



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

Cláudia Adriana Bueno da Fonseca

TIPOLOGIA E FRAGMENTAÇÃO DAS TERRAS ÚMIDAS DO CERRADO NA
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA, ESTADO DE GOIÁS

GOIÂNIA
JUNHO DE 2010

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

Cláudia Adriana Bueno da Fonseca

**TIPOLOGIA E FRAGMENTAÇÃO DAS TERRAS ÚMIDAS DO CERRADO NA
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA, ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação de Mestrado do curso de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Estudos Sócio Ambientais, da Universidade Federal de Goiás – UFG, para obtenção do título de Mestre em Geografia, sob orientação do Professor Dr. Alfredo Borges de Campos.

Área de concentração: Natureza e Produção do Espaço.

GOIÂNIA
JUNHO DE 2010

CLÁUDIA ADRIANA BUENO DA FONSECA

**TIPOLOGIA E FRAGMENTAÇÃO DAS TERRAS ÚMIDAS DO CERRADO
NA ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA, ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Estudos Sócio Ambientais, da Universidade Federal de Goiás para obtenção do título de Mestre, aprovado em ____/____/____, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes doutores:

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dra. Luciana Maria Lopes
Universidade Federal de Goiás/ UFG/ IESA

Prof^o Dr. Francisco Leonardo Tejerina-Garro
Universidade Católica de Goiás/ PUC/ GO

Prof.^o Dr. Alfredo Borges de Campos
Universidade Federal de Goiás/ UFG/ IESA
Orientador

GOIÂNIA
JUNHO DE 2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade do momento e pela benção recebida.

Agradeço ao Alexandre pelo apoio, carinho, paciência, compreensão e incentivos em alguns momentos difíceis e também, nos momentos alegres.

Agradeço ao Profº Dr. Alfredo Borges de Campos, pelas valiosas orientações, empenho e dedicação que me conduziu a realização dessa pesquisa.

Agradeço a equipe do LABOGEF/ IESA/ UFG que contribuíram na realização desse trabalho.

Agradeço a Universidade Estadual de Goiás / UEG – Unidade Cora Coralina, pelo apoio e concessão do afastamento das atividades para dedicar-me a pesquisa.

Agradeço aos funcionários e professores da Unidade Cora Coralina/ UEG pela compreensão, apoio e incentivo a pesquisa.

Agradeço pela compreensão e apoio recebido dos meus familiares e amigos.

Agradeço aos colegas do mestrado, que contribuíram com mini-cursos e ajudaram-me a desempenhar as técnicas do Geoprocessamento.

Agradeço a todos os professores do IESA, que contribuíram de forma direta e indireta na minha formação acadêmica e científica.

Agradeço aos funcionários do Programa de Mestrado em Geografia e do IESA pela atenção, empenho e dedicação.

Agradeço aos meus pais (Lincoln e Orizolina) onde estiverem, estão sempre orando e incentivando na minha luta diária.

Agradeço aos meus padrinhos Onofre e Dirce pelo apoio, carinho e paciência que sempre estiveram juntos incentivando em tudo que proponho a realizar.

Agradeço a tia Laci pelo carinho recebido.

Sou grata, também, à espiritualidade da casa de Scheilla.

“As áreas úmidas estão impactadas pelo avanço irracional das fronteiras agrícolas, pecuária, urbanização, canalizações dos cursos d’água e a construção de grandes represas, entre outras grandes ameaças para a conservação deste ecossistema. Para frear a devastação das áreas úmidas e para implementar alternativas sustentáveis é necessário um esforço coordenado dos governos, instituições acadêmicas e de pesquisa, proprietário rural e as ONGs”

Julieta Peteán.

RESUMO

A Alta Bacia do rio Araguaia no sudoeste goiano foi escolhida como área de pesquisa, para avaliar de forma sistemática a tipologia e fragmentação das terras úmidas em ambiente de Cerrado. Do ponto de vista ambiental, as áreas úmidas são ecossistemas complexos, situadas na interface água e solo, tendo um papel fundamental na dinâmica hidrológica e na manutenção da biodiversidade. Essa pesquisa teve como meta chamar a atenção para preservação das áreas úmidas, em função destas constituírem ambientes naturais com gênese e dinâmicas particulares que estão sendo impactados pela evolução do uso e ocupação do solo, ocorridas nos últimos anos. No âmbito da área da Alta Bacia do rio Araguaia, foram selecionadas as sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas para avaliação da tipologia de terras úmidas e o estado de degradação ao qual estão submetidas. A presente pesquisa utilizou bases temáticas em escala 1:100.000, 1:250.000 e 1:500.000 de geologia, geomorfologia, solos, vegetação e hidrografia da Alta Bacia para caracterização do mosaico de paisagens naturais e escolha das duas sub-bacias estudadas. Para a delimitação das áreas úmidas nas sub-bacias selecionadas utilizou fotografias aéreas (1965) e imagens de satélites LANDSAT MSS e TM (1975 e 2008) para efetuar diagnósticos dos impactos gerados pela atividade agropecuária em terras úmidas. Dentre as tipologias identificadas no contexto das terras úmidas para as sub-bacias pesquisadas se destacaram a Floresta Ciliar e o Campo Úmido. A análise da fragmentação das terras úmidas foi realizada por Geoprocessamento com uso dos *softwares* ENVI 4.3; SPRING 4.3; as métricas da ecologia da paisagem foram analisadas utilizando o programa FRAGSTATS 3.3; e o ArcGis 9.2 (S.I.G.- *Sistema de Informações Geográficas*) para a elaboração, cruzamento de dados, cálculo de áreas e finalização dos mapas temáticos. Os resultados obtidos indicam que, em 1965 a tipologia dominante na sub-bacia do rio Piranhas é a Floresta Ciliar, enquanto na sub-bacia do rio Babilônia havia uma proporção em área quase equivalente entre distribuição das tipologias da Floresta Ciliar e Campo Úmido. Em 2008, a fragmentação em áreas úmidas nas duas sub-bacias ocorreu de forma diferenciada. Na sub-bacia do rio Babilônia houve uma redução das tipologias de terras úmidas de 56,89%. A tipologia Floresta Ciliar perdeu espaço para a agricultura, pastagem e área urbana, as quais passaram a ocupar 17,43%, 7,30% e 0,08% das terras úmidas desta sub-bacia. O Campo Úmido teve uma redução de 20,79% devido a sua substituição pela agricultura e de 11,30% devido sua substituição por pastagem. Enquanto, na sub-bacia do rio Piranhas as áreas úmidas sofreram redução de 60,52% em função das atividades agropecuárias (agricultura ocupou 57,21%, pecuária 1,56% e áreas urbanas 0,15%). A tipologia Campo Úmido tiveram suas áreas reduzidas em função da agricultura e pecuária com substituição de 1,39% e 0,21% respectivamente. Conclui-se que as áreas úmidas das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas têm sido fortemente degradadas por atividades agropecuárias nos últimos 30 anos, portanto, a adoção de políticas públicas e técnicas de conservação apropriadas são necessárias para diminuir os impactos ambientais nessas áreas.

Palavras-chave: Terras Úmidas, Tipologia, Impacto Ambiental.

