 1995 e 2009, junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2003). O primeiro ano, 1975, corresponde ao ano de referência quando havia maior continuidade da cobertura vegetal original.

Após o georreferenciamento, a composição nas bandas 5/4/3 – RGB, a elaboração do mosaico e o recorte da imagem no limite da bacia, realizou-se a segmentação no programa de Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), sendo adotado para os limiares de similaridade e de área o valor de 10. Trata-se, portanto de um estudo em escala de semi-detalle (1:100.000).

A estrutura e composição da paisagem foram analisadas com auxílio do programa FRAGSTATS™ 3.3 sobre os mapas de uso do solo. As métricas calculadas podem ser

definidas em três níveis de análise: mancha, classe e paisagem sendo que mancha corresponde ao fragmento individual, a classe a cada tipo de uso encontrado e a paisagem ao todo (METZGER, 2001). Foram selecionadas métricas estruturais, em nível de classe que medem a configuração espacial da paisagem, associada a todas as manchas de um determinado tipo de habitat presente que medem a quantidade e a configuração espacial de cada tipo de mancha, fornecendo uma medida de fragmentação. As métricas da paisagem calculadas foram: CA, PLAND, NP, TE, TCA, CPLAND, ENN_MN, CIRCLE_MN e COHESION ((MCGARIGAL & MARKS, 1995) (Quadro 1). Ressalta-se que as métricas TE e TCA foram calculadas para gerar a métrica CPLAND que calcula a porcentagem das Áreas Centrais.

Quadro 1 - Métricas da paisagem calculadas.

Métrica	Categoria	Fórmula
CA	Área/Densidade/Borda	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right)$
PLAND	Área/Densidade/Borda	$PLAND = p_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$
NP	Área/Densidade/Borda	$NP = ni$
TE	Área/Densidade/Borda	$TE = \sum_{k=1}^m s_{ik}$
TCA	Área central	$TCA = \sum_{j=1}^n a_{ij}^c \left(\frac{1}{10.000} \right)$
CPLAND	Área central	$CPLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^c}{A} (100)$
ENN_MN,	Isolamento/ Proximidade de vizinhança	$ENN = h_{ij}$
CIRCLE_MN	Forma	$CIRCLE = 1 - \left[\frac{a_i}{a_i^*} \right]$
COHESION	Conectividade	$COHESION = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n p_{ij}}{\sum_{j=1}^n p_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right] \left[1 - \frac{1}{\sqrt{A}} \right]$

Fonte: (MCGARIGAL & MARKS, 1995).

Os resultados foram tratados estatisticamente segundo as classes de uso do solo e medidas nos tipos de uso do solo (áreas antrópicas e naturais), a fim de se obter uma melhor amostragem do padrão de fragmentação. As métricas Total de Bordas (TE), Área Central

Total (TCA) e Percentual da Área Central (CPLAND) foram influenciadas pela Matriz de Profundidade em Efeito de Borda. Em muitos casos não há nenhuma base empírica para especificar quaisquer valores de profundidade em efeito de borda particular, e por isso deve-se escolher os valores de maneira arbitrária (MCGARIGAL & MARKS, 1995).

Os valores são proporcionais ao tamanho do *pixel* que, numa imagem LANDSAT TM 5, com resolução espacial de 30m, por isso foram utilizados seus múltiplos - 30m, 60m, 90m, 120m. Esta assimetria é importante em muitas aplicações, quando o efeito de borda urbano penetra profundamente no Cerrado, não sendo o inverso verdadeiro (MCGARIGAL & MARKS, 1995).

Para avaliar a evolução da fragmentação da cobertura original e dos remanescentes procedeu-se a uma comparação das métricas geradas a partir dos mapas de uso do solo dos anos selecionados.

O levantamento fitossociológico da cobertura foi feito em campo e baseou-se na distribuição aleatorizada dos vários sítios amostrais (fragmentos) com áreas superiores a 1 ha e representativos das diferentes formações florestais reconhecidas nas imagens, totalizando 20 (vinte) sítios, numerados em ordem alfabética (indicados na Figura 1).

Em cada um lançou-se um transecto de 150 metros, evitando-se a borda em uma faixa mínima de 30 metros (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Os transectos obedeceram à declividade ou ao maior comprimento de encosta quando a área era plana. Todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito, maior ou igual a 5 cm foram avaliados e amostrados seguindo a metodologia de pontos quadrantes de dez em dez metros, totalizando em cada transecto 15 pontos com 60 árvores. Para medir o diâmetro foi utilizada uma fita diamétrica de 5 metros.

Os descritores fitossociais foram calculados segundo Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) para cada espécie observável em campo. Quando não era possível, foram coletadas amostras dos indivíduos para a identificação no Herbário da UFG. As espécies botânicas, em campo e herbário, foram classificadas e agrupadas em famílias de acordo com o sistema APGII (*Angiosperm Phylogeny Group II*), baseado em Souza & Lorenzi (2007). Para confirmação da grafia das espécies, utilizou-se as informações contidas no site do *Missouri Botanical Garden - MOBOT* (http://www.mobot.org/W3T/search_vast.html). Os indivíduos

amostrados foram anotados em formulários contendo o nome popular e científico, família, número do indivíduo levantado e o sítio onde este foi encontrado.

Para toda a comunidade vegetal arbustivo-arbórea amostrada calculou-se a riqueza, a densidade total e a área basal (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974, MARTINS 1991), bem como os índices de diversidade de Shannon (SHANNON & WEAVER, 1963) e equabilidade de Pielou (PIELOU, 1975). Toda análise foi realizada no programa Mata Nativa, versão 2.08 (CIENTEC, 2007) para os cálculos citados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Uso do solo e remanescentes do Cerrado

A Figura 2 ilustra os usos do solo nos anos selecionados que, ao serem comparados, indicam antropização crescente e predomínio da pecuária a partir de 1985. A agricultura tornou-se mais importante apenas em 1996, mas depois decresceu.

A Tabela 1 apresenta os usos do solo e classes de remanescentes e permite observar que em 1975 a área antropizada (pastagem, agriculturas) cobria apenas 6% da área total da bacia, mas aumentou para 30,1% em 1985, para 45,4% em 1996 e finalmente a pouco menos de 60% em 2009, ou seja, um aumento acumulado de 10 vezes no período. A pastagem domina o uso antrópico, ainda que em 1998 tenha sido equivalente à agricultura. Intensificou-se fortemente entre 1975 e 1985 e depois entre 1996 e 2009, ainda que tenha diminuído um pouco em 1996, quando houve uma tentativa temporária de incremento da agricultura.

Uso da Terra e Remanescentes da Cobertura Vegetal da Bacia do Rio dos Peixes (GO)

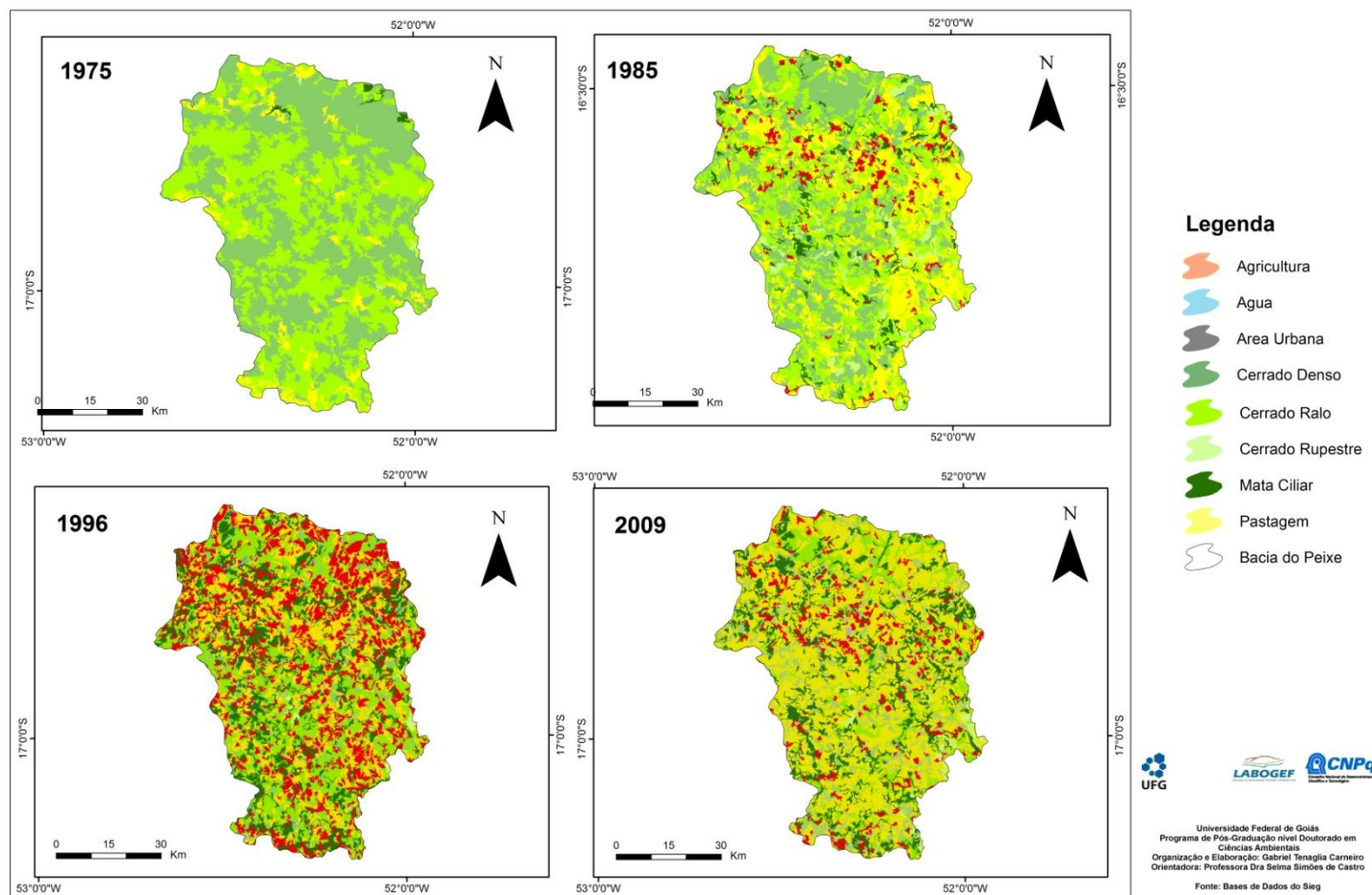


Figura 2 – Evolução do Uso do Solo da Bacia do rio dos Peixes. Fonte: extraído da imagem Landsat TM5 do mês de Agosto dos anos de 1975, 1985, 1996 e 2009. Elaborado pelo autor.

Tabela 1 – Análise da Evolução da Paisagem da bacia do rio Peixe de 1975 a 2009.
Unidade métrica: PLAND (área em %).

USO	PLAND			
	1975	1985	1996	2009
Pastagem	5,9	25,6	20,7	51,9
Agricultura	-	4,5	24,7	7,4
Cerrado Ralo	45	34,1	32,4	11,2
Mata Ciliar	-	16,5	16,6	16,5
Cerrado Denso	49	17,7	5,1	11,6
Cerrado Rupestre	0,2	1,5	0,5	1,2
Água	-	0,1	0,1	0,1
Urbano	-	0,05	0,1	0,1

Os remanescentes, que cobriam mais de 94% da área em 1975, reduziram brutalmente no período, chegando em 2009 a menos da metade da área coberta em 1975, cobrindo 40,5%. As fitofisionomias predominantes foram sempre o Cerrado Denso e o Ralo. A Mata Ciliar se manteve relativamente constante, ainda que em 1975 não tenha sido possível individualizá-la devido à continuidade da cobertura e a resolução da imagem, e o Cerrado Rupestre sempre foi estatisticamente irrelevante.

O comportamento da Mata Ciliar se explicaria pela Legislação Ambiental que a protege como APP (Área de Preservação Permanente) de rios. Globalmente, o Cerrado Denso foi a fitofisionomia que sofreu a maior redução entre 1975 e 1985 e continuou reduzindo, perdendo uma área na ordem de 30% no período, ainda que tenha recuperado um pouco em 2009. O Cerrado Ralo diminuiu pouco entre 1975 (45%) e 1985 (34%), mantendo-se relativamente estável em 1996, mas voltando a diminuir, desta vez notavelmente, em 2009 (11,6%).