ABSTRACT

The aim of this research is to call the attention to the humid areas preservation for they are natural habitat with special dynamic and genesis and that they have been damaged by the gradual development of the use of the soil in the latest year. The upper basin of Araguaia river were chosen as an area study to follow systematically the development of Cerrado habitat degradation; going deeply in that approach we want to show how important those humid areas are for its complexity to maintain the biodiversity. According to the environment point of view those wets areas are complex ecosystems, situated in the water interface and in the soil, and has had an important paper in the hydrologic and dynamic and also to keep the biodiversity. The sub basins of Babilonia and Piranhas rivers of the Araguaia river were selected to develop a gradual typology of the humid soil and the development of degradation they are. The present research used thematic bases in a schedule of 1:100.000, 1:250.000 and 1:500.000 of geology, geomorphology, soil, vegetation and upper basins hydrographic to characterize the landscape natural mosaic and the choice of the two studied sub basins. To delimitate the humid areas of the selected sub basins areas pictures where taken (1965) and satellite images LANDSAT MSS and TM(1975 and 2008) to get the impact diagnostic from the cattle raising and agriculture activities in the wetlands. Among the identified typology of wets lands of this context to the researched sub basins we detach riparian forest and humid field. The analysis of the continuous environment degradations of the wetlands was developed by a geoprocessing with the use of softwares ENVI 4.3; SPRING 4.3; the ecology metric pasture were analyzed developing FRAGSTATS 3.3; and ArcGis program (Geography Information System) to elaborate crossing data, areas calculation and to finish thematic maps. The reached result shows that in 1965 year the dominant wet land typology in the Piranhas river sub basins is the riparian forest while in Babilonia river sub basin there had a proportion as those ones among the typology showed in the riparian forest and humid field. In 2008 year the environment degradation in the sub basins wets area happened in a different way. In Babilonia river sub basins there had a decrease of the wets lands typology of 56,89%. The riparian forest lost space for the raising cattle and agriculture activities, pasture and urban areas that are taken 17,43%, 7,30% and 0,08% of the wetlands of that sub basins. Humid field showed a decrease of 20,79% for the raising cattle and agriculture activity and for pasture 11,30%, while in the Piranhas river sub basins the wets lands were reduced in 60,52% because the growing cattle raising and agriculture activities (the former one occupied 57,21%, the later one 1,56% and the urban area 0,15%). The humid field typology suffered a decrease in its area for the agriculture and raising cattle activities in 1,39% and 0,21% respectively. Unfortunately we can conclude that the wets areas of Babilonia and Piranhas rivers sub basins have been strongly degraded for those activities in the last 30 years. We should ask for public politics and appropriate techniques to diminish the environment impacts in those areas. The adoption of public politics and rights and proper techniques are necessary to diminish the impact in those important environment areas. The global vegetation has been the primary source of oxygen in the atmosphere enabling aerobic metabolism system to evolve and persist. That is one more reason to the urgency of a careful and serious public politics to keep wetlands untouched.

Keywords: Wetlands, Typology, Environment Impact

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Proteção Permanente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DXF	Data Exchange Format
E	Este ou Leste
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENVI	Environment for Visualizing Images
ETANOL	Álcool Etílico
FRAGSTATS	Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure
GPS	Global Positioning System
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
IESA	Instituto de Estudo Sócio Ambientais
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonas
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LABOGEF	Laboratório de Geologia e Geografia Física
LANDSAT	Land Satellite
MSS	Multispectral Scanner
N	Norte
NE	Nordeste
NW	Noroeste
PDBFF	Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
POLOCENTRO	Programa de Desenvolvimento do Cerrado
PROCEDER	Programa Cooperativo Nipo-brasileiro para o Desenvolvimento do Cerrado
S	Sul
SE	Sudeste
SEMA-PR	Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Paraná
SEPLAN-GO	Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SW	Sudoeste
TM	Thematic Mapper
UCs	Unidades de Conservação
UFG	Universidade Federal de Goiás
W	Oeste

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da Localização da Alta Bacia do rio Araguaia e suas Sub-bacias	32
Figura 2 - Mapa da Rede de Drenagem da Alta Bacia do rio Araguaia.	35
Figura 3 – Mapa das Unidades Geológicas da Alta Bacia do Rio Araguaia.	37
Figura 4 – Mapa das Unidades Geomorfológicas da Alta Bacia do rio Araguaia.....	39
Figura 5 – Mapa Hipsométrico da Alta Bacia do rio Araguaia.	42
Figura 6 – Mapa de Declividade da Alta Bacia do rio Araguaia.	44
Figura 7 – Mapa de Solos da Alta Bacia do rio Araguaia.	46
Figura 8 – Mapa Litológico da Sub-bacia do rio Babilônia.	49
Figura 9 – Mapa das Unidades Geomorfológicas da Sub-bacia do rio Babilônia.....	51
Figura 10 – Mapa de Solos da Sub-bacia do rio Babilônia.	52
Figura 11 – Mapa Litológico da Sub-bacia do rio Piranhas.	55
Figura 12 – Mapa das Unidades Geomorfológicas da Sub-bacia do rio Piranhas.	56
Figura 13 – Mapa de Solos da Sub-bacia do rio Piranhas.	59
Figura 14 – Exemplo de um transecto em áreas úmidas. Fonte: Adaptado de Ribeiro & Walter (1998, p.106, 132 e 136).	65
Figura 15 – Mapa das Tipologias das Terras Úmidas na Sub-bacia do rio Babilônia (1965)..	66
Figura 16 - Área das Classes - Sub-bacia do rio Babilônia (1965).	67
Figura 17 - Área das Classes - Sub-bacia do rio Piranhas (1965).....	70
Figura 18 - Tipologias das Terras Úmidas na Sub-bacia do rio Piranhas (1965).....	71
Figura 19 – Mapa de Uso da Terra nas Áreas Úmidas na Sub-bacia do rio Babilônia (2008).	83
Figura 20 – Mapa de Uso da Terra das Áreas Úmidas na Sub-bacia do rio Piranhas (2008). .	86
Figura 21 – Área das Classes - Sub-bacia do rio Babilônia (1975 e 2008).....	89
Figura 22 – Comprimento Total de Bordas dos Fragmentos das Classes da Paisagem – Sub-bacia rio Babilônia (1975 e 2008).	92
Figura 23 – Área das Classes - Sub-bacia do rio Piranhas (1975 e 2008).....	95
Figura 24 – Comprimento Total das Bordas dos Fragmentos das Classes da Paisagem – Sub-bacia rio Piranhas (1975 e 2008).	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantitativo das sub-bacias da Alta Bacia do rio Araguaia, em Goiás (sentido sul-norte).....	31
Tabela 2 – Densidade de Drenagem da Alta Bacia do rio Araguaia em Goiás	40
Tabela 3 – Caracterização da Hipsometria da Alta Bacia do rio Araguaia em Goiás	41
Tabela 4 – Caracterização das Classes de Solos da Alta Bacia do rio Araguaia em Goiás	45
Tabela 5 – Dados Correlacionados aos Tipos de Solos, a Declividade e a Densidade de Drenagem da Sub-Bacia do rio Babilônia	53
Tabela 6 – Análise dos Compartimentos Altimétricos Associados às Formas de Relevo da Sub-Bacia do rio Piranhas	57
Tabela 7 – Cruzamentos de Dados entre Solos e a Densidade de Drenagem da Sub-Bacia do rio Piranhas	58
Tabela 8 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas na Sub-Bacia do rio Babilônia (1965).....	67
Tabela 9 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas na Sub-Bacia do rio Piranhas (1965)	70
Tabela 10 – Os Tipos de Solos nos Ambientes Úmidos na Sub-bacia do rio Babilônia.....	74
Tabela 11 – Os Tipos de Solos nos Ambientes Úmidos na Sub-bacia do rio Piranhas.....	75
Tabela 12 – Tipologias de Terras Úmidas (1965) e Uso da Terra (2008) na Sub-bacia do rio Babilônia.....	82
Tabela 13 – Tipologias de Terras Úmidas (1965) e Uso da Terra (2008) na Sub-bacia do rio Piranhas	85
Tabela 14 – Métricas do Percentual de Uso das Terras Úmidas nos anos 1975 e 2008 - Sub-bacia do Rio Babilônia	90
Tabela 15 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra no ano de 1975 –Sub-Bacia do rio Babilônia	91
Tabela 16 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra no ano de 2008 –	91
Tabela 17 – Métricas do Percentual de Uso das Terras Úmidas nos anos de 1975 e 2008 Sub-bacia do Rio Piranhas	95
Tabela 18 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra no ano de 1975 – Sub-Bacia do rio Piranhas.....	96
Tabela 19 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra no ano de 2008 - Sub-Bacia do rio Piranhas.....	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrições das Classes do Uso da Terra das Sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas, mapeados nos anos de 1975 e 2008.	27
Quadro 2 – Descrições das Métricas da Ecologia da Paisagem.	28

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
OBJETIVO GERAL.....	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
METODOLOGIA.....	20
1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA – SEGMENTO GOIANO.....	31
1.1. Localização da Área de Estudo.....	31
1.2. Aspectos Físicos da Alta Bacia do rio Araguaia – Estado de Goiás.....	33
1.2.1. Clima.....	33
1.2.2. Rede de Drenagem.....	33
1.2.3. Geologia.....	36
1.2.4. Geomorfologia.....	38
1.2.5. Análise Morfométrica.....	40
1.2.6. Hipsometria e Declividade.....	41
1.2.6.1. Hipsometria.....	41
1.2.6.2. Declividade.....	43
1.2.7. Solos.....	45
1.3. Estudo de Detalhe para as Sub-Bacias Escolhidas na Área de Estudo.....	47
1.3.1. Sub-Bacia do rio Babilônia.....	48
1.3.1.1. Aspectos Físicos da Sub-bacia do rio Babilônia.....	48
1.3.2. Sub-Bacia do rio Piranhas.....	53
1.3.2.1. Aspectos Físicos da Sub-bacia do rio Piranhas.....	54
2. TIPOLOGIAS DAS TERRAS ÚMIDAS NAS SUB-BACIAS DOS RIOS BABILÔNIA E PIRANHAS.....	60
2.1. Critérios Utilizados para Identificar e Delimitar as Terras Úmidas.....	62
2.2. Tipologias das Terras Úmidas na Sub-Bacia do rio Babilônia.....	65