Esse comportamento coincide com a notável conversão das fitofisionomias à pastagem no período, iniciada pelas melhores áreas, de Cerrado Denso, prosseguindo para a área do Cerrado Ralo, fato que não é novo na região (FARIA e CASTRO, 2006) e no Estado (CARVALHO et al, 2009).

A Tabela 2 apresenta os dados de uso quanto ao número de fragmentos (NP) e a tabela 2 apresenta tamanho médio dos fragmentos por classe de área. Pode-se constatar

que em 1975 existiam apenas 271 fragmentos. Nesse ano, devido à resolução da imagem de satélite ser de 80 metros, não foi possível identificar todas as fitofisionomias, considerando o tamanho da área e os padrões de segmentação adotados. Mas pode-se observar (tabela 3) que a área média dos fragmentos foi 1.600ha, o que indicaria boa conectividade física entre eles.

Tabela 2 – Número de Fragmentos da bacia do rio Peixe de 1975 a 2009. Unidade métrica: NP (nº. em unidade).

USO	Número de Fragmentos			
	1975	1985	1996	2009
Pastagem	83	355	537	286
Agricultura	-	149	560	255
Subtotal	83	504	1097	541
Cerrado Ralo	118	372	412	239
Mata Ciliar	-	127	334	325
Cerrado Denso	67	287	215	273
Cerrado Rupestre	3	71	9	16
Subtotal	188	857	970	853
Água	-	4	8	5
Urbano	-	1	3	1
Total	271	1366	2078	1400

Tabela 3 – Relação do Número de Fragmentos por Área de 1975 a 2009.

Anos	NP/Área			
	<1 ha	1 – 50 ha	50 – 100 ha	>100 ha
1975	21	62	12	176
1985	48	148	26	1145
1996	60	229	40	1749
2009	38	122	33	1206

A partir de 1985, no entanto, inicia-se uma redução do número de fragmentos, contrariamente ao número que aumenta. Dominam fragmentos com áreas superiores a 100 hectares (Tabela 3), tendo seu máximo em 1996 com 1.749 fragmentos, contrariando vários estudos sobre a fragmentação no Cerrado (Cunha et al. 2007); Faria & Castro, 2008; Carneiro et al, 2011). Em 1996 a havia maior número de fragmentos (2.078) diferentemente de 2009, reduzidos a 1.400, o que indica uma perda de 32% no número de fragmentos. Notou-se também redução da agricultura, que de 25% em 1996

passa a apenas 7% da área em 2009. Esse comportamento pode sugerir certa recuperação da cobertura natural.

Embora as métricas indiquem a fragmentação dos remanescentes, a conectividade (COHESION) com 98,5% de média indica que os remanescentes ainda apresentam conectividade entre si, o que do ponto de vista da conservação é um indicador positivo.

Nesse sentido, Odum (1988) e Cullen et al. (2005), definem que para o fragmento seja sustentável ele precisa ter, no mínimo, uma área entre 70 e 100 ha. Na área estudada 83% dos fragmentos apresentam áreas superiores a 100 hectares. Porém, ao se analisar a evolução das Áreas Centrais (CPLAND) (Tabela 4) observa-se que os remanescentes reduziram suas Áreas Centrais, o que para conservação da fauna e principalmente da flora é um indicador negativo.

Tabela 4 - Evolução das Porcentagens de Áreas Centrais por ano. Unidade métrica: CPLAND (área em %)

USO	CPLAND			
	1975	1985	1995	2009
Pastagem	5,9	22,68	17,51	46,78
Agricultura	-	3,72	21,15	6,23
Subtotal	5,9	26,4	30,66	53,01
Cerrado Ralo	44,6	30,14	25,71	8,96
Mata Ciliar	-	4,05	13,52	12,14
Cerrado Denso	48,7	25,84	4,05	8,28
Cerrado Rupestre	0,2	3,30	0,44	0,98
Subtotal	93,5	63,33	43,72	30,36
Água	-	0,03	0,04	0,02
Urbano	-	0,04	0,05	0,06

O Índice médio de correlação com forma circular (CIRCLE_MN) a (tabela 5) valia a forma geométrica do fragmento, mensurando sua circularidade para avaliar se sua forma está alongada, o que é a torna mais suscetível ao efeito de borda, ou se é mais circular, menos suscetível a esse efeito (MCGARIGAL & MARKS, 1995). A Tabela 5 mostra ainda que a circularidade indica que ao longo dos anos os remanescentes

apresentaram índices em média de 0,71. Castelani & Batista (2007) encontraram valores semelhantes nos fragmentos florestais do Vale do Paraíba (SP), de 0,68, o qual não é muito distante dos encontrados no município de Rio Verde no valor 0,70 (CARNEIRO et al, 2010).

Tabela 5 - Evolução do Índice de Circularidade (CIRCLE_MN) por ano pesquisado. Unidade métrica: CIRCLE_MN ($0 \leq \text{CIRCLE} < 1$).

USO	CIRCLE_MN			
	1975	1985	1995	2009
Pastagem	0,71	0,65	0,67	0,67
Agricultura	-	0,68	0,67	0,67
Cerrado Ralo	0,65	0,68	0,69	0,69
Mata Ciliar	-	0,75	0,71	0,73
Cerrado Denso	0,66	0,69	0,71	0,73
Cerrado Rupestre	0,79	0,70	0,75	0,75
Água	-	0,96	0,77	0,98
Urbano	-	0,64	0,55	0,47

Pode-se constatar que a circularidade (tabela 5) não sofreu grandes mudanças em nenhuma das classes, sobretudo entre 1985 e 2009 e se assemelha à de outras áreas, indicando valores próximos de 1, o que é positivo.

A análise da fragmentação indicou que em 1975 a área era mais homogênea e conservada (94%), mas a partir de 1985, a área passa a ser marcada por expressivo aumento da pastagem (~300%) associado ao aumento do número de fragmentos (80%). Em 1996 um avanço significativo da agricultura que passa a cobrir 25% da área, coincide em nova fragmentação, praticamente dobrando o número de fragmentos, como desse ano em diante, até 2009, com novos desmatamentos.

Mesmo assim, as Áreas Centrais (TCA) dos fragmentos reduziram 67% no período, mas a coesão indica média de 98% de conectividade entre as classes.

3.2 Diversidade florística

A tabela 6 indica a distribuição dos fragmentos em cada um dos 20 sítios amostrados (por fitofisionomia), onde o número de espécies variou de 17 a 93. No sítio

de Cerrado Denso encontrou-se 93 espécies e no de Cerradão e Cerrado Típico 74 e 61 espécies, respectivamente. No sítio de Mata Ciliar encontrou-se 17 espécies.

Tabela 6 – Descritores da estrutura das comunidades vegetais nos sítios amostrados no estudo da bacia do Rio dos Peixes - GO, em dezembro de 2009.

Sítios amostrados	N	S	ln(S)	H'	J	Fitofisionomia
C, H, M, N, O, P	360	74	4,304	3,62	0,84	Cerradão
G, I, J, K, T	299	61	4,111	3,39	0,82	Cerrado Típico
A, D, E, F, L, Q, R, S	480	93	4,533	3,97	0,88	Cerrado Denso
B	60	17	2,833	2,5	0,88	Mata Ciliar

Legenda: N = número de árvores, S = número de espécies, ln(S) = diversidade máxima, H' = índice de diversidade de Shannon (nats/ind), J = índice de equabilidade de Pielou.

Analisando a tabela 6, a diversidade variou de 2,5 nats.ind⁻¹ no sítio de Mata Ciliar até 3,97 nats.ind⁻¹ na no sítio de Cerrado Denso. Esses valores estão próximos aos valores de 3,41 nats.ind⁻¹ encontrados por Assunção et al (2004) no Cerrado Sensu Stricto na APA do Paranoá em Brasília. A equabilidade variou de 0,82 no sítio de cerrado típico até 0,88 nos sítios de cerrado denso e mata ciliar, valores esses semelhantes aos encontrados por Batalha (2001) e Carneiro (2011), mas inferiores aos encontrados por Cabacinha (2008) nas cabeceiras do rio Araguaia, mas neste último caso o trabalho foi realizado com floresta estacional semidecídua, por isso os valores são superiores.

O estado de conservação dos sítios estudados, levando em consideração critérios qualitativos tais como indício de presença humana, fogo, corte seletivo de lenha, animais domésticos, lianas, espécies exóticas, lixo, caçadores, pescadores e outros indícios de perturbação, revelou que dentre os 20 sítios amostrados, o mais conservado, foi o sítio H (Cerradão), visto que seu interior permanecia conservado. Já o sítio mais perturbado, foi o sítio K (Cerrado típico), totalmente degradado com presença de gado no seu interior, presença de gramíneas exóticas e indícios de queimadas frequentes. Some-se o sítio J que continha trilhas de retirada de madeira, e a presença de gado e evidências de queimadas.

3.3 Análise florística e fitossociológica

Nos 300 pontos quadrantes lançados nos 20 sítios representativos das 4 fitofisionomias encontradas na bacia, amostrou-se 1200 indivíduos, que representaram 137 espécies, 101 gêneros e 48 famílias botânicas (Quadro 2).

Quadro 2 – Espécies arbustivas - arbóreas amostradas e os sítios onde elas ocorrem.

Família	Nome científico	Sítios de Ocorrência
Anacardiaceae	<i>Astronium faxinifolium</i> Schott & Spreng.	A,D,E,F,H,I,J,S
	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemao	D,F
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	C,L,M,N,O,P,S
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	G,M,P,T
	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	T
	<i>Bocageopsis mattogrossensis</i> (R.E. Fr.) R.E. Fr.	M,O
	<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltld.	C
	<i>Annona montana</i> Macfad.	O
	<i>Oxandra</i> sp.	E
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	A,C,H,K,L,M,N,P,Q,S,T
Apocynaceae	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll. Arg.	S
	<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	A,B,I,M,S
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	C
Arecaceae	<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	A,R
Asteraceae	<i>Vernonia ferruginea</i> Less.	J,S
Bignoniaceae	<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	S
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore	A,E,Q
	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	B
	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	J,R
	<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sandwith	F
Bombacaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum) A. Rob.	E,G,N,Q,S
	<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) Robyns	D,I
Boraginaceae	<i>Cordia glabrata</i> Mart. DC.	D,E,F,H,R
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	A,B,C,E,I,L
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	K,Q,S
Cecropiaceae	<i>Cecropia lyratiloba</i> Miq.	B
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	I
Celastraceae	<i>Austroplenckia populnea</i> (Reiss.) Lund.	G
Chrysobalanaceae	<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook. f.	L,Q
	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	M,N,O,P
	<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook. f.) Prance	B
	<i>Licania gardneri</i> (Hook. f.) Fritsch	L
	<i>Licania humilis</i> Cham. & Schltld.	Q,B
	<i>Licania kunthiana</i> Hook. f.	M
Combretaceae	<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	C,H,L,Q,R,S,T

	<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Succ.	A,D,F,G,I,J,K,L,S,T
Compositae/Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	E,L
	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	A,C,I,R,S
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Q,B
Dilleniaceae	<i>Curatela americana</i> L.	A,D,E,F,G,I,J,L,M,P,Q,R,T
	<i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil.	A,F,G,I,J,L,Q
Ebenaceae	<i>Diospyros brasiliensis</i> Mart. ex Miq.	B
Erythroxylaceae	<i>Diospyros hispida</i> DC.	G,H,R
	<i>Diospyros sericea</i> A. DC.	C
	<i>Erythroxylum</i> sp.	A,D,E,F,G,H
Euphorbiaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hil.	L,N
	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	C,H
Fabaceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	M,O
	<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	R
	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	E,H
	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	D,I
	<i>Andira cuyabensis</i> Benth.	G,H
	<i>Andira cuyabensis</i> Benth.	L,R,S
	<i>Bauhinia</i> sp.	D,G,T
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	A,K,L,O,R
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	B,C,N
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	R
	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	H,R,S,T
	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	A,L,N,O,R,S
	<i>Diptychandra aurantiaca</i> Tul.	E,I,M,P,R
	<i>Enterolobium gummiiferum</i> (Mart.) J.F. Macbr.	S
	<i>Hymenaea courbaril</i> Hayne	B,H
	<i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y. T. Lee & Langenh.	M,Q
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> (Mart. Ex Hayne)	E,I,R
	<i>Inga marginata</i> Willd.	E
	<i>Inga vera</i> Willd. Subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D. Penn.	B
	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	E,L,P,R,S
	<i>Mimosa lactecifera</i> Rizzinii & Mattos Filho	R,S
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	E,P
	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	C,M,N,P
	<i>Sclerolobium aureum</i> (Tul.) Benth.	A,J,K,Q
	<i>Sclerolobium paniculatum</i> (Mart. Ex. Tul.) Benth.	K,L,M,N,O,P,Q
	<i>Sclerolobium paniculatum</i> var. <i>rubiginosum</i> (Mart. Ex. Tul.) Benth.	C
	<i>Sthryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	G
	<i>Sthryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	K,L,Q,T
	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	A,D,E,G,I,L,O,R
Guttiferae	<i>Kielmeyera coriacea</i> (Spring.) Mart.	C,E,F,I,N,R,S
Hipocrateaceae	<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers) A.C. Sm.	B
	<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	H
Icacinaeae	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	C