2.2.1. As Métricas da Ecologia da Paisagem das Terras Úmidas - Sub-Bacia do rio Babilônia (1965).....	67
2.3. Tipologias das Terras Úmidas na Sub-Bacia do rio Piranhas.....	69
2.3.1. Métricas da Ecologia da Paisagem das Terras Úmidas - Sub-Bacia do rio Piranhas (1965).....	69
2.4. Discussão das Tipologias das Terras Úmidas nas Sub-Bacias dos rios Babilônia e Piranhas.....	73
3. EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA E FRAGMENTAÇÃO NAS ÁREAS ÚMIDAS DAS SUB-BACIAS DOS RIOS BABILÔNIA E PIRANHAS (PERÍODO 1965 – 2008).....	77
3.1. Breve Processo Histórico de Ocupação da Região.....	77
3.2. Evoluções do Uso da Terra em Áreas Úmidas entre os Anos de 1965 e 2008.....	80
3.3. Estudo Comparativo da Fragmentação de Áreas Úmidas nos Anos de 1975 e 2008 com Uso do Fragstats.....	89
3.3.1. Métricas da Fragmentação das Áreas Úmidas na Sub-Bacia do rio Babilônia.....	89
3.3.2. Métricas da fragmentação das áreas úmidas na sub-bacia do rio piranhas.....	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Nossa proposta de pesquisa sobre áreas úmidas visa caracterizar e identificar as tipologias de terras úmidas, no Cerrado na Alta Bacia do Rio Araguaia. Portanto, iniciaremos com alguns conceitos básicos sobre Cerrado, terras úmidas, ecossistema, corredores ecológicos.

O Cerrado é dominado por extensos planaltos, separados por depressões periféricas, e caracterizado por uma vegetação heterogênea tropical, semelhante às savanas. Essa vegetação é representada por um conjunto de formas de vegetação de aspectos e fisionomia variáveis, ocupando cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados, ou seja, 25% do território brasileiro. Localiza-se principalmente na região central do país, compreendendo parte dos Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Maranhão, Minas Gerais, Piauí e São Paulo (VALENTE, 2006; GOIÁS, 2002).

O Cerrado é um ambiente rico na sua biodiversidade e é o segundo maior bioma brasileiro, recentemente foi incluído na lista do *hotspots* (SILVA & BATES, 2002). E atualmente encontra-se ameaçado, e a sobrevivência das espécies depende da sua conservação (GOIÁS, 2002). As espécies nativas importantes, comerciais, e ecologicamente estão desaparecendo em função da ocupação desordenada da expansão das fronteiras econômicas, da urbanização, da exploração irracional e do uso indiscriminado do fogo (FIEDLER et. al, 2004).

O bioma Cerrado apresenta uma vegetação adaptada à escassez de nutrientes, com caules e ramos tortuosos, cascas e folhas grossas, e as raízes podem atingir grande comprimento, e também podem apresentar árvores decíduas, perdendo as folhas na estação seca (EITEN, 1994). As queimadas são freqüentes na estação seca, sejam elas naturais, sejam provocadas pelo homem (COUTINHO, 1977).

Dentre as particularidades que caracteriza o bioma Cerrado pode-se distinguir a composição florística dos tipos de vegetação que são bastante diversificados e por extensas formações savânicas (Cerrado Típico, Cerrado Denso, Cerrado Ralo, Cerrado Rupestre, Parque de Cerrado, Palmeiral e Veredas), formações campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre), e as formações florestais (Mata ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão) (RIBEIRO & WALTER, 1998)

Dentre as formações vegetais do Cerrado, estão às áreas úmidas denominadas, aquelas posicionadas em terreno mal drenados, que se formam ao longo dos cursos d'água como mata ciliar, mata de galeria, brejos, várzeas, pântanos, campo limpo úmido, campo sujo úmido

com/ ou sem presença de murundus, veredas e lagoas; bem como aquelas que se formam em locais sujeitos a inundações temporárias ou sob saturação permanentemente dos solos (LESPSCH, 2002). São critérios diagnósticos dessas áreas a dinâmica hidrológica relacionada às inundações, vegetação ripária e os tipos de solos (hidromórficos, aluviais e orgânicos) (NUNES DA CUNHA & JUNK, 2001).

Estas formações, segundo Rezende (1998) apesar de representar pequenas porções do Cerrado destacam-se pela sua riqueza, diversidade genética e pelo papel na proteção dos recursos hídricos, edáficos, fauna silvestre e aquáticas.

As terras úmidas ou *wetlands* constituem ecossistemas complexos influenciados por inundações periódicas ou permanentes, onde o lençol freático está freqüentemente próximo ou na superfície. De acordo com a Convenção Ramsar, terras úmidas são áreas de pântanos, charco, água natural ou artificial, permanentes ou temporárias, águas estagnadas ou correntes, doce, salobra ou salgada, incluindo água marinha com menos de seis metros de profundidade na maré baixa. Posteriormente a Convenção Ramsar ampliou a variedade de habitats de terras úmidas incluindo rios, lagos e mangues (RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2004).

A disponibilidade de água é um fator importante para compreender a formação das terras úmidas, bem como a distribuição e a permanência de espécies variadas da vegetação existentes nesses ambientes aliada a saturação hídrica no solo são responsáveis pelo desenvolvimento dos organismos vivos que contribuem na decomposição da matéria orgânica (FREIRE, 2006).

Sabe-se que a água transporta material superficial para as partes mais baixas do terreno, bem como para dentro do solo, o que provoca adição e/ ou perda de materiais no perfil do solo, alterando, portanto, a gênese e a dinâmica deste (FREIRE, 2006). Outro fator importante nas áreas úmidas é seu comportamento hidrológico, que pode ser influenciado por eventos estacionais, estações secas e chuvosas, e plurianuais, isto é, alternâncias de ciclos de anos chuvosos e secos (CHRISTOFOLETTI, 1999), e pelas condições de saturação dos solos na formação de ambientes encharcados.

Dentre suas funções, as terras úmidas têm capacidade de reter e escoar água, sendo responsável pelo controle das cheias, estabilização das condições climáticas locais, em particular a pluviosidade e a temperatura, na retenção de nutrientes, sedimentos e poluentes (MINTE-VERA, 1999). É relevante analisar individualmente os fatores que podem influenciar na dinâmica desses ambientes, tais como os fatores de formação dos solos, rocha, relevo, clima, os organismos e o tempo (FREIRE, 2006; OLIVEIRA et. al., 1992), bem como os produtos das interações entre esses fatores naturais, tais como rocha e relevo, que definem

áreas com comportamentos homogêneos ou unidades ambientais (CASTRO & SALOMÃO, 2000).

De acordo com Bertoni & Neto (1999) os componentes naturais formadores das terras úmidas proporcionam equilíbrio ambiental. Desse modo, os componentes naturais envolvidos nesses ambientes úmidos protegem e enriquecem a superfície desse solo, com resíduos provenientes de restos vegetais como folhas, galhos, fragmentos de troncos e raízes que contribuem para os estágios de decomposição, aliado a abundância de microrganismos, mantendo assim, o solo poroso, com estrutura ideal para absorver grande quantidade de água.

No entanto, a vegetação que predomina nas terras úmidas pode ser diferente daquelas que se formam em áreas não inundadas, existindo assim, muitos tipos de terras úmidas com espécies vegetacionais variadas. Por exemplo, Nascimento (2002) caracteriza a fisionomia vegetal natural nos terrenos úmidos da planície do Bananal como associada à presença da espécie gregária *Byrsonima* sp. Eiten (1994) relacionou a presença de espécies *herbáceas* em terras úmidas com a predominância do período de inundação (hidroperíodo) e dos nutrientes disponíveis, e a presença das veredas associada com brejo graminoso com espécies *buritis*. Segundo esse mesmo autor, as *herbáceas* se formam às margens dos rios, lagoas e planícies de inundações, geralmente em terrenos baixos e mais ou menos planos, caracterizados por várzeas, enquanto que as veredas são mais comuns em nascentes de drenagens, devido à proximidade do lençol freático da superfície, que favorece as condições para seu desenvolvimento.

A vegetação atua como um filtro natural que absorve nutrientes, como também, participa de forma direta na produção de matéria orgânica. Os organismos (plantas e animais) são responsáveis pela decomposição e transformação deste material em substâncias húmicas (PEREIRA & ALMEIDA, 1996) que influenciam no desenvolvimento e na fertilidade das áreas úmidas.

Do ponto de vista ecológico é importante o conhecimento da estrutura e funcionalidade dos ecossistemas de terras úmidas, considerando as suas inter-relações e dinâmicas particulares numa abordagem sistêmica (CHRISTOFOLETTI, 1999). E segundo esse autor, qualquer mudança significativa nesses ecossistemas, pode resultar em desequilíbrios temporários ou permanentes que em geral são irreversíveis.

Ainda, segundo Christofolletti (1999) o ecossistema é uma área relativamente homogênea de organismos que interage com o ambiente úmido. Logo, a comunidade biótica

constitui o componente principal que se interliga com os elementos abióticos do hábitat, ou seja, sem a presença dos seres vivos não há a existência de ecossistemas.

Dentre as abordagens dos ecossistemas está o estabelecimento de corredores ecológicos. Estes visam garantir a manutenção da biodiversidade em grande escala dos processos ecológicos evolutivos, permitindo a transição entre as populações e aumentando as chances de sobrevivência das espécies da fauna e da flora, e facilitando assim, a conectividade entre estas e as áreas naturais (BRITO, 2006; AYRES et. al., 2005).

Os corredores ecológicos têm amparo legal na Lei nº 4.771/65 que instituiu no Código Florestal Brasileiro, no seu Artigo 2º, citado na Resolução do CONAMA (1992) (BRASIL, 1965) que estabelece parâmetros e procedimentos para a identificação e implementação de corredores ecológicos no Brasil.

A Resolução do CONAMA nº 09/96 define o termo do Corredor Ecológico da seguinte forma:

Corredores ecológicos é uma faixa de cobertura vegetal existente entre remanescente de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para fauna residente nos remanescentes. Os corredores entre remanescentes constituem-se pelas faixas de cobertura vegetal existentes nas quais seja possível a interligação de remanescentes em especial, as Unidades de Conservação e áreas de preservação permanentes (BRITO, 2006, p. 102).

A criação de corredores ecológicos em áreas de fragmentos florestais é uma forma de recuperar e religar fragmentos, na tentativa de evitar ou diminuir o isolamento e aumentar a probabilidades de sobrevivência das espécies (BRITO, 2006; VIANA, 1990; AYRES et. al., 2005).

Apesar de ser reconhecida importância ecológica, as florestas ciliares continuam sendo eliminadas ou fragmentadas cedendo espaços para as culturas agrícolas, pastagem e áreas urbanas. Isso tem sido verificado pelo processo de ocupação do Brasil caracteriza-se pela falta de planejamento e conseqüente destruição dos recursos naturais, principalmente dessas florestas (MARTINS, 2001).

A estratégia tradicional para conservação da biodiversidade desse ambientes tem-se enfatizado na criação de área protegidas intactas livres da intervenção humana. Enquanto essas áreas possuem um enorme potencial de preservação a longo prazo, elas requerem o desenvolvimento de uma abordagem que inclua corredores ecológicos (AYRES et. al, 2005).

Nesse sentido, a Convenção de Ramsar de 1971 articulou um moderno tratado intergovernamental sobre a conservação da biodiversidade e uso racional de recursos hídricos. Tal modelo tem contribuído no processo de estabilidade ambiental e na manutenção da

biodiversidade, enquanto reguladora dos regimes de água e dos habitats de espécies como aves aquáticas, mamíferos, répteis, anfíbios, peixes, entre outros (LE MANUEL DE LA CONVENTION DE RAMSAR, 2004).

No Brasil, a Convenção de Ramsar foi assinada em 24 de setembro de 1993, porém, entrou em vigor, após a ratificação em 16 de maio de 1996, pelo Decreto nº 1.905. A Diretoria de Áreas Protegidas do Ministério do Meio Ambiente atua como ponto focal desta Convenção no País, e tem como compromisso coordenar, nacionalmente, a sua implantação (SANTOS, 2008). Até 2008 foram instituídos oito sítios Ramsar no Brasil, que integram a Lista de Áreas Úmidas de Importância Internacional, com uma área total de 6,4 milhões de hectares, sendo: a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (AM), Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense (MA), Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhense (MA), Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luiz (MA), Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (MT), Parque Nacional da Lagoa do Peixe (RS), Parque Nacional do Araguaia (TO) e Reserva Particular do Patrimônio Nacional do SESC Pantanal (MT) (RAMSAR CONVENTION ON WETLANDS, 2008).

A Convenção de Ramsar, segundo Batista (2007) é uma oportunidade para o desenvolvimento sustentável, pois esses ambientes representam inúmeras funções e valores ecológicos. E destaca que esses ambientes estão entre os ecossistemas mais produtivos, onde os solos desses terrenos são ricos em minerais e outros nutrientes, e podem produzir muita matéria orgânica vegetal em relação às áreas similares de campo natural ou cultivado.

A ocupação desordenada do solo em uma bacia hidrográfica agrava e desequilibra toda uma cadeia natural onde a água é o principal fator que controla o ambiente e a biota dos terrenos úmidos. Essa ocupação é produto de políticas públicas e dos incentivos governamentais que quase sempre desconsideram os processos naturais (BRITO 2006; CUNHA & GUERRA, 1996). Em vista disso, são necessários levantamentos dos fatores físicos e da biodiversidade das áreas úmidas para dar sustentação aos programas de manejo e conservação desses ecossistemas.

A intervenção humana sobre os ambientes úmidos provoca mudanças no comportamento dos recursos hídricos, por meio da prática agrícola, o desmatamento, a mineração, a pecuária intensiva e a expansão urbana (ARAÚJO et. al., 2008).

Desta forma, quando terras úmidas naturais são substituídas por atividades antrópicas estas podem sofrer desequilíbrios ambientais, com a entrada de novas espécies de predadores, de plantas e também com a inclusão dos agrotóxicos, ou seja, produzindo uma completa

transformação e fragmentação de suas condições originais (DUARTE DA SILVA & TAVARES, 2007; COSTA, 2003)

A evolução e a dinâmica das áreas úmidas podem ser estudadas no contexto de bacias hidrográficas que é uma unidade natural importante para os estudos sócio-ambientais. Entende-se como bacia hidrográfica, uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial constituído por canais de drenagem interligados (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Nessa perspectiva, o estudo da dinâmica ambiental de uma bacia hidrográfica é uma importante ferramenta, pois fornece subsídios para o manuseio dos recursos naturais de uma determinada área. De acordo com Christofolletti (1980) os fatores naturais interagem entre si, originando processos inter-relacionados de acordo com as características de seus componentes como substrato geológico, formas de relevo, tipos de solos e o regime hidrogeológico que definem paisagens geográficas naturais. Esses ambientes quando sofrem a ação humana provocam diversas alterações. Verificando a Alta Bacia do rio Araguaia, pode-se perceber que ela também sofre ação antrópica.

Sabe-se que a intensificação da agricultura no alto rio Araguaia tem desencadeado a fragmentação das terras úmidas, alterando os processos responsáveis pela manutenção e equilíbrio desses ambientes naturais (CASTRO, et. al., 2004). As áreas úmidas constituem ambientes vulneráveis às ações antrópicas, tendo em vista que são controladas por sistemas naturais complexos (CHRISTOFOLETTI, 1999). Desse modo, as terras úmidas do alto rio Araguaia devem estar sendo impactadas por essas ações, entretanto pouco se conhece sobre o grau de degradação destas áreas.

Com essa visão ambiental, propõe-se nessa pesquisa um estudo que vise a preservação das áreas úmidas, em função destas constituírem ambientes naturais com gênese e dinâmicas particulares que estão sendo impactados pela evolução do uso e ocupação do solo, ocorridas nos últimos anos. Para avaliar de forma sistemática as tipologias e fragmentação das terras úmidas em ambiente de Cerrado escolheu-se como área de pesquisa, as sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas no âmbito da Alta Bacia do rio Araguaia no sudoeste goiano.