	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	L,M,N,O,P,S,T
Lauraceae	<i>Mezilaurus crassiramea</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	C,H,K,L,M,N,P
	<i>Ocotea</i> sp.	M,O,P
Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.-Hil.	N,B
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	A,E,F,G,I,J,K,L,Q,R,T
	<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	B,E,R
Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i> A. Juss.	L
	<i>Byrsonima cocolobifolia</i> Kunth	E,I
	<i>Byrsonima crassa</i> Nied.	A,E,F,G,I,J,L,T
	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	C,H,N,O,P,S,T
Melastomataceae	<i>Miconia ferruginata</i> DC.	G,O
	<i>Mouriri pusa</i> Gardner	C,L,Q,T
Monimicaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	H,N,O
Moraceae	<i>Ficus dendrocida</i> Kunth	B
Myrtaceae	<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	P
	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	E
	<i>Eugenia</i> sp.	Q
	<i>Gomidesia sellowiana</i> O. Berg	M
	<i>Eugenia</i> sp.2	B
	<i>Myrcea</i> sp.	M
	<i>Myrcea</i> sp.2	E
	<i>Myrcia velutina</i> O. Berg	C,H,N,S
	não identificada	C
	<i>Psidium myrsinoides</i> O. Berg	Q
	<i>Psidium</i> sp.	B,O
	<i>Psidium</i> sp. 2	D
	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	C,H,M,O
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell.	G
	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	F,Q
Ochnaceae	<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Baill	Q,B
	<i>Ouratea spectabelis</i> Engl.	N,Q,T
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers.	J
Palmae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	A,I
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	F,J,M,N,O
Proteaceae	<i>Euplassa inaequalis</i> (Pohl) Engl.	A,L,N,Q
	<i>Roupala montana</i> Aubl.	G,J,L,N,O,Q,T
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (L. L. Rich.) A. C. Rich.	O,B
	<i>Alibertia sessilis</i> (Vell.) K. Schum.	O,P
	<i>Coussaria hydrangeifolia</i> (Benth.) Mull.Arg.	B,C,P
	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. Et Schltr.	D,F
	<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	A,C,N
	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	E,H,S
Rutaceae	<i>Zanthoxylum chiloperone</i> Mart. ex Engl.	R
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	M,N,O
	<i>Magonia pubescens</i> A. St. Hil.	A,D,E,F,G,I,J,R,S,T

Sapotaceae	<i>Micropholis velunosa</i> (Mart & Eichler) Pierre	B
	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	G,Q,R
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A. St. Hil.	A,H
Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	N,Q,T
Tiliaceae	<i>Luehea speciosa</i> Mart. & Zucc.	A,B,D,E,F,I,J,M
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	P
Vochysiaceae	<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	D,F,I,J
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	A,H,K,L,M,N,O,P,Q,R,T
	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	A,H,K,L,N,O,Q,S,T
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	A,C,E,F,G,I,J,K,L,N,P,Q,R,S,T
	<i>Salvertia convallariodora</i> A. St.-Hil.	L,P,R
	<i>Vochysia haenkeana</i> (Spreng.) Mart.	P

As famílias mais ricas em espécies juntas somam 59% do total de espécies. As outras famílias correspondem a 41% do número total de espécies (Figura 3).

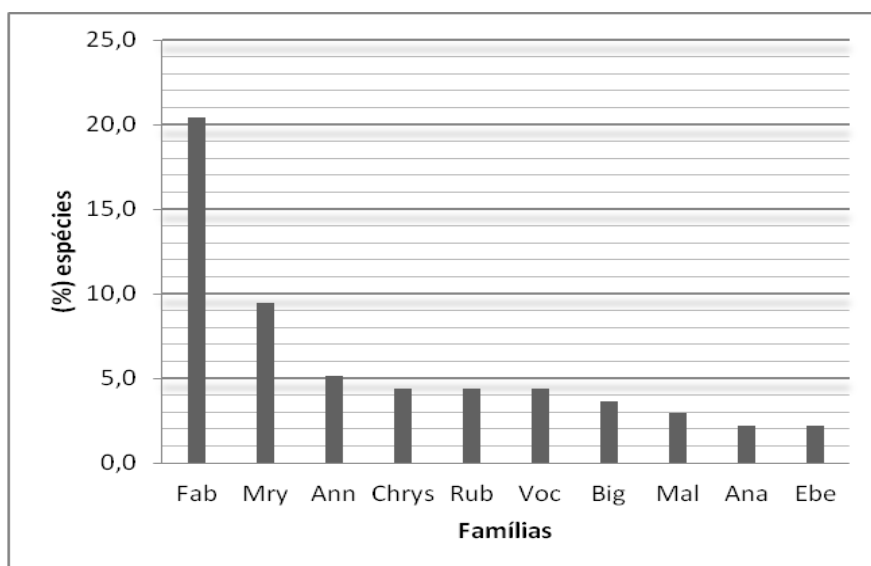


Figura 3 – Famílias mais ricas em espécies. Fab =Fabaceae, Mry = Myrtaceae , Ann = Annonaceae , Chrys = Chrysobalanaceae , Rub = Rubiaceae , Voc = Vochysiaceae, Big = Bignoniaceae , Mal = Malpighiaceae, Ana = Anacardiaceae, Ebe = Ebenaceae.

Os resultados da fitossociologia revelaram que a área ainda possui riqueza florística, indicadas pelas 137 espécies encontradas e destacando as dez espécies com maiores índice de valores de importância (IVI) por fitofisionomia (Tabela 7). Valores similares foram encontrados por Carneiro et al (2011) para Rio Verde (GO) e por

Cabacinha et al (2008) para a região das Nascentes do rio Araguaia, esta ao sul da bacia do rio do Peixe.

Tabela 7 – As dez espécies com maior valor de importância por fitofisionomia encontrada na bacia do Rio dos Peixes.

Fitofisionomia	Nome Científico	N	AB	DA	DR	FR	DoR	IVI (%)
Cerradão	<i>Sclerolobium paniculatum</i> (Mart. Ex. Tul.) Benth.	64	1,622	0,033	17,78	6,28	19,87	14,64
	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	30	1,925	0,015	8,33	5,02	23,58	12,31
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	13	0,595	0,007	3,61	3,35	7,3	4,75
	<i>Simarouba versicolor</i> A. St. Hil.	11	0,317	0,006	3,06	3,77	3,89	3,57
	<i>Mezilaurus crassiramea</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	11	0,276	0,006	3,06	3,77	3,39	3,40
	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	8	0,403	0,004	2,22	2,51	4,94	3,22
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	11	0,178	0,006	3,06	3,35	2,18	2,86
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	13	0,065	0,007	3,61	3,35	0,79	2,58
	<i>Myrcia velutina</i> O. Berg	11	0,122	0,006	3,06	2,93	1,5	2,49
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	5	0,318	0,003	1,39	1,67	3,9	2,32
Cerrado Típico	<i>Curatela americana</i> L.	38	0,349	0,088	12,71	6,09	13,04	10,61
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	29	0,293	0,067	9,7	6,6	10,97	9,09
	<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Succ.	27	0,287	0,063	9,03	5,58	10,72	8,45
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	27	0,165	0,063	9,03	6,6	6,18	7,27
	<i>Magonia pubescens</i> A. St. Hil.	12	0,122	0,028	4,01	4,06	4,55	4,21
	<i>Byrsonima crassa</i> Nied.	14	0,065	0,032	4,68	4,06	2,45	3,73
	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	11	0,043	0,026	3,68	4,57	1,59	3,28
	<i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil.	8	0,072	0,019	2,68	4,06	2,7	3,15
	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	8	0,099	0,019	2,68	3,05	3,71	3,14
	<i>Sclerolobium paniculatum</i> (Mart. Ex. Tul.) Benth.	12	0,048	0,028	4,01	3,55	1,79	3,12
Cerrado Denso	<i>Curatela americana</i> L.	32	0,332	0,002	6,67	4,23	5,56	5,48
	<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Succ.	33	0,297	0,002	6,87	3,93	4,98	5,26
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	27	0,241	0,002	5,62	3,32	4,05	4,33
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	21	0,099	0,001	4,37	3,63	1,67	3,22
	<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	11	0,263	0,001	2,29	2,72	4,42	3,14
	<i>Astronium faxinifolium</i> Schott & Spreng.	18	0,133	0,001	3,75	3,02	2,24	3,00
	<i>Magonia pubescens</i> A. St. Hil.	15	0,179	0,001	3,12	2,72	3,01	2,95
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	12	0,196	0,001	2,5	3,02	3,29	2,94
	<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	13	0,146	0,001	2,71	2,72	2,45	2,63
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	6	0,31	0	1,25	1,21	5,19	2,55
Mata Ciliar	<i>Hymenaea courbaril</i> Hayne	5	0,412	198,941	8,33	5,77	34,08	16,06
	<i>Coussaria hydrangeifolia</i> (Benth.) Mull.Arg.	12	0,066	477,458	20	17,31	5,48	14,26
	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	7	0,126	278,517	11,67	11,54	10,41	11,20
	<i>Inga vera</i> Willd. Subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D. Penn.	7	0,076	278,517	11,67	13,46	6,27	10,47

<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers) A.C. Sm.	7	0,057	278,517	11,67	11,54	4,74	9,32
<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook. f.) Prance	5	0,023	198,941	8,33	7,69	1,94	5,99
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	2	0,119	79,576	3,33	3,85	9,85	5,68
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	2	0,094	79,576	3,33	3,85	7,79	4,99
<i>Micropholis velunosa</i> (Mart & Eichler) Pierre	3	0,026	119,365	5	5,77	2,11	4,29
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (mart. ex DC.) Standl.	1	0,075	39,788	1,67	1,92	6,2	3,26

N = número de indivíduos, AB = Área Basal, DA = Densidade Absoluta, DR = Densidade Relativa, FR = Frequência, DoR = Dominância Relativa e IVI = Índice de Valor de Importância.

Em relação às principais características ecológicas das espécies que apresentam o maior IVI para cada fitofisionomia, Lorenzi (2002b) destaca que *S. paniculatum* é uma espécie pioneira, seletiva xerófita e exclusiva de cerradões e matas semidecíduas de regiões altas do Brasil Central e região Amazônica, apresentando valor comercial baixo para a madeira (carvão e carpintaria de obras externas). Em relação à *C. americana*, que apresentou o maior IVI tanto em cerrado típico como em cerrado denso, Lorenzi (2002a) destaca que se trata de uma espécie que ocorre em áreas de Cerrado, característica de terrenos secos (seletiva xerófita), apresentado dispersão descontínua, onde ocorrem grandes populações em determinadas áreas, faltando completamente em outras. Em áreas de mata ciliar, o maior IVI é da *H. courbaril*, que Lorenzi (2002a) destaca que é uma planta característica da floresta latifoliada semidecídua, sendo pouco exigente em fertilidade e umidade do solo. O valor comercial de sua madeira destaca-se por ser empregada na construção civil.

Portanto, as espécies que apresentam maior IVI destacam-se por serem nativas e comuns àquelas fitofisionomias amostradas, ora por serem resistentes a perturbações como as pioneiras, ora pela facilidade de dispersão em sua fitofisionomia de origem.

4. CONCLUSÕES

Em síntese, a degradação dos remanescentes está relacionada ao desmatamento e à conversão, sobretudo pecuária sobre os remanescentes de Cerrado, o que está afetando a maioria dos fragmentos.

A análise do uso do solo da área indica elevada conversão da vegetação original em usos antrópicos, sobretudo pastagem. Os remanescentes cobrem atualmente 40% da paisagem e a Mata Ciliar tornou-se o remanescente predominante entre 1996 e 2009,

sendo que antes eram o Cerrado Denso e o Ralo. O Cerrado Denso sofreu maior desmatamento que o Cerrado Ralo, embora no final (1996-2009) este tenha sofrido mais e aquele até tenha aumentado um pouco.

A análise da fragmentação indicou que em 1975 a área era mais homogênea e conservada (94%), como esperado, com poucos, mas grandes fragmentos (271), mas a partir de 1985, a área passa a ser marcada por expressivo aumento da pastagem, acumulando ~300% no período, coincidindo com o aumento do número de fragmentos (mais de 1000 ou 80% no mesmo período). Em 1996 um avanço significativo da agricultura já cobre 25% da área e incorre em nova fragmentação, praticamente dobrando o número de fragmentos (2.078) que diminuem sua área. Desse ano em diante, até 2009, novo desmatamento, acompanhado de drástica redução (relativa) da agricultura (230%) e um novo e notável aumento da pastagem (150%).

As Áreas Centrais (TCA) dos fragmentos reduziram 67% no período, mas a coesão indica média de 98% de conectividade entre as classes, A florística indicou riqueza de espécies, o que pode garantir propágulos para a manutenção da diversidade de espécies na região, ainda que tenha indicado variação entre os sites estudados.

O uso integrado de geotecnologias (Sensoriamento Remoto e SIG) para mapeamento e quantificação da estrutura da paisagem através de métricas da paisagem com uso do FRAGSTATS produziram indicadores geoespaciais e alfanuméricos eficientes para melhor compreensão do processo de fragmentação na série histórica adotada.

5. REFERÊNCIAS

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG). Na update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society. 141:399-436, (2003).

ASSUNÇÃO, S.L; FELFILI, J.M;. Fitossociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF, Brasil. Acta Botânica Brasilica. 18(4): 903-909, 2004.

BATALHA, M. A. Caracterização estrutural da comunidade vegetal no trecho Coxim-Mineiros (Projeto Corredor Cerrado Pantanal) e sua associação a descritores remotos. 2001. 85p. (Relatório Técnico).

BORLAUG, N.E. Feeding a World of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed). Global Warming and other eco-myths. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA. pp. 29-60. 2002

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Publicado no Diário Oficial da União de 16.9.1965. Acessado em novembro de 2008: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm

CABACINHA, C. D. Caracterização Estrutural e Física de Fragmentos de Mata de Galeria na Alta Bacia do Rio Araguaia. 2008. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M. & GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. INPE, Computers & Graphics, 20, 1996,p: 395-403.

CARVALHO, F.M.V., DE MARCO, P., FERREIRA JUNIOR, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of Central Brazil. *Biological Conservation*, 2009 142: 1392-1403.

CASTELANI, C.S. & G.T. BATISTA. 2007. Análise do tamanho e distância entre fragmentos florestais na bacia hidrográfica do Rio Una. Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico. Taubaté, 2007, p.75-81.

CIENTEC. Mata Nativa 2.08. Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas. Viçosa: CIENTEC. 2007.(Programa)

CULLEN, L.; ABREU, K.C.; SANA, D. & A.F.D. NAVA. As onças-pintadas como detetives da paisagem no corredor do Alto Paraná, Brasil. *Natureza & Conservação*, vol.3 (1): 43-58.2005.

CUNHA, H.L.da; FERREIRA, A.A. & BRANDÃO, D. Composição e fragmentação do Cerrado em Goiás usando Sistema de Informação Geográfica (SIG). Goiânia-GO, Boletim Goiano de Geografia (IESA), v.27, n.2: 139-152.2007.

EITEN, G. Delimitação do conceito de Cerrado. Arquivos do Jardim Botânico, Rio de Janeiro 21: 125-134. 1977.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagens de satélite LANDSAT TM+, agosto, 2003.

KÖEPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México, Fondo de Cultura Econômica. 479p. 1948

LEVINS, R.. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15:237–240. 1969.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: SP, v.1, 4ª Ed., 2002

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: SP, v.2, 2ª Ed., 2002

MARTINS, F. R. Estrutura de uma floresta mesófila. Campinas: Unicamp, 1991. 246 p.

McGARIGAL, K. & MARKS, B.J. Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland, OR USA, U.S. Forest Service General Technical Report PNW: 351p. 1995.

METZGER, J.P. O que é Ecologia de Paisagens? Biota Neotropica: v1 (n.1). P 21-29. 2001. Acessado em 28/10/2008: www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?thematic-review+BN007011

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: Willey, 574p.1974.

NEOTROPICA TECNOLOGIA AMBIENTAL, EIBH, Estudo Integrado de Bacia Hidrográfica para Avaliação do Aproveitamento Hidrelétrico no Estado de Goiás. EIBH – Bacia do Rio do Peixe, Goiânia, 2010.

ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

OGLIARI, P.J, PACHECO, J.A; Análise Estatística usando o STATÍSTICAR . Departamento de Informática e Estatística. Universidade Federal de Santa Catarina. Vol 6. 2004. Disponível em: <www.inf.ufsc.br/~ogliari>. Acesso em: 20 out. 2008.

PIELOU, E. C. Ecological diversity. New York: John Wiley & Sons, 165p. 1975.

PRIMACK R.B, RODRIGUES E. Biologia da Conservação. Editora Vozes. Londrina. 2001. 328 p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B., T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. IN: Sano, S.M; Almeida, S.P. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA - CPAC. 1998 2, 88-166

SANTOS L.O. Mapas de uso da terra do Município de Rio Verde Anos de 1975 e 2005. Elaborados em junho de 2006.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. The mathematical theory of communication Urbana, University of Illinois. 1949. 117p.

SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e estrutura diamétrica da mata de galeria do Taquara, na reserva Ecológica do IBGE, DF. Revista *Árvore*, Viçosa. ano/vol.28.n.003.p419-428.2004

VAN DER PIJL, L. Principles of dispersal in higher plants. Springer Verlag, New York 3rd ed. 1982. 402p.

VOLOTÃO, C.F. de SÁ. Trabalho de análise espacial: Métricas do Fragstats. São José dos Campos – SP, INPE: 45p. 1998.

Zar, J.H., 1996. Biostatistical analysis, 4th edn. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

2º Artigo da Tese - ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE SOLO, USO DO SOLO E REMANESCENTES DA COBERTURA VEGETAL NA BACIA DO RIO DOS PEIXES – ESTADO DE GOIÁS.

Gabriel Tenaglia Carneiro – Doutorando em Ciências Ambientais - CIAMB – Universidade Federal de Goiás – Goiânia – Goiás – gabrieltenaglia@hotmail.com
Selma Simões de Castro – Professora Titular dos Programas de Pós-Graduação em Geografia e Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás – Campus Samambaia – selma@iesa.ufg.br
Francisco Leonardo Tejerina Garro – Professor do Centro de Biologia Aquática – Pontifícia Universidade Católica de Goiás – Goiânia - Goiás- garro@pucgoias.edu.br

Resumo

Desde a década de 1930, com a Marcha para o Oeste, e de 1950 com o Plano de Metas, o Bioma Cerrado vem sofrendo expansão agropecuária, a qual foi muito intensificada na década de 1970 com os Programas do II Plano Nacional de Desenvolvimento, sobretudo o Polocentro- Programa de Desenvolvimento do Cerrado. As fitofisionomias originais do Cerrado foram convertidas a lavouras, sobretudo de grãos, e principalmente a pecuária extensiva, restando como fragmentos remanescentes. A bacia do rio dos Peixes, integrante da alta bacia do rio Araguaia, sofreu esse processo, mas ainda apresenta grandes manchas contínuas de remanescentes, contrariamente às bacias vizinhas do lado goiano, cuja causa ainda não é bem esclarecida. O objetivo deste artigo é avaliar a relação entre os tipos de solos e seus usos para compreender seu papel na distribuição dos remanescentes nessa bacia. O trabalho utiliza geotecnologias e estatística, sobretudo a análise dos componentes principais (PCA). Os resultados revelaram predominância de Argissolos na área e o seu uso com Pastagens, interpretada como resultante da aptidão agrícola regular em que 98% das áreas possui discrepância de uso baixa ou nula. A Análise dos Componentes Principais mostrou que a relação entre a Pastagem e o Argissolo Amarelo distrófico foi de 80% no fator 1 e da Mata Ciliar com Argissolo Vermelho Amarelo distrófico com 50% no fator 2. Mostraram ainda que os remanescentes estão localizados, sobretudo, em áreas de relevos aplainados de moderada a alta declividade, topos de morros e fundos de vales. Concluiu-se que o tipo de solo foi determinante na expansão agrícola e na distribuição dos remanescentes.

Palavras-Chaves: Cerrado, Fragmentação, Remanescentes, Argissolos, Aptidão agrícola das Terras, Análise dos Componentes Principais,

Abstract

Since 1930s, with the March to the West, and in 1950 with the Target Plan, the Cerrado has been suffering from agricultural expansion, which was much intensified in the 1970s with the Programs II National Development Plan, particularly Polocentro a program for Development of the Cerrado. The Cerrado's original vegetation types were converted to crops, especially grain, and particularly extensive cattle, leaving as remnants. The Fish River Basin, part of the upper basin of the Araguaia River, underwent this process, but still has large patches of remaining continuous, unlike the neighboring basins in the side of Goiás, and the cause was not yet well understood. The aim of this paper is to evaluate the relation between soil types and their uses to understand their role in the distribution of remaining in this basin. The work uses statistical and geotechnology, especially principal component analysis (PCA). The results revealed predominance of Ultisols in the area with its use pastures, interpreted as resulting from regular agricultural suitability in which 98% of the area has low discrepancy of use or null. The Principal Component Analysis showed that the relationship between grassland and dystrophic Ultisol was 80% in factor 1 and Riparian Forest with Alfissol dystrophic with 50% in factor 2. Also showed that the remnants are located mainly in areas of flattened relief of moderate to steep slopes, hilltops and valley bottoms. It was concluded that the soil type was instrumental in the expansion and distribution of agricultural remaining.

Key Words: Cerrado, Fragmentation, Remnants, Ultisols, Fitness Agricultural Lands, Principal Component Analysis.

1. Introdução

No século passado, o Cerrado foi drasticamente reduzido a cerca de metade de sua área original (~200 Mha), devido expansão agropecuária, sobretudo em sua porção Centro-Sul (SANO et al., 2008), onde se situa a presente área de estudo. Embora a expansão tenha se iniciado na década de 1930, ela se intensificou notavelmente na década de 1970, em consequência de políticas públicas federais, que induziram sua integração ao sistema produtivo nacional, como o POLOCENTRO - Programa de Desenvolvimento do Cerrado (GOMES e TEIXEIRA NETO, 1993). Tal processo adotou modelo agroexportador baseado em *commodities* agrícolas como a soja, associado à chamada *Revolução Verde*, momento histórico esse conhecido como de expansão da fronteira agrícola (MIZIARA, 2005), e relacionado a uma modernização conservadora (BIZARRO MENDES et al, 2009). Tal modelo induziu forte desmatamento e fragmentação crescente das fitofisionomias do Cerrado gerando remanescentes cada vez menores e progressivamente mais isolados (CARVALHO et al, 2009).

O termo Cerrado designa um conjunto de vários tipos de vegetação, agrupados em Matas, Cerrados e Campos (EITEN, 1977; RIBEIRO et al., 1981). Tais diferenças fitofisionômicas estão relacionadas à natureza do terreno, especialmente aos declives e à natureza dos solos (WARMING 1973), o que já havia sido constatado por Waibel (1948) em suas observações feitas ao chamado Mato Grosso de Goiás (FAISSOL, 1958). Coutinho (1992) e Eiten, (1993) corroboram essa ideia ao afirmarem que a distribuição florística é condicionada, além do clima, pela constituição química e física do solo, pela disponibilidade de nutrientes, pela topografia, latitude, frequência de queimadas, profundidade do lençol freático, o pastejo e outras formas de interferência antrópica. Faria (2006) e Faria & Castro (2007) também corroboraram esse pensamento para a alta bacia do rio Araguaia, justamente inserida na porção centro-sul do Cerrado, a mais convertida à agricultura intensiva e pecuária extensiva, como exposta.

O processo de expansão da fronteira agrícola se deu inicialmente sobre os melhores solos, os Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, normalmente distróficos, dominantes no Cerrado, cujas respectivas fitofisionomias, em geral, eram as mais densas (florestais ou savânicas arbóreas), situados em posição topográfica

frequentemente de topos suavizados e amplos (GOEDERT, 1986; entre outros), como nas Chapadas, aplainados, com até 8% de declive, apresentando de moderada a elevada aptidão agrícola, além de facilidade de manejo (EMBRAPA, 1983), apesar das restrições em termos de fertilidade (elevada acidez, pobreza em nutrientes, excesso de alumínio), todavia atributos facilmente corrigíveis. Seguem-se os Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho, que ocupam a porção média a inferior das encostas, frequentemente côncavas, em relevo ondulado variando de 8% a 20% de declive a forte-ondulado variando de 20% a 45% de declive (REATTO et al., 1998; EMBRAPA, 2006).