Para realizar essa tarefa, o trabalho está dividido em três capítulos: o primeiro capítulo faz uma caracterização geral da Alta Bacia do rio Araguaia e remete a escolha das sub-bacias na área de pesquisa. O segundo enfoca a identificação, delimitação e classificação das tipologias de terras úmidas, utilizando as métricas da ecologia da paisagem para fins de compreensão de suas tipologias. O terceiro faz um breve histórico de ocupação da região; em seguida aborda a evolução do uso da terra em áreas úmidas entre os anos de 1965 e 2008; e o

estudo comparativo da fragmentação em áreas úmidas nos anos de 1975 e 2008, com uso do FRAGSTATS 3.3 nas sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas.

OBJETIVO GERAL

Caracterizar as tipologias de terras úmidas das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas e avaliar o estado de fragmentação ao qual as áreas úmidas destas sub-bacias estão submetidas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar, classificar e quantificar as tipologias das terras úmidas contidas nas sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas;
- Identificar e quantificar as áreas úmidas das sub-bacias escolhidas impactadas pela agricultura, pecuária extensiva e pela urbanização;
- Elaborar mapas temáticos das tipologias e do estado de fragmentação das terras úmidas em foco;

METODOLOGIA

Inicialmente, elaborou-se a carta-base da Alta Bacia do rio Araguaia e da sua localização no Estado de Goiás. Para a definição da área total deste estudo utilizou-se o critério de delimitação de uma bacia hidrográfica, como sendo a unidade mínima da paisagem onde todas as inter-relações entre solo-espécie vegetal-água-atmosfera ocorrem (BERTONI & NETO, 1999). Assim, considerou-se a delimitação da Alta Bacia do Rio Araguaia e também das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas que compõem a área da pesquisa.

Os produtos cartográficos relevantes para Alta Bacia do rio Araguaia contemplou as seguintes folhas em formato digital: Barra do Garças, Folha SD-22-Y-D; Guiritinga, Folha SE-22-V-A; Iporá, Folha SE-22-V-B; MTS Belos, Folha SE-22-X-A; Mineiros, Folha SE-22-V-C; Jataí, Folha SE-22-V-D; e P. N. Emas, Folha SE-22-Y-A (escala 1:250.000); as quais contêm informações relativas à base planialtimétrica, drenagem, sistema viário, área urbana, e

outros aspectos. Os produtos cartográficos foram obtidos no *site* do SIEG¹ – Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas.

A seguir elaborou-se mapas temáticos para Alta Bacia do rio Araguaia de localização da área de estudo, rede de drenagem, geologia, geomorfologia, hipsometria, declividade e solos nas escalas de 1:250.000 e 1:500.000, utilizando o software ArcGis 9.2. Estas cartas bases foram armazenadas na forma de dados espaciais, em sistema vetorial, o qual é composto por linhas, pontos e polígonos, e por um conjunto de pares de coordenadas “x e y”, em formato shp, dbf, shx.

A base cartográfica do mapa hidrográfico da Alta Bacia do rio Araguaia está disponibilizada pelo IBGE² (2009), no formato shp, na escala 1:100.000. Para o mapa das unidades geológicas da Alta Bacia do rio Araguaia utilizou-se os produtos cartográficos na escala 1:250.000, ambos foram retirados do *site* do SIEG.

O mapa das unidades geomorfológicas da Alta Bacia do rio Araguaia, no *software* Corel Draw 12 foi disponibilizada por Faria (2006). A compilação e delimitação do lado goiano da Alta Bacia do rio Araguaia foram efetuados nesse software, bem como as demais sub-bacias do rio Babilônia e rio Piranhas. Logo após, foi transformado no formato DXF – AUTOCAD e importado para programa AUTOCAD Map 2004. Nesse programa foi possível colocá-lo na escala real e o cálculo das áreas das unidades geomorfológicas foi realizado utilizando-se a função *list* do *software*.

Para confecção do mapa hipsométrico foram utilizados os critérios propostos por Libault (1975), onde adotou escala altimétrica com intervalo de 200 metros: 900 a 1100m, 700 a 900m, 500 a 700m, 300 a 500m, 100 a 300m. A extensão das áreas dos compartimentos altimétricos também foi extraída da tabela do *software* ArcGis 9.2. Esta ferramenta serviu de apoio para análise do mapa de declividade aplicada junto com o modelo digital do terreno.

Elaborou-se o modelo digital do terreno (SRTM³ - *Shuttle Radar Topography Mission*) para Alta Bacia do rio Araguaia. A imagem SRTM com resolução de 90m foi processada em ambiente digital no *software* ArcGis 9.2, os procedimentos vão desde a transformação dessa imagem para o formato de grade triangular até a geração de curva de nível com intervalo de 100 metros (equivalente a escala 1:250.000). Na seqüência houve a geração de modelo digital do terreno, modelo de sombreamento e modelos tridimensionais representando a superfície, vistos em três dimensões, que permitiu uma melhor análise

¹ <http://www.sieg.go.gov.br/>

² www.sieg.go.gov.br

³ <http://srtm.csi.cgiar.org/>

morfológica da área. Esse modelo armazena dados de altimetria que gerou o mapa de declividade.

A elaboração do mapa de declividade na escala 1:250.000 gerado a partir da imagem SRTM, serviu de apoio para análise ambiental para Alta Bacia do rio Araguaia, na identificação das terras úmidas representadas pela declividade 0 a 8%, e também para as análises ambientais dos compartimentos geomorfológicos e de solos. As declividades foram definidas e agrupadas de acordo com as normas para áreas úmidas, estabelecida pela Resolução conjunta IBAMA/ SEMA/IAP (Nº 005, de 28 de março de 2008. Artigo 5º) que são: 0 a 8% de declividade (Relevo plano a suave ondulado); 8 a 20% de declividade (Relevo ondulado); e 20 a 45% e acima de 45% de declividade (Relevo forte ondulado). E para definir o dimensão de todas as áreas com seus respectivos declives, transformou-se a imagem (Raster) em vetorial, utilizando o *software* ArcGis 9.2, e os dados extraídos da tabela desse software.

Para a caracterização das classes de solos ocorrentes na área da Alta Bacia do rio Araguaia (escala 1:250.000) adaptou-se a nomenclatura EMBRAPA (1999) e de REATTO et. al. (2008).

Para os mapas temáticos citados acima, realizou-se vários cruzamentos digitais, via Geoprocessamento, utilizando o *software* ArcGis 9.2, e a ferramenta *intersect*, na escala 1:250.000. É fundamental a utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) para análise ambiental, pois permite uma adequada representação dos dados, cruzamentos e cálculo da área. Além disso, a estruturação dos dados em SIG permitiu obter inúmeros dados específicos de detalhes e reprodução de novas informações.

Para análise linear da rede hidrográfica foi efetuada uma somatória dos números totais dos canais fluviais ao longo das linhas de escoamento, na escala 1:100.000, através da tabela do ArcGIS 9.2 utilizando item “*Statistics*”.

A Densidade de Drenagem foi calculada através da fórmula $Dd = L/A$ (onde Dd= densidade da drenagem; L= comprimento total dos canais fluviais em km; e A= área estudada em km²) (CHRISTOFOLETTI, 1980, 115p.). Os dados do comprimento total dos canais e da área da bacia (Projeção *South America/ Albers Equal Conic*) foram extraídos da tabela do ArcGIS 9.2.

Para sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas foram elaborados os mapas temáticos de geologia, geomorfologia, solos, hidrografia, hipsometria, declividade e o modelo digital do terreno (escala 1:250.000), a partir das cartas bases elaboradas para Alta Bacia do rio Araguaia. Em seguida, delimitaram-se as áreas úmidas das sub-bacias (rios Babilônia e

Piranhas), foram utilizadas imagens do sensoriamento remoto para segmentação e classificação, de modo a extrair as informações referentes aos impactos ambientais ocorrente nas sub-bacias estudadas.

Como foi citado anteriormente, além do levantamento dos fatores naturais da área de estudo, delimitaram-se as áreas úmidas, isso envolveu a interpretação de documentos aerofotográficos, considerados importantes para subsidiar essa pesquisa. As fotografias aéreas são do período de 1965 - Projeto AF – 63-32, na escala 1:60.000, disponível pelo Órgão federal da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Com base nestas fotografias identificou-se e caracterizou-se a vegetação de áreas úmidas presentes nas duas sub-bacias, com apoio nos conceitos básicos proposto por Ribeiro & Walter (1998) e IBGE (1992). Escolheu-se esse período por ser aquele disponível para a fase que antecede a ocupação demasiada na região das sub-bacias estudadas, dos rios Babilônia e Piranhas.