Segundo Faria & Castro, (2007), a alta bacia do rio Araguaia pode ser subdividida em cinco regiões ou bacias hidrográficas, dentre as quais se encontra a bacia do rio dos Peixes. Esta, mesmo contendo o município de Piranhas (GO), em grande parte nela situado, o qual foi alvo investimentos agrícolas do Polocentro, e solos de regular a elevada aptidão agrícola, suas áreas agrícolas são muito restritas e predomina até hoje a pecuária extensiva. Segundo as mesmas autoras algumas dessas bacias, como a do rio dos Peixes, ainda apresentam em manchas grandes e mais contínuas da cobertura original, indicando menor taxa de conversão agrícola e de fragmentação. Inicialmente esse fato parece estar relacionado, ao menos em parte, ao avanço de leste para oeste da fronteira agrícola no Bioma, já que a bacia do rio dos Peixes se localiza na porção mais centro-sul da alta bacia do rio Araguaia, por sua vez centro sul do Cerrado, sua porção mais convertida à agropecuária, com o que concordam Castro, (2005) e Barbalho, (2012), entre outros,

A bacia do rio dos Peixes, quanto à topografia e solos relacionados, apresenta uma paisagem em que predominam as Superfícies Regionais de Aplainamento e os Argissolos, ocupados com pecuária bovina extensiva, o que se relacionaria à menor aptidão agrícola de suas terras e participação significativa da ocorrência de áreas protegidas por lei, como as Matas Ciliares, remanescentes predominantes na área (CARNEIRO et al, 2012). Portanto, outra explicação possível para a configuração de sua paisagem, ou parte importante dela, pode estar no fator relevo e solo associado. Some-se a isso que, quanto aos seus remanescentes, suas métricas ecológicas da paisagem revelaram bons indicadores para fins de conservação da biodiversidade (CARNEIRO et al, 2012).

Assim, o objetivo deste artigo é avaliar a relação entre os tipos de solos (considerando seus atributos quanto à aptidão agrícola), seus usos e a distribuição dos remanescentes de Cerrado na bacia do rio dos Peixes, com vistas a identificar e caracterizar os efeitos da expansão agropecuária sobre a cobertura vegetal.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

A bacia do rio dos Peixes está localizada na porção centro-sul da Alta Bacia do rio Araguaia, no estado de Goiás e drena uma área de 5.140 km² abrangendo os municípios de Doverlândia, Baliza e Caiapônia, no Estado de Goiás (EIBH, 2010). As nascentes da bacia do rio dos Peixes localizam-se na vertente norte da Serra do Caiapó, que também delimita suas porções a leste e a oeste. Trata-se de parte da região conhecida como Mato Grosso Goiano. (Figura 1).

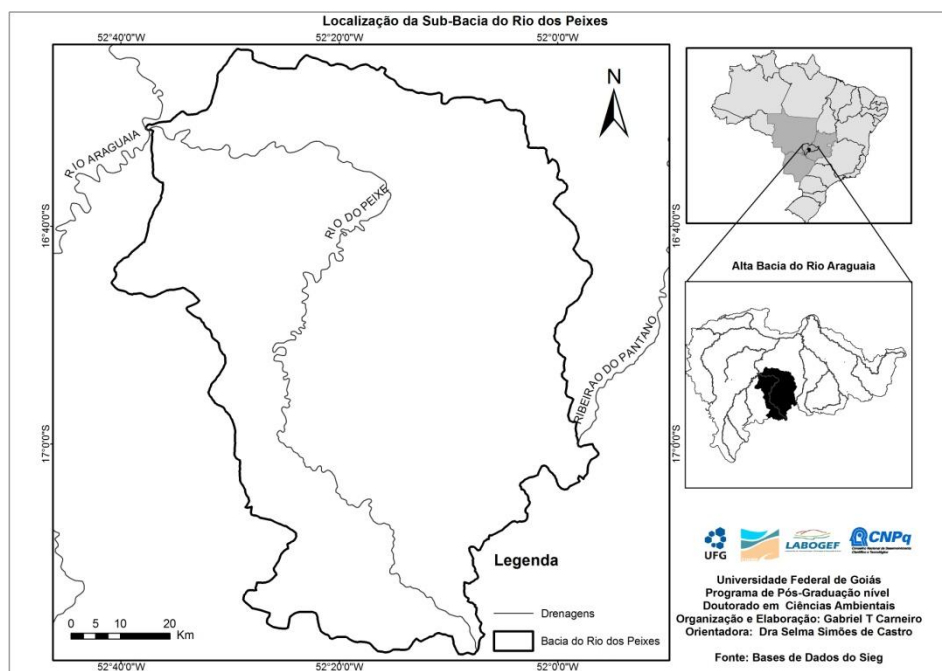


Figura 1 – Localização da bacia do rio dos Peixes da alta bacia do rio Araguaia, estado de Goiás. Elaboração: Carneiro, 2011. Fonte: SIEG, em 2011.

Conforme a classificação de Koeppen domina o tipo climático Awgi - Megatérmico subúmido com inverno seco e mês mais quente antecedente à estação chuvosa (EIBH, 2010).

Em termos geológicos, com base em Lacerda Filho (1999), domina a Formação Aquidauana (44,3%), constituída principalmente de arenitos avermelhados bastante frágeis e suscetíveis à erosão seguindo-se a Formação Ponta Grossa (33,5 %) composta por folhetos cinza a marrom - avermelhados intercalados de arenitos brancos a marrom ou esverdeados, finos a muito finos, micáceos e feldspáticos finamente estratificados, menos suscetíveis à erosão que os anteriores. E por fim, a Formação Furnas com participação bem menor, 16,6%, composta por dunitos, peritoditos, piroxênios, serpentinitos, gabros, sienogabros, nefelina sienitos, silixistos, carbonatitos, kimberlitos e laprófilos, moderadamente suscetíveis à erosão.

O relevo é dominado pela Superfície Regional de Aplainamento IIIC (Latrubesse e Carvalho, 2003), correspondente a 37% da área total da bacia e altitudes entre 550 e 750m, desenvolvida sobre formações da Bacia Sedimentar do Paraná, associada a morros e colinas (MC) com dissecação média. Segue-se a Superfície Regional de Aplainamento IIB (24%), mais elevada, com altitudes entre 800 e 1000m associada a relevos tabulares com dissecação fraca. Juntas somam mais de 60% do total da área. Segue-se a SRAIVC 1 (m) – Superfície Regional de Aplainamento IVC com 24% da área e altitudes mais baixas, entre 250 a 400m, dissecação média, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas. Ressalta-se também com 17% da área a SRAIIC (fr) – Superfície Regional de Aplainamento IIC mais elevadas, em formas bem residuais com altitudes entre 750 a 1000m, dissecação fraca e desenvolvida sobre rochas paleozoicas na bacia do Paraná.

Quanto aos solos, obtidos por compilação de mapas disponíveis, dominam amplamente os Argissolos, que cobrem 91% do total da área, distribuídos entre os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos (52,4%), seguidos dos Amarelos distróficos (31,7%) e dos Argissolos Vermelhos distróficos (6,9%). Os demais tipos de solos somam 9% da área total em que se destacam os Latossolos Vermelhos distróficos (7,1%), os Cambissolos Háplicos distróficos (1,3%) e os Neossolos Litólicos distróficos (0,4%).

Embora os solos ocorram predominantemente em relevo suave com altitudes entre 550 - 650 m e declividade entre 3 a 6%, ainda que possam atingir mais de 20%, como é típico do relevo dos Argissolos, considerados aptos à pastagem extensiva

(EMBRAPA, 2006)., como de fato ocorreu após o desmatamento da década de 1970, atividade que ainda domina amplamente a bacia até hoje, com 51% do total da área, seguida por Mata Ciliar (16%) e Cerrado Denso (11%).

Miziara e Ferreira (2006) afirmam que 95% das áreas agrícolas de Goiás estão localizadas em regiões planas. Nesse sentido, a bacia do rio dos Peixes não apresentaria restrição importante. Entretanto, outras restrições, comuns aos Argissolos, dominantes na bacia, poderiam justificar a opção generalizada por pastagem, como a moderada a elevada erodibilidade e a baixa fertilidade. Os Argissolos apresentam de moderado a elevado gradiente textural entre os horizontes superficiais (A, E), que tendem a arenosos, e o horizonte Bt que tendem a argilosos, o que implica em permeabilidade igualmente diferenciada em profundidade, maior no A e E do que no Bt, o que pode facilitar a instalação de processos erosivos, sobretudo em sulcos e ravinas, devido elevada erodibilidade dos horizontes superficiais, principalmente quando desprovidos de cobertura vegetal (SALOMÃO, 1999; EMBRAPA, 2006; RAMALHO & BEEK, 1995; CARNEIRO, 2012). Soma-se a isso que, de maneira geral, esses solos são distróficos na área de estudo, o que significa que são pouco férteis ainda que possam associar-se a diversas fitofisionomias do Cerrado, dependendo da sua posição topográfica e do material de origem, o que justifica as pequenas variações nas fitofisionomias encontradas na área.

Os Argissolos, apesar de dominantes, concentram-se principalmente na porção central da bacia (EIBH, 2010), Os Latossolos restringem-se ao norte da bacia. Os Cambissolos à porção leste, de relevo mais movimentado. Os Neossolos Litólicos à porção sul. Exceto os Latossolos, não suscetíveis à erosão, os Argissolos e todos os demais solos são considerados usualmente como suscetíveis e de elevado risco à erosão hídrica linear (sulcos, ravinas, voçorocas), principalmente quando mal manejados (SALOMÃO, 1999). Assim, fertilidade e erodibilidade tornaram-se fatores relevantes na definição de uso com pastagens e apenas uma pequena parte destinou-se à agricultura (grãos) e o restante compondo os remanescentes. A fragmentação das fitofisionomias da bacia, como é comum no centro sul do Cerrado, resultou em redução da área dos remanescentes. Estes somavam em 2009 pouco mais de 40% da área total, como se verá mais adiante (CARNEIRO, 2012), menos do que Faria (2006) havia encontrado em 2003 (46,5%), indicando que o desmatamento continua. Observa-se que, segundo o

estudo desta autora, as fitofisionomias predominantes na alta bacia do rio Araguaia eram o Cerradão e o Campo Sujo, que juntos correspondiam a mais da metade dos remanescentes na área, em que a bacia do rio dos Peixes participava com pouco menos de 11%, ficando com as bacias do lado mato-grossense a melhor posição, onde predominam remanescentes maiores e mais contínuos.

Chama a atenção o fato de o Cerradão localizar-se a leste da bacia onde convive com a agricultura, sobretudo com o cultivo de soja. Já o Campo Sujo, embora distribuído por toda a bacia, convive com os pastos e serve de corredor entre as fisionomias de Cerradão e Cerrado Denso (CARNEIRO et al 2012).

Conforme Faria (2006), em 2003 as atividades de pastagens se encontravam distribuídas por toda a bacia, até mesmo em áreas de fragilidade natural e as de agricultura tinham pouca expressão espacial, quadro esse que se mantém até 2009 (CARNEIRO et al, 2012), embora o desmatamento continue e consequentemente a fragmentação.

Em síntese, a relação entre os solos, o uso com pastagens e a fragmentação das coberturas originais contem a chave de explicação do fenômeno de ocupação das terras da bacia e a reconfiguração da sua paisagem, porém é necessário avaliar melhor essa relação, como proposto neste artigo.

2.2 Metodologia

Foram elaborados diversos mapas, os quais foram cruzados, gerando correlações espaciais e estatísticas, com vistas à quantificar as relações citadas. As informações obtidas foram convertidas em conjuntos de dados numéricos, os quais foram normalizados em uma base percentual para o cálculo de variáveis preditoras e dependentes.

O mapa de uso do solo foi elaborado a partir da interpretação de imagens digitais do satélite Landsat TM5+ com resolução espacial de 30 m (2009), resolução espectral de 0,45-0,90 μm , nos intervalos (azul - 0,45-0,52 μm , verde - 0,52-0,60, vermelho - 0,63-0,69 e IV próximo - 0,76-0,90), obtida no mês de agosto e adquirida para o ano de 2009, junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Procedeu-se ao

georreferenciamento, à composição nas bandas 5/4/3 – RGB, à elaboração do mosaico e ao recorte da imagem no limite da bacia do rio dos Peixes, realizando-se a segmentação no programa de Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), sendo adotados os limiares de similaridade e de área o valor de 10. Trata-se, portanto, de um estudo em escala de semi-detálhe (1:100.000).

Os mapas de solos, na mesma escala, foi compilado do EIBH (2010) e adaptado do RADAMBRASIL (NOVAES et al., 1983), tratado no software ArcGis, através da sobreposição de overlays utilizando a ferramenta *Intersect* que gerou uma tabela que permitiu tratamento estatístico.

O mapa de aptidão agrícola das terras baseou-se nas classes de aptidão conhecidas para os solos contidos no mapa de solos, tomando-se como base o sistema de avaliação da aptidão agrícola proposto por Ramalho Filho e Beek (1995) adaptado por Barbalho (2010).

O mapa de discrepância foi elaborado a partir do cruzamento do mapa de uso e aptidão agrícola, utilizando os respectivos critérios: Terras com BOA aptidão para lavouras no nível C, REGULAR no B e INAPTA no nível A; 2bc - Terras com aptidão REGULAR para as lavouras nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A; 3bc - Terras com aptidão RESTRITA para lavouras nos níveis de manejo B e C e Inapta no nível A e 6 - Terras sem Aptidão ou uso agrícola.

A relação entre o tipo de solo e o uso da terra, bem como entre os remanescentes e os declives, foi avaliada por correlação espacial simples utilizando-se o *intersect* do ArcGis, seguida da análise dos componentes principais (ACP), um método estatístico que tem por finalidade básica a análise dos dados visando sua redução, eliminação de sobreposições e a escolha das formas mais representativas a partir de combinações lineares das variáveis originais. É considerado um método estatístico de múltiplas variáveis, porém mais simples e de transformação linear ótima (VASCONCELOS, 2008). Para tanto, foi elaborada uma matriz de dados considerando a área medida em ha de cada tipo de uso da terra (variáveis), considerado por tipo de solo. Essa matriz foi submetida a uma ACP utilizando o método da covariância do programa Statistic (StatSoft Inc.,2008), método recomendado quando as variáveis são medidas na mesma

unidade (DOLÉDEC e CHESSEL 1991), como é o caso deste estudo. Posteriormente, esses dados foram correlacionados aos remanescentes e extraída sua relação com os solos e usos.

3. Resultados e Discussão

3.1 Uso do Solo e sua relação com as Classes de Solos, a Aptidão agrícola e a Discrepância de Uso.

A figura 2 mostra os solos, o uso da terra, a aptidão agrícola e a discrepância de usos. Ao se analisar a distribuição dos solos, dos usos dos solos, da aptidão agrícola e da discrepância entre o uso e sua aptidão na bacia do rio dos Peixes (Figura 2), pode se constatar a predominância dos Argissolos como já exposto, além do domínio da Pastagem com 51% da área, seguida por Mata Ciliar com 16% e Cerrado Denso com 11%, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Porcentagem da área total ocupada por cada tipo de uso.

Usos	Área km ²	(%)	Área de Ocorrência Dominante
Agricultura	380,59	7,4	Centro - Norte
Pastagem	2659,52	51,9	Toda a Bacia
Água	3,87	0,1	Toda a Bacia
Cerrado Denso	596,19	11,6	Sul
Cerrado Ralo	574,68	11,2	Norte
Cerrado Rupestre	61,62	1,2	Sudeste
Mata Ciliar	845,47	16,5	Toda a Bacia
Área Urbana	3,33	0,1	Centro - Norte

Note-se ainda na tabela 1 que as fitofisionomias denominadas de Cerrado, juntas somam 24% da área, porém metade desse valor (12,4%) corresponde a Cerrado Ralo e Rupestre, que denunciam solos com fortes restrições ao uso, devido acidez elevada ou profundidade efetiva pequena, respectivamente.

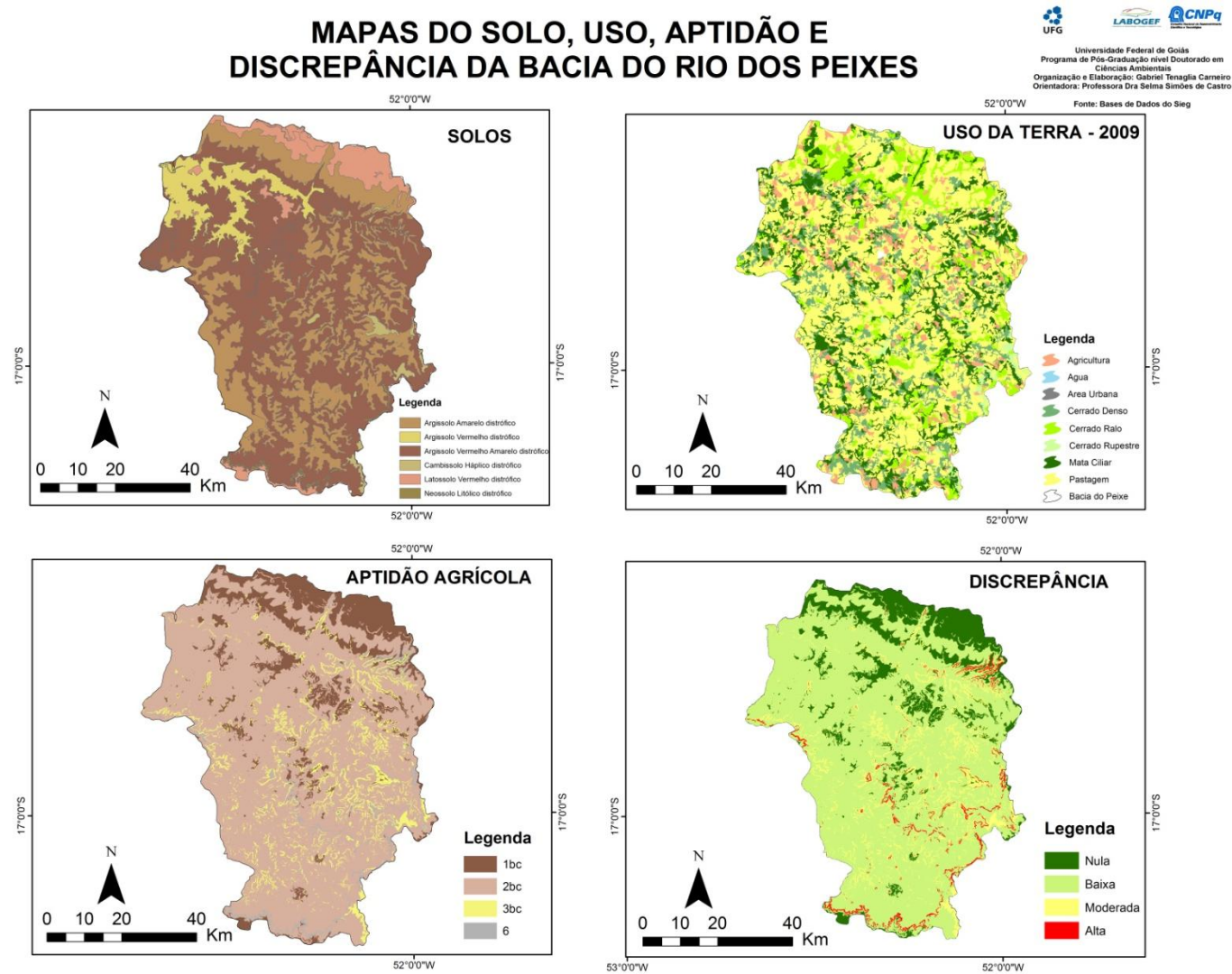


Figura 2 – Solos, Uso da Terra (2009), Aptidão Agrícola e a Discrepância da Bacia do Rio dos Peixes.

A Tabela 2 apresenta a distribuição dos solos na área de estudo, até o 3º Nível Categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos/SiBCS (EMBRAPA, 2006), contempla o atributo de fertilidade, em que se pode constatar que os Argissolos Vermelho – Amarelos distróficos (PVAd), além de dominarem em área com 52,4% do total, ocorrem por toda a bacia associados a relevos suaves - ondulados, cobertos por pastagem e também pequenos áreas cultivadas. A mesma tabela mostra que os remanescentes são principalmente as Matas Ciliares e que o mesmo acontece para os demais Argissolos Vermelhos distróficos (PVd), o que significa que esses solos foram amplamente convertidos em pastagens, na escala adotada, sendo áreas protegidas por lei. Os demais remanescentes relacionados aos Latossolos Vermelhos distróficos (LVd), aos Cambissolos Háplicos (CXd) e aos Neossolos Litólicos distróficos (RLd), que somam cerca de 8% da área, correspondem ao Cerrado Rupestre, Ralo e Denso. Exceto o LVd, os demais solos ocorrem em terrenos ondulados a forte ondulados conforme Santos et al, (2005).

No caso Cerrado Ralo sobre o LVd a explicação pode estar no excesso de alumínio ou no fato dessa cobertura corresponder a um Cerrado Denso que foi degradado, visto que conforme Carneiro et al (2012) as espécies *Sclerolobium paniculatum* (Mart. Ex. Tul.) Benth; *Qualea grandiflora* Mart; *Terminalia argentea* Mart. & Succ; *Curatela americana* L e *Qualea parviflora* Mart, possuem copas mais densas e podem ser um indicativo de que o Cerrado Ralo de hoje pode ter sido um Cerrado Denso no passado como também constataram Barbalho (2010) e Faria (2011) para a bacia do rio Claro.

Tabela 2 - Área por tipo de solo na bacia do rio dos Peixes, com o remanescente dominante em cada tipo de Solo (modificado de EIBH, 2010 e adaptado de Carneiro et al.,2012).

Tipos de Solos	Área km ²	(%)	Distribuição Dominante	Remanescente Dominante
PAd	1.629,88	31,7	Toda a Bacia	Mata Ciliar
PVd	354,91	6,9	Nordeste	Mata Ciliar
PVAd	2.695,63	52,4	Toda a Bacia	Mata Ciliar
CXd	71,28	1,3	Sul	Cerrado Rupestre
LVd	364,78	7,1	Norte	Cerrado Ralo
RLd	20,69	0,4	Sul	Cerrado Denso

PAd – Argissolo Amarelo distrófico; PVd – Argissolo Vermelho distrófico; PVAd – Argissolo Vermelho – Amarelo distrófico; CXd – Cambissolo Háptico distrófico; LVd – Latossolo Vermelho distrófico e RLd – Neossolo Litólico distrófico.

A tabela 3 permite compreender melhor as relações entre os tipos de solos, a aptidão, o uso e o grau de discrepância associados aos tipos dominantes de remanescentes.

Tabela 3 – Relação do Solo, Uso, Aptidão e Conflito (discrepância) na bacia do rio dos Peixes, com os remanescentes dominantes em cada tipo de solo.

SOLOS	ÁREA/OCUP	USO/PREDO	APTIDÃO	CONFLITO	REM.PREDO
PAd	NOROESTE	PAST	2bc	Baixa	MC
PVd	TODA A BACIA	PAST	2bc	Baixa	MC
PVAd	TODA A BACIA	PAST	2bc	Baixa	MC
CXd	SUL	PAST	3bc	Moderada	CRu
LVd	NORTE	PAST	1bc	Nula	CRA
RLd	SUL	PAST	6	Alta	CD

PAd – Argissolo Amarelo distrófico; PVd – Argissolo Vermelho distrófico; PVAd – Argissolo Vermelho – Amarelo distrófico; CXd – Cambissolo Háptico distrófico; LVd – Latossolo Vermelho distrófico e RLd – Neossolo Litólico distrófico. Terras com BOA aptidão para lavouras no nível C, REGULAR no B e INAPTA no nível A; 2bc - Terras com aptidão REGULAR para as lavouras nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A; 3bc - Terras com aptidão RESTRITA para lavouras nos níveis de manejo B e C e Inapta no nível A e 6 - Terras sem Aptidão ou uso agrícola. Área de Preservação Permanente - 80 metros. MC – Mata Ciliar; Cru-Cerrado Rupestre; CRA –Cerrado Ralo; CD- Cerrado Denso.