Na interpretação dessas imagens aéreas utilizou-se o conjunto de fotografias aéreas do Projeto AF-63-32, na escala de 1:60.000, contidas nas Folhas: Itaquari: Índice 2366; Alto Araguaia: Índice 2328, Portelândia: Índice 2329; Bom Jardim de Goiás: Índice 2250; Piranhas: Índice 2251; Ribeirão Paraíso: Índice 2290; Caiapônia: Índice 2291 e Serra do Caiapó: Índice 2331, cujos sobrevôos foram realizados entre os meses de maio a junho de 1965.

Para identificação e delimitação dessas áreas úmidas aplicaram-se os métodos e parâmetros ecológicos do Projeto do RADAMBRASIL (BRASIL, 1983), Ribeiro & Walter (1998) e IBGE (1992). A metodologia traçada pelo Projeto RADAMBRASIL baseia-se no levantamento fisionômico-ecológico da vegetação. Então, se procurou adaptar a metodologia dessa pesquisa para a identificação das tipologias das áreas úmidas considerando a fotointerpretação os elementos de reconhecimento dos seguintes fatores: tonalidades/ cor e texturas, formas topográficas, sombra, a qual contribuiu para identificar a altura e o tipo vegetação, no entanto pode encobrir detalhes importantes de elementos, como várzeas e brejos sob as copas e o padrão (rede de drenagens). Esses elementos de reconhecimento são citados pelos seguintes estudiosos: Marchetti & Garcia (1977), Brasil (1983), Politano (1994), Soares et. al. (2003), Anderson (1982), Coelho (1973).

Primeiramente, desenvolveu-se um trabalho manual, com emprego de fotografias aéreas verticais pancromáticas (preto e branco), de 23x23cm em escala 1:60.000. A partir dessas fotografias montaram-se os mosaicos com auxílio do foto-índice. Em seguida, fez-se o reconhecimento e a localização das áreas das sub-bacias com auxílio de um mapa de drenagem impresso (analógico) com as respectivas drenagens principais. Partindo do

princípio da utilização do instrumento estereoscópico e do papel poliéster (*overlay*) na superposição de par de fotografias aéreas fez-se a delimitação. A análise tridimensional, através de estereoscópico, é necessária para visualizar os elementos de reconhecimento geomorfológico como vertentes, vales e drenagens para o reconhecimento das fitofisionomias das terras úmidas (visto que a vegetação é uma das formas de se identificar as áreas úmidas). Essas imagens permitem a visualização da vegetação e da morfologia em três dimensões, permitindo que o observador delimitasse esses terrenos através das diferenças de altitude, adensamento dos fragmentos florestais e características vegetacionais. Há certa dificuldade em analisar determinadas fotografias aéreas, pois elas sofreram alteração na cor (esbranquiçada), marcadas pelo tempo, ou seja, devido às mesmas serem produzidas em 1965.

Dentre os elementos de reconhecimento das terras úmidas, na fotointerpretação, identificou-se duas tipologias: a Floresta Ciliar e o Campo Úmido, ambos acompanham ou estão próximos aos cursos d'água. A primeira, denominada vegetação arbórea constituída por uma cobertura vegetal de mais fácil identificação, devido a sua localização espacial acompanhando as redes de drenagens. Essa apresenta uma vegetação densa com tonalidade cinza-escuro de textura bastante rugosa, e uniforme em função do adensamento das copas (BRASIL, 1983; SOARES et. al., 2003) sobre um relevo plano a suave ondulado. Devido à densidade dessa vegetação, expostas nas imagens aéreas e pela escala, as fitofisionomias da mata ciliar, mata galeria, veredas e buritizais localizados nos fundos de vales e cabeceiras de drenagens são de difícil delimitação entre um tipo e outro (RIBEIRO & WALTER, 1998; OLIVEIRA-FILHO, 1989; RIBEIRO et. al., 1982), por isso esse conjunto fitofisionômico foi agrupado.

A segunda tipologia, Campo Úmido tem suas limitações apresentadas pela topografia tridimensional observada nas fotografias aéreas. Esse limite é reconhecido pela altitude, declividade, pela topografia plana a suavemente ondulada e próxima à drenagem, com tonalidade cinza-claro refletido pela influência do teor de água (essas mesmas formações em período seco refletem tom escuro) e textura lisa. As fitofisionomias reconhecidas pertencem às formações campestres (Campo Limpo Úmido e Campo Sujo Úmido) e são representadas por área com ausência completa de árvores onde predominam um tapete graminoso (gramíneas) e também, apresentam em alguns trechos, pontos de fragmentos das espécies *herbáceo-arbustiva* misturando-se ao Campo Limpo Úmido. A distinção dessas fitofisionomias na escala da fotografia aérea é quase imperceptível, por isso essas espécies foram agrupadas.

Enquanto, as lagoas por sua vez foram diagnosticadas, porém não computadas, e encontrava-se em zonas deprimidas ou planície de inundação, como também em algumas áreas próximas às cabeceiras de drenagens. Estas apresentam feições anelares, assimétricas, de coloração escura e com bordas arenosas (tons claros), conforme procedimentos adotados por Soares et. al. (2003) e Brasil (1983).

Foram então identificadas as vegetações que englobam as áreas úmidas que são: as Formações Florestais (Mata Ciliar e Mata Galeria) entrelaçadas a uma densa vegetação das Formações Savânicas (Veredas e Buritizal) e as Formações Campestres (Campo Limpo Úmido, Campo Sujo Úmido e lagoas), além dos brejos, várzeas e as lagoas. Esses dados foram agrupados em duas tipologias: Floresta Ciliar (com destaque para mata ciliar/ galeria, veredas, buritizal, brejos e várzeas) e o Campo Úmido (com destaque para Campo Limpo Úmido, Campo Sujo Úmido e lagoas). O agrupamento das fitofisionomias justifica-se em função da escala de análise regional 1:250.000.

Com auxílio do Geoprocessamento, transferiu-se o mapeamento analógico das classes de áreas úmidas para o meio digital, através do scanner. De posse dos dados digitais, com os *overlays* das áreas úmidas das sub-bacias, montou-se o mosaico (dos *overlays*), no *software* Corel Draw 12, e posteriormente, exportado no formato TIF (Bitmap TIFF). Na etapa seguinte, com uso do AUTOCAD MAP 2004, importaram-se os diferentes mosaicos das áreas úmidas através da ferramenta Map/ Image/ Insert image. Em seguida, com a base da rede de drenagem principal (georreferenciada) de cada sub-bacia, analisaram-se as feições contidas nessa drenagem, e comparou com os traços dos cursos d'água dos mosaicos. Tomou-se nota de todas as coordenadas com feições semelhantes às drenagens. Logo, o mosaico de cada sub-bacia foi movido para a coordenada da feição correspondente a drenagem local, através da ferramenta "Move", especificando na base do ponto de coordenada no mosaico e digitou-se a coordenada específica de cada ponto correspondente. Então, o mosaico é lançado para coordenada específica junto à base da rede de drenagem da sub-bacia. Assim, esse procedimento foi feito até completar todo o mosaico das sub-bacias (rios Babilônia e Piranhas). Posteriormente, foram ajustados e corrigidos os mosaicos contendo os fragmentos que compõem as áreas úmidas junto às drenagens. E, então foram criados layers (camadas) para separar as diferentes tipologias de terras úmidas e em seguida digitalizadas as classes. Na etapa seguinte, após a digitalização, utilizando o Auto desk AUTOCAD 2004, as diferentes tipologias de terras úmidas foram convertidos para "Shape" (shp), do S.I.G ENRI GIS 9.2.

De posse dos arquivos (shp) e com auxílio do *software* ArcGis 9.2, definiu o sistema de projeção UTM (Universal Transverse de Mercator) *datum* SAD69 (fuso 22S) para as áreas

úmidas das sub-bacias (rios Babilônia e Piranhas). Após esta etapa, foi utilizado o método de interpretação visual, via tela do computador, das classes de áreas úmidas e realizando seus cruzamentos com os mapas temáticos de geologia, geomorfologia, solos, altimetria e de declividade (0 a 8% de declive).

Especificamente, a análise do uso e ocupação do solo e elaboração dos mapas temáticos para duas sub-bacias deu-se a partir da segmentação e classificação de imagens de satélites temporais (1975 e 2008) disponibilizadas pelo catálogo do INPE⁴ (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais): LANDSAT 1 MSS (composição colorida: R5G7B4) com resolução de 80 metros, referente ao dia 16/06/1975 e LANDSAT 5 TM (composição colorida: R5G4B3), resolução 30 metros, obtida no dia 29/06/2008, todas correspondentes a período da seca. (Órbita/Ponto): 240/071, 240/072, 240/073 239/071, 239/072 (1975); e 224/071, 223/071, 222/071, 224/072, 223/072, 224/073 (2008). As imagens de satélites foram georreferenciadas no *software* ENVI 4.3, que também possibilitou efetuar o mosaico.

Para o mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo dos anos de 1975 e 2008, das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas utilizou-se *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) o qual está disponível no *site* do INPE⁵. O *software* serviu para efetuar a segmentação das tipologias das terras úmidas e do uso e ocupação da terra.

Este aplicativo computacional foi utilizado nas etapas dos processos de importação das imagens de satélites (LANDSAT 1 MSS e LANDSAT 5 TM) georreferenciadas. Logo, realizou-se a segmentação, que segue alguns critérios exigidos pelo *software* como optar por crescimento de regiões, sendo que a agregação das regiões é feita pelos critérios de similaridade e de área aos quais foram atribuídos os valores de 30 e 100. Estes valores foram os melhores para agrupar as regiões contínuas, similares, a partir de pixels individuais (EARTHAL et. al., 1991).

Após essa etapa, no *software* ArcGis 9.2, organizou-se a classificação da cobertura vegetal e do uso da terra nos anos de 1975 e 2008. A transformação da imagem gerada em modo matricial (no Spring) foi feita num formato vetorial, com auxílio das ferramentas: convert/ Raster to Features. Assim, gerou-se um mapa em ambiente digital, em que foi atribuído para cada categoria um tipo de uso, e foi possível quantificar as classes de usos encontradas. Essas classes de uso dos segmentos correspondentes foram mapeadas visualmente por meio da sobreposição no aplicativo do sistema de informação geográfica do

⁴ <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>

⁵ <http://www.dpi.inpe.br/spring/>

recorte da imagem com mapa vetorial da segmentação. Considerando a composição colorida (RGB) das imagens para orientar na análise com seguintes fatores: forma, textura, cor e o relevo, conforme Florenzano (2002). Essa técnica possibilitou fornecer informações de natureza espacial sobre a qual foram identificadas as áreas úmidas, segundo a classificação adotada por Ribeiro & Walter (1998), e agrupadas conforme a especificação anterior (Floresta Ciliar e Campo Úmido) e de uso antrópico: Agricultura, Pastagem e Área Urbana. O quadro 1 descreve as categorias, as quais se referem as tipologias das terras úmidas, agricultura, pastagem e área urbana utilizados na pesquisa.

Quadro 1– Descrições das Classes do Uso da Terra das Sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas, mapeados nos anos de 1975 e 2008.

TIPOLOGIA DE TERRAS ÚMIDAS	DESCRIÇÃO
Floresta Ciliar	Caracterizado pela mata ciliar, mata galeria, veredas, buritizal, várzeas e brejos.
Campo Úmido	Caracterizado pelo Campo Limpo Úmido, Campo Sujo Úmido e lagoas.
USO DA TERRA	DESCRIÇÃO
Agricultura	Área destinada a plantios de culturas agrícolas anuais/ ou temporárias
Pastagem	Área coberta por espécies forrageiras desprovida de vegetação de porte arbóreo
Área urbana	Caracterizada pelas edificações contínuas ou simétricas.

Org.: FONSECA, C. A. B., 2009.

É importante ressaltar que as tipologias de terras úmidas são divididas em: 1) Floresta Ciliar que consiste na vegetação arbórea que acompanha os cursos d'água, a qual agrupa as fitofisionomias da mata ciliar/ galeria, veredas, buritizais, várzeas e brejos. Em vista que estas fitofisionomias não foram individualizadas, pois tanto na fotografia aéreas quanto na imagem de satélite suas assinaturas espectrais se misturam em uma só tonalidade; 2) Campo Úmido onde estão incorporados o Campo Limpo Úmido, Campo Sujo Úmido e lagoas, que mesmo tendo diferenças nas fitofisionomias foram agrupadas por uma questão de escala regional de análise. A área de solo exposto foi agrupada na classe de pastagem, considerando este procedimento adequado, por ser o solo exposto uma das fases do ciclo das culturas e pastagem. Para diferenciar Campo Úmido da pastagem nas imagens de satélite, a pastagem apresenta verde-claro e geométricos quando havia plantações de pequenos portes por cultivos cíclicos. E a classe da agricultura foi definida pela geometria e pela coloração verde-claro a escuro e em função das características: culturas anuais e perenes (conforme WATRIN, 1994; FLORENZANO, 2002). Com base nas informações obtidas foi possível gerar mapas temáticos do uso da terra em áreas úmidas.

Para a análise dos parâmetros espaciais das tipologias de terras úmidas (Capítulo 2) e do uso e ocupação da terra em áreas úmidas (Capítulo 3) foi utilizado o *software* FRAGSTATS 3.3 (Geoestatística). Esse *software*, segundo McGarigal & Marks (1995) é uma

ferramenta utilizada na composição da ecologia da paisagem, pois através dela é gerada uma análise espacial métrica, tornando-se possível quantificar a estrutura da paisagem e analisar as relações existentes entre seus elementos.

Nessa etapa converteram-se os arquivos dos mapas temáticos em *raster* exportando para ASCII e, posteriormente foram submetidos ao *software* FRAGSTATS 3.3 para análise do grau de fragmentação das unidades da paisagem relacionadas às tipologias de terras úmidas (Floresta Ciliar e Campo Úmido) e aos diferentes tipos de usos da terra em áreas úmidas (agricultura, pastagem e área urbana). Esse software analisa a estrutura da paisagem usando mais de 50 métricas da mesma classe, realizando pesquisa na imagem para buscar fragmentos contíguos de cada tipo, para calcular um conjunto de dados encontrados na paisagem e o índice baseados nos fragmentos encontrados. Nessa pesquisa, trabalhou-se com métricas ao nível de classes (*Class Metrics*).

A métrica de classes, segundo McGarigal & Marks (1995), faz uma integração de todos os fragmentos de uma mesma classe. Portanto, essa integração pode ser obtida pela simples média dos fragmentos individuais, ou mesmo através de um método que toma conta além da média, o tamanho médio do fragmento e o número de fragmentos. Ou seja, essas métricas das classes permitem analisar e quantificar separadamente cada classe de fragmento na sua configuração espacial (COUTO, 2004), por meio de uma matriz. O quadro 1 mostra a especificação de cada métrica utilizada na pesquisa.

Quadro 2– Descrições das Métricas da Ecologia da Paisagem.

MÉTRICAS DA PAISAGEM	UNIDADE	DESCRIÇÃO
CA (Área da Classe)	km ²	Área da Classe: é a soma da área de todos os fragmentos da classe
PLAND (Porcentagem do fragmento)	%	Porcentagem do Fragmento: porcentagem de fragmento da mesma classe na paisagem
NP (Número de Fragmento)	Discreta	Número de Fragmentos: número de fragmentos existente da classe
PD (Densidade de fragmentos)	Contínua	Densidade de Fragmentos: número de fragmentos da classe em 100 km ² de paisagem
TE (Comprimento Total das bordas dos fragmentos)	m	Comprimento Total das bordas dos Fragmentos: é soma de todas as bordas da classe
ÁREA_MN (Tamanho médio dos fragmentos)	km ²	Tamanho Médio dos Fragmentos: área média do fragmento
CIRCLE_MN (Índice de circularidade)	Contínua	Índice de Circularidade: é igual a 1 menos a área do fragmento dividido pela área do menor círculo circunscrito (Quanto mais próxima de 1 mais alongado é o fragmento)
ENN_MN (Distância média entre os fragmentos vizinhos)	m	Distância Média entre os Fragmentos Vizinhos: é igual à distância (m) pra o próximo fragmento vizinho do mesmo tipo na menor distância de borda a borda.

Fonte: FRAGSTATS 3.3 (Manual) (MCGARIGAL & MARKS, 1995).

No âmbito científico, a ecologia da paisagem, segundo Metzger (2001) é considerada uma nova área de conhecimento dentro da ecologia, e caracterizada pela existência de duas

principais abordagens: uma geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território; e a outra ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a importância destas relações em termos de conservação biológica.