Quanto à aptidão agrícola das terras verifica-se o predomínio da classe 2 bc que representa 91% da área, associada aos diversos tipos de Argissolos que ocorrem por toda a área e correspondem às terras com aptidão regular para as lavouras de ciclo curto e, ou longo nos níveis de manejo B (bom), b(regular) e (b) (restrito) classes que significam aplicação de tecnologia média e aplicação média de capital, e C (bom), c (regular) e (c) restrito, classes que significam aplicação de capital e alta tecnologia. Segue-se pela classe 1 bc (regular) com 7,1% da área, correspondendo às terras com aptidão boa para lavouras e pastagem plantada, a qual se associa aos Latossolos restritos da porção norte da bacia. A classe 3 bc (regular) representa apenas 1,4% da área, correspondendo às terras com aptidão restrita para lavouras e pastagens plantada e está associadas aos Cambissolos, na porção leste da bacia. A classe 6 com 0,4% da área são inaptas para a agropecuária e está sobre os Neossolos Litólicos situados, sobretudo, na porção sul da bacia.

Quanto ao uso, chama atenção o fato de não se constatar discrepância entre a aptidão e o uso do solo, o que remete à erodibilidade e sobretudo ao manejo, a explicação para a degradação e conservação desses solos.

A Tabela 4 apresenta a distribuição dos remanescentes em relação aos solos (CARNEIRO et al, 2012) onde são encontrados. Devido à predominância dos Argissolos na bacia, era esperado que os remanescentes estivessem aí concentrados, porém surpreende o fato de 80% estarem sobre os Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico e Amarelo distrófico, em topos de morros e fundos de vale, considerados Áreas de Preservação Permanente (APP). Tais constatações corroboram o observado por Carvalho et al (2009) para o estado de Goiás.

Tabela 4 – Relação entre solos e porcentagem uso da terra e remanescentes na bacia do rio dos Peixes.

SOLOS	MC	CD	CR	CRu	Total de REM.	Past	Agri
PAd	4,29	3,21	3,48	0,29	11,27	18,04	2,42
PVd	1,02	0,6	0,5	0	2,12	3,11	0,64
PVAd	7,67	5,87	4,67	0,32	18,53	26,81	5,14
CXd	0,63	0,37	0,18	0,16	1,34	1,16	0,16
LVd	0,85	0,81	1,03	0,02	2,71	4,59	0,79
NLd	0,16	0,35	0,11	0,03	0,65	0,37	0,15
TOTAL	14,62	11,2	9,98	0,82	36,62	54,08	9,3

MC – Mata Ciliar; Cru- Cerrado Rupestre; CR –Cerrado Ralo; CD- Cerrado Denso, Past – Pastagem e Agri – Agricultura.

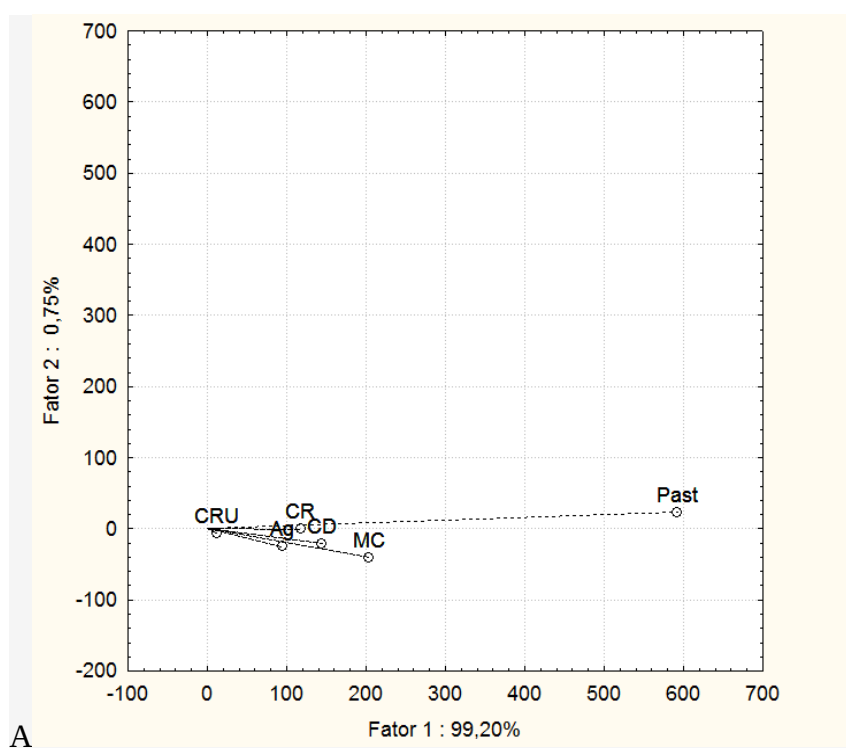
Esses dados revelam também que os Argissolos Amarelos e Vermelho-Amarelo apresentam maior ocorrência de fragmentos remanescentes compostos por quatro fitofisionomias, onde a menos relevante é a do Cerrado Rupestre, e também que representam as maiores porcentagens de uso, mas têm nas Matas Ciliares os principais remanescentes, embora não seja desprezível a participação do Cerrado Denso e do Ralo, o que leva a supor que se trataria provavelmente de Reservas Legais (RL) e APP de topo de Morros e fundo de vale, respectivamente.

Os demais solos também apresentam fragmentos dessas mesmas quatro fitofisionomias, no entanto, os valores são notavelmente menores, embora com pequeno

destaque para LVd e o PVd. Não são áreas com participação importante em termos do uso agropecuário, o que considerando a natureza dos solos (exceto os Latossolos) leva a supor que se trata de áreas de maiores declives, corroborando a análise relativa à aptidão agrícola, mas também podem corresponder a RL e APP de topo de morros, já que os valores de Matas Ciliares não são necessariamente mais expressivos e dominam nos fundos de vale.

3.1.1 A Análise dos Componentes Principais - ACP (PCA)

As análises do ACP evidenciaram a relação entre o uso e o tipo de solo considerando dois fatores que explicam 99,95% da variância total (Figura 3). No presente caso, apenas dois tipos de uso, Pastagem e Mata Ciliar (80 e 50% de contribuição no fator 1 e 2, respectivamente) revelaram relação com os tipos de solos Argissolo Vermelho Amarelo distróficos e Argissolos Amarelos distróficos; (50,4% e 62,1% de contribuição no fator 1 e 2, respectivamente; Figura 3; Tabela 5).



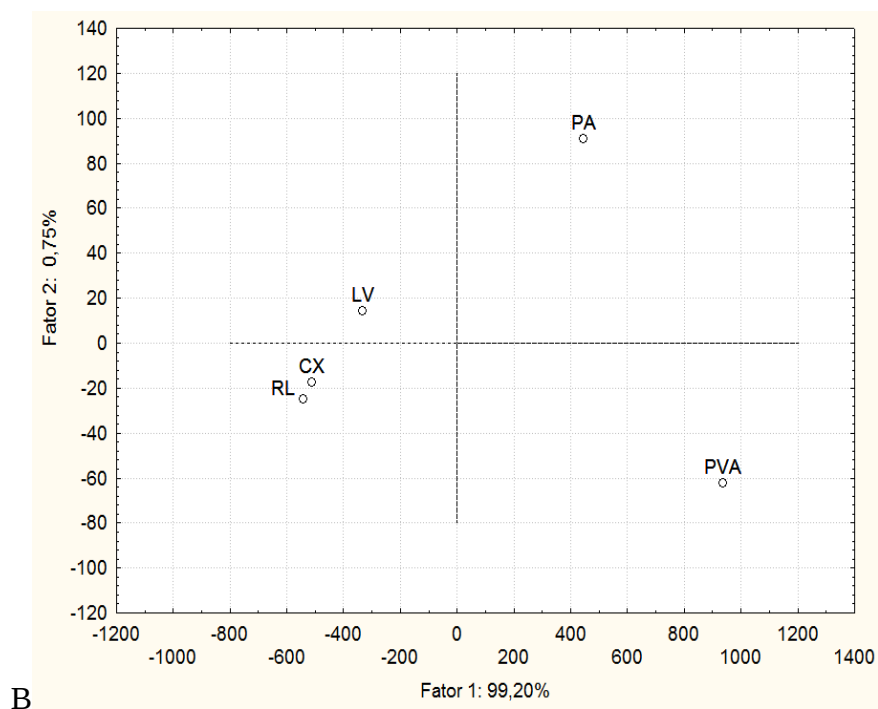


Figura 3 - Ordenação do uso da terra (A) e do tipo de solo (B) resultante da ACP. Ag - Agricultura, CD - Cerrado Denso, CR - Cerrado Ralo, CRU - Cerrado Rupestre, MC - Mata Ciliar, Past - Pastagem, PA - Argissolo Amarelo, PVA - Argissolo Vermelho-Amarelo.

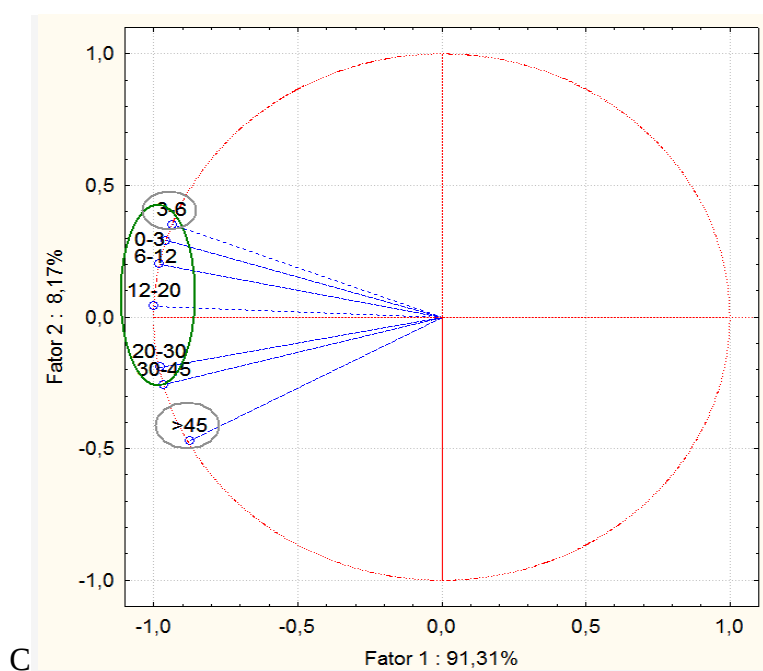
Tabela 5 - Contribuição de cada variável (%) à variabilidade total em cada fator considerado resultante da ACP. Valores em negrito indicam contribuições significativas.

Variável	Contribuição (%)	
	Fator 1	Fator 2
Agricultura	2,0	19,0
Cerrado Denso	5,0	13,0
Cerrado Ralo	3,0	0,01
Cerrado Rupestre	0,04	2,0
Mata Ciliar	10,0	50,0
Pastagem	80,0	16,0
Argissolo Amarelo distrófico	11,4	62,1
Argissolo Vermelho – Amarelo distrófico	50,4	29,3
Cambissolo Háplicos distrófico	15,0	2,3
Latossolo Vermelhos distrófico	6,3	1,5
Neossolo Litólicos distrófico	16,8	4,8
Eigenvalues	99,20	0,75

A Mata Ciliar, que cobre 16% da área total, representa quase metade do total de remanescentes e se relaciona predominantemente com o Argissolo Vermelho Amarelo distrófico que corresponde a 52,4% da área total da bacia. A pastagem destaca-se por cobrir 51% da área total da bacia e por estar distribuída por toda a sua área, porém apresenta-se correlacionada aos Argissolos Amarelos distróficos em 31,7% da área total. Ambas as constatações confirmam o exposto anteriormente.

A segunda análise do ACP evidenciou a relação entre declividade e remanescentes considerando dois fatores que explicam 91,31% da variância total (Figura 4). Os resultados apresentados na Figura 4, que são sustentados pela quantidade de variância explicada, permitem deduzir que no eixo 1 (identificadas com elipses de cor verde) todas as classes de inclinação do solo (de maneira menos acentuada para >45) estão positivamente relacionadas com Pastagem ou seja um aumento o outro também e Cerrado Rupestre é independente da declividade.

No eixo 2 (identificado com elipses cinzas), a classe de inclinação 3-6 está fortemente vinculada a Pastagem (esta atividade estaria mais desenvolvida neste tipo de declive), enquanto que o declive >45 está fortemente associado a Mata Ciliar e Cerrado Denso.



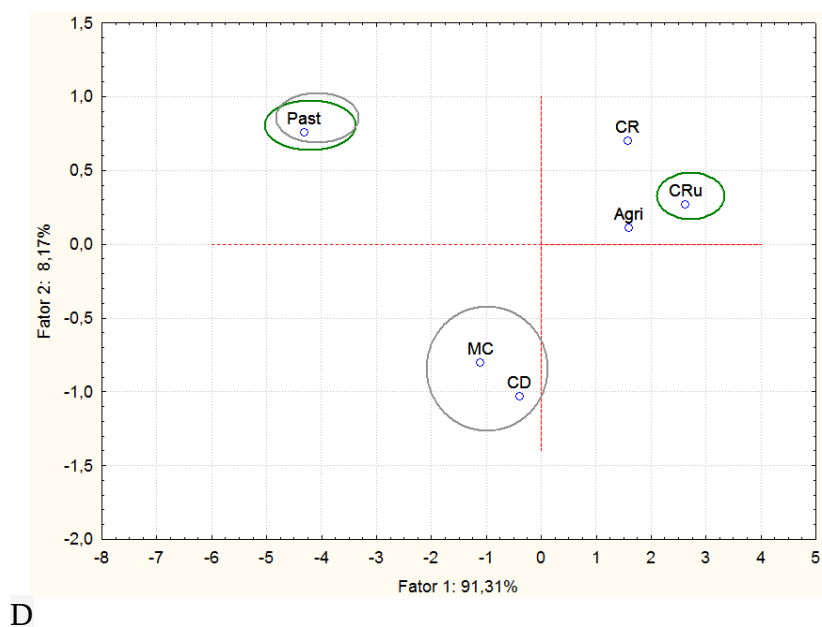


Figura 4 - Ordenação da declividade (C) e do uso da terra (D) resultante da ACP. Ag - Agricultura, CD - Cerrado Denso, CR - Cerrado Ralo, CRU - Cerrado Rupestre, MC - Mata Ciliar, Past - Pastagem.

A Tabela 6 mostra os Fatores 1 e 2 obtidos para as variáveis.

Tabela 6 - Contribuição de cada variável (%) à variabilidade total em cada fator considerado resultante da ACP. Valores em negrito indicam contribuições significativas.

Variável	Contribuição (%)	
	Fator 1	Fator 2
Agri	8,0	0,4
Past	58,3	20,1
MC	3,8	22,5
CD	0,5	37,3
CRU	21,7	2,5
CR	7,8	17,2
0 - 3	14,3	14,7
3 - 6	13,7	21,5
6 - 12	15,0	7,0
12 - 20	15,6	0,3
20 - 30	15,0	6,3
30 - 45	14,5	11,6
> 45	11,9	38,6
Eigenvalues	91,3	8,2

3.1.2 Evolução da Fragmentação e relações com o Uso da Terra

A evolução da fragmentação dos remanescentes de Cerrado da bacia do rio dos Peixes por ano permite observar que a paisagem em 1975 era a mais homogênea e conserva em 1985 os usos antrópicos liderados pela Pastagem (lembrando que ocupavam preferencialmente os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos). O ano de 1996 é marcado pelo aumento expressivo dos usos antrópicos que, conforme Carneiro (2012), decorre do incentivo do Polocentro na região da bacia. Por fim, em 2009 os usos antrópicos dominam a paisagem com 60% da área.

A evolução do uso, contrariamente à redução dos fragmentos remanescentes que aumentaram em número, mas reduziram em área (CARNEIRO et al., 2012), além da paisagem da bacia, aliada com os dados de solos, aptidão e discrepância, permitem deduzir que os remanescentes, ainda representam 40% da área, revelam harmonia com a aptidão agrícola e o uso, fato corroborado pela baixa discrepância. E mostra também que a Mata Ciliar representando 16% dos 40%, deixa 24%, o que pode ser compatível com as reservas legais (20%) e outras Áreas de Preservação Permanente, sobretudo como Topos de Morros.

Assim, o Polocentro não obteve o mesmo sucesso nas bacias vizinhas, sobretudo com agricultura de grãos (soja em particular), devido às limitações de potencial de uso dos solos, como demonstrado, o que só seria possível com forte implementação de práticas conservacionistas, onerando bastante o sistema produtivo, fato que certamente pesou bastante na tomada de decisão sobre o tipo de uso.

4. CONCLUSÕES

A bacia do rio dos Peixes possui 91% de sua área com Argissolos, que se distribuem por toda a área e onde predomina o uso com Pastagem, que corresponde a 51% da área caracterizando uma paisagem pecuária dominante.

Constou-se que a aptidão agrícola desses solos caracteriza a classe Regular para lavouras de ciclo curto e longo nos níveis B e C, e que a discrepância entre o uso e a aptidão

agrícola da bacia apresenta 98% de sua área com baixa ou sem discrepância. Logo o uso está de acordo com a aptidão natural da área.

Constatou-se que os remanescentes de Cerrado somam 40% da paisagem, sendo que 80% deles (ou seja 32 dos 40%) se encontram sobre os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos e Amarelo distróficos e estão localizados preferencialmente em áreas com maiores declives, topos de morros e fundos de vales, portanto, em áreas de preservação permanente (APP), fato comum em Goiás.

Os resultados da Análise dos Componentes Principais evidenciaram forte relação entre os tipos de solos e os usos da terra, ou seja entre a Pastagem e o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico com 80% no fator 1 e a relação da Mata Ciliar com o Argissolo Amarelo distrófico com 50% no fator 2. Quanto à relação entre a declividade e o uso da terra, observou que os remanescentes de Mata Ciliar e Cerrado Denso estão fortemente associados a declives superiores a >45 , corroborando com a análise espacial que há ocorrência de remanescentes em áreas declivosas, além dos fundos de vale.

A evolução da paisagem da bacia de 1975 a 2009, apesar de ter recebido incentivos do programa POLOCENTRO para o desenvolvimento da agricultura adotou a pastagem como uso dominante, o que está mais de acordo com a aptidão agrícola dos Argissolos aí dominante.

Com exceção dos Latossolos, todos os solos presentes na área, sobretudo os Argissolos, são altamente suscetíveis a processos erosivos hídricos, além de demandarem práticas conservacionistas intensivas. A pastagem, dominante não dispensa, no entanto, manejo conservacionista dado à elevada erodibilidade de seus solos, o que corrobora a ideia de que os riscos ambientais dependem muito mais do manejo e não da discrepância de uso.

Em síntese, o solo mostrou-se como fator importante para a opção por pastagens, apesar dos incentivos do Polocentro, o que influenciou também na distribuição dos remanescentes de Cerrado às áreas de APP.

5. REFERÊNCIAS

BORLAUG, N.E. Feeding a World of 10 billion people: the miracle ahead. In: **R. Bailey** (ed). Global Warming and other eco-myths. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA. pp. 29-60. 2002.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M. & GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. INPE, Computers & Graphics, 20, 1996,p: 395-403.

CARVALHO, F.M.V., DE MARCO, P., FERREIRA JUNIOR, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of Central Brazil. Biological Conservation, 2009 142: 1392-1403.

CASTRO, S. S., QUEIROZ NETO, J. P. Soil erosion in Brazil, from coffee to the present-day soy bean production. In: Edgardo Latrubesse (Ed.) Natural Hazards and Human-Exacerbated disasters in Latin-America Special Volumes of Geomorphology, 13. Elsevier Book of South América. Holanda: Elsevier, 2009 (no prelo).

CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS DE SOLOS. Sistema brasileiro de classificação de Solos. 2a Edição – EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro 2006. 306p.

COUTINHO, L. M. Aspectos do Cerrado. Disponível em <<http://www.eco.ib.usp.br/cerrado>>. Acesso em 26 de março de 2005.

COUTINHO, M L.M.O O cerrado e a ecologia do fogo. Revista Ciência Hoje, Rio de Janeiro, vol. esp., maio 1992. p 131-138

DOLÉDEC, S. & D. CHESSEL. 1991. Recent developments in linear ordination methods for environmental sciences. Advances in Ecology, 1: 133-154.

EITEN, G. Delimitação do conceito de Cerrado. Arquivos do Jardim Botânico, Rio de Janeiro 21: 125-134. 1977.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado. IN: NOVAES PINTO, M. Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas/ Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1993 – 2º edição. Cap.1. p 17-73.

FAISSOL, S. O “Mato Grosso de Goiás”. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 1958.140p.

FARIA, K. M.S de Paisagens Fragmentadas e Viabilidades de Restauração para a Bacia do Rio Claro (GO) 2011. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FARIA, K. M.S de Caracterização dos Remanescentes de Cerrado e suas relações com o Uso e Ocupação das Terras da Alta Bacia do Rio Araguaia 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

FERREIRA, M. E., FERREIRA JUNIOR, L. G., LATRUBESSE, E. M., MIZIARA, F. High resolution remote sensing based quantification of the remnant vegetation cover in the river basin, Central Brazil – Geosciences and remote sensing symposium 4, 739-741, 2008.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagens de satélite LANDSAT TM+, agosto, 2003.

KÖEPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México, Fondo de Cultura Econômica. 479p. 1948

LACERDA FILHO, J.V.de. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv.CPRM/METAGO S.A./UNB).

LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos Solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2002, 178p.

MACEDO, J. Os solos da região os cerrados. IN: O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável. Viçosa/ MG. 1996. p.135-155.

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

MENEZES, B. B; LEMOS, R. E ; SCOPEL, I ; TOMMASELLI, J. T. G; COSTA, M. . Uso e Ocupação Agropecuária No Cerrado Brasileiro; Transformações da Paisagem e Seus Impactos Ambientais no Estado de Goiás. In: 12º Encontro de Geógrafo da América Latina, 2009, Montevideu.

MIZIARA, F. Expansão da lavoura de cana em Goiás e impactos ambientais. In: Congresso Brasileiro de Sociologia, 14., 2009, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2009. p. 1.

MIZIARA , F. Expansão de fronteiras e ocupação do espaço no Cerrado: o caso de Goiás. In: DANIEL, M. A.; DAL'LARA, L.; ANACLETO, T. C. S. (Orgs.). Natureza viva Cerrado. Goiânia: Ed. da UCG, 2005. p. 169-196.

NEOTROPICA TECNOLOGIA AMBIENTAL, EIBH, Estudo Integrado de Bacia Hidrográfica para Avaliação do Aproveitamento Hidrelétrico no Estado de Goiás. EIBH – Bacia do Rio dos Peixes, Goiânia,2010.

ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,1988. 434 p.

OLIVEIRA, J. B. de., JACOMINE, P. K. T., CAMARGO, M. N. Classes Gerais de Solos do Brasil: Guia auxiliar para seu conhecimento Jaboticabal: FUNEP, 1992. 210p

REATTO, A., CORREIA, J. R., SUPERA, S. T. Solos do Bioma Cerrado: Aspectos Pedológicos. In SANO S. M., ALMEIDA, S. P. Ed. Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina: Embrapa – CPAC, 1998. 47 – 83p.

RIBEIRO, J.F., S.M. SANO e J.A. DA SILVA. 1981. Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado. pp. 124-133 In: Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil, Teresina, Brasil.

SALOMÃO, X. F. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: Guerra, A. T. Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1999.

SANTANA, N. M. Pio de. Chuva, Erodibilidade, Uso das Terras e Erosão Hídrica na Alta Bacia do Rio Araguaia. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

SANTOS, R. D dos et al. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5º Ed. Revista e ampliada Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2005.

SANO, E. E., R. Rosa, et al. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.153-156. 2008.

SOUSA, F. A. Uso e Ocupação na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio em Iporá-GO como Subsídio ao Planejamento. 2006.82 f. Dissertação (Mestrado em geografia), Programa de Pesquisa e pós Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais-IESA, Universidade Federal de Goiás, Goiânia 2006.

SCARAMUZZO, C. A. et al., Áreas prioritárias para conservação da Biodiversidade em Goiás. In: Ferreira, L. G. Conservação da Biodiversidade e Sustentabilidade Ambiental em Goiás: Prioridades, Perspectivas e Estratégias. Goiânia, 2005.

VOLOTÃO, C.F. de SÁ. Trabalho de análise espacial: Métricas do Fragstats. São José dos Campos – SP, INPE: 45p.1998.

VASCONCELOS. S., CONCI. A. 2008. Análise de Componentes Principais (PCA) <http://www.ic.uff.br/~aconci/PCA-ACP.pdf> acessado em 08/05/2012.

WAIBEL, L. Capítulos de Geografia tropical e do Brasil. IBGE. Biblioteca Central. 1979.

WARMING, E. 1841-1924. Lagoa Santa. Belo Horizonte. Itatiaia; São Paulo, ED. Da Universidade de São Paulo, 1973. p. 8-282