O estudo da ecologia da paisagem, segundo Amaral et. al. (2009) é um pré-requisito para compreensão das mudanças ocorridas em função do processo de substituição de paisagem naturais por outros tipos de usos da terra. Fazendo estudo específico utilizando as técnicas do Geoprocessamento via Sistema de Informações Geográficas, Sensoriamento Remoto e a mediação da ferramenta da ecologia da paisagem, contida no programa FRAGSTATS 3.3, tem-se um auxílio estratégico na informação sobre as condições em se encontravam a região em 1965 e 2008.

Utilizando a ferramenta anteriormente citada, organizou-se um estudo comparativo das áreas fragmentadas das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas, no período de 1975 e 2008, através da classificação das imagens de satélites. Neste foram efetuados cálculos das distribuições de cada classe, que possibilitou analisar de forma separada os fragmentos de uso da terra e cobertura vegetal das sub-bacias pesquisadas.

Para análise das mudanças ocorridas nos períodos temporais (1975 e 2008), tanto na execução como na comparação das métricas de paisagem geradas no FRAGSTATS foi necessária a adequação das imagens para que tivessem a mesma resolução espacial. Dentro da proposta metodológica de Guisard (2006) para as análises de dados gerados no *software* FRAGSTATS 3.3, as informações tiveram que ser compatibilizadas com as resoluções das imagens provenientes dos sensores com resoluções espaciais diferentes, como MSS e TM, cujo pixel para MSS a resolução espacial é de 80 metros e a TM é de 30 metros.

Para efeito de análise desses dados quando estes se referem à compatibilização das resoluções das imagens, degradou-se a resolução da imagem TM de 30 metros para 80 metros de resolução, bem como os dados gerados para o mapa das áreas úmidas das duas sub-bacias estudadas. Para a degradação das imagens no programa FRAGSTATS 3.3 criou-se um plano de informação com resolução de 80 metros. Esse tipo de dado é gerado no momento em que se importam as imagens para esse plano de informação.

As métricas da ecologia da paisagem, segundo McGarigal & Marks (1995) têm suas limitações impostas pela escala de investigação. Esses limites são afetados pela resolução da imagem, e podem ser críticos no reconhecimento do tamanho mínimo do fragmento como da extensão da paisagem, estabelecendo assim, os limites inferiores e superiores de resolução para a escala de análise da composição da paisagem bem como a sua configuração.

No decorrer da pesquisa, devido à grande quantidade de dados aliados à necessidade de georreferenciamento e maior precisão dos resultados, recorreu-se a utilização de técnicas de Geoprocessamento e os seguintes *softwares* para concluir as análises ambientais das terras úmidas como: ENVI 4.3, SPRING 4.3, AUTOCAD Map 2004, Corel Draw 12, FRAGSTATS 3.3⁶ e ArcGis 9.2 (S.I.G.- *Sistema de Informações Geográficas*), este último, serviu para elaboração, cruzamento de dados, cálculo das áreas e finalização dos mapas temáticos.

⁶ http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats_downloads.html

1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA – SEGMENTO GOIANO

1.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Alta Bacia do rio Araguaia localiza-se no sudoeste goiano e corresponde a uma área de 38.547,63 km² situado entre as Latitudes 15° 19' 44" S e 18° 07' 00" S e Longitudes 50° 00' 00" W e 53° 21' 52" W. Esta área é composta por 07 sub-bacias hidrográficas: rio Babilônia, rio Diamantino, rio do Peixe, rio Piranhas, rio Caiapó, rio Claro, e parte da sub-bacia do Rio das Garças e seus afluentes (Tabela 1 e Figura 1).

Nessa área encontram-se 31 municípios goianos, sendo que destes, 23 tem seu território totalmente dentro da bacia hidrográfica, e outros 08 municípios têm parte significativa do seu território dentro da região: Mineiros, Santa Rita do Araguaia, Portelândia, Doverlândia Caiapônia, Baliza, Bom Jardim de Goiás, Piranhas, Aragarças, Montes Belos de Goiás, Jussara, Arenópolis, Diorama, Iporá, Palestina de Goiás, Amarinópolis, Ivolândia, Paraúna, Cachoeira de Goiás, Aurilândia, São João da Paraúna, Firminópolis, São Luiz de Montes Belos, Moiporá, Israelândia, Jaupaci, Fazenda Nova, Córrego do Ouro, Buriti de Goiás, Sanclerlândia e Mossâmedes.

Tabela 1- Quantitativo das sub-bacias da Alta Bacia do rio Araguaia, em Goiás (sentido sul-norte)

SUB-BACIAS	Área (km ²)	Área (%)
Rio Claro	12.053,28	31,27
Rio das Garças	809,57	2,10
Rio Caiapó	8.301,60	21,54
Rio Piranhas	4.606,97	11,95
Rio do Peixe	6.754,60	17,52
Rio Diamantino	3.342,25	8,67
Rio Babilônia (Setor Sul)	2.679,36	6,95
Alta Bacia do Rio Araguaia	38.547,63 km²	100%

Fonte: Cálculo baseado nas áreas da Alta Bacia do rio Araguaia e suas sub-bacias.

1.2. ASPECTOS FÍSICOS DA ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA – ESTADO DE GOIÁS

1.2.1. CLIMA

A área de estudo está inserida no Bioma Cerrado a qual possui clima classificado Köppen do tipo Aw (tropical quente sub-úmido), caracterizado por duas estações bem definidas uma chuvosa (verão) e outra seca (inverno) (RIBEIRO & WALTER, 1998). Essa área apresenta precipitação média anual em torno de 1.500 mm, e desse total, 90% que ocorrem entre os meses de outubro a março. Entretanto, os picos de cheias no alto curso da bacia do rio Araguaia começam no mês de dezembro e podem se estender até abril (SANTANA, 2007; FARIA, 2006).

Esse comportamento da precipitação acontece devido ao encontro das massas de Equatorial Continental com a Polar Atlântica, que são responsáveis pelas chuvas frontais, principalmente, quando acontecem no final da estação da primavera e início do verão (CAMPOS et. al., 2002).

Na Alta da Bacia do rio Araguaia a temperatura do ar apresenta variações expressivas ao longo do ano, decorrente dos fatores físico-geográficos e dinâmicos. De acordo com Dambrós et. al. (1999) as médias máximas oscilam em torno de 30°C com máxima absoluta que pode chegar a 40°C em setembro e outubro. As médias das temperaturas mínimas posicionam-se entre 16°C e 19°C com mínima absoluta podendo chegar a 0°C.

1.2.2. REDE DE DRENAGEM

O rio Araguaia nasce na Serra do Caiapó, na divisa dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, a uma altitude 850 metros. O curso do rio percorre aproximadamente 450 km em direção sul-norte, encaixado sobre rochas Pré-Cambrianas derivadas de sedimentos Paleozóicos e Mesozóicos da Bacia Sedimentar do Paraná (LATRUBESSE & CARVALHO, 2006). Formaram-se nessa área paisagens geográficas com elevação que variam de 100 a 1.100 m.

Segundo trabalhos realizados por Castro et. al. (2004), Castro (2005), Latrubesse & Carvalho (2006), Santana (2007) e Faria (2006) a Alta Bacia apresenta declive maior nas nascentes do rio Araguaia, deparando com trechos com cachoeiras e corredeiras relacionadas

aos falhamentos e soleiras basálticas. No seu curso principal formam-se ilhas, e em algumas partes do segmento apresentam-se meandros e também canal único.

Ainda, segundo Latrubesse & Carvalho (2006) as planícies do rio Araguaia são bem desenvolvidas em diversas unidades, e distribuídas em formas de padrão meandriforme, tais como: espiras de meandros e meandros abandonados formando lagoas e várzeas ao longo dos cursos principais.

Ainda, esses mesmos autores ressaltam que, a Alta Bacia do rio Araguaia caracteriza-se por um padrão de drenagem predominantemente dendrítico (Figura 2). As formas oriundas do controle estrutural associado aos traçados dos arranjos de inúmeros canais fluviais que revelam um relevo dissecado, com formas onduladas, com elevação não muito proeminente, de topos aguçados em áreas acidentadas e, com vales poucos profundos e abertos em direção a depressão do Araguaia. Dadas as condições climáticas na região, os cursos d'água apresentam-se intermitentes sazonais, aumentando seus volumes nas estações chuvosas.

A rede de drenagem da região engloba um total de 56.663 canais, somam 47.883,28km de extensão. Os principais rios que deságuam no rio Araguaia são: rio Babilônia (80,86 km), rio Diamantino (113,03 km), rio do Peixe (249,39 km), rio Caiapó (345,40 km), rio dos Bois (179,21 km) e o rio Claro (320,93 km).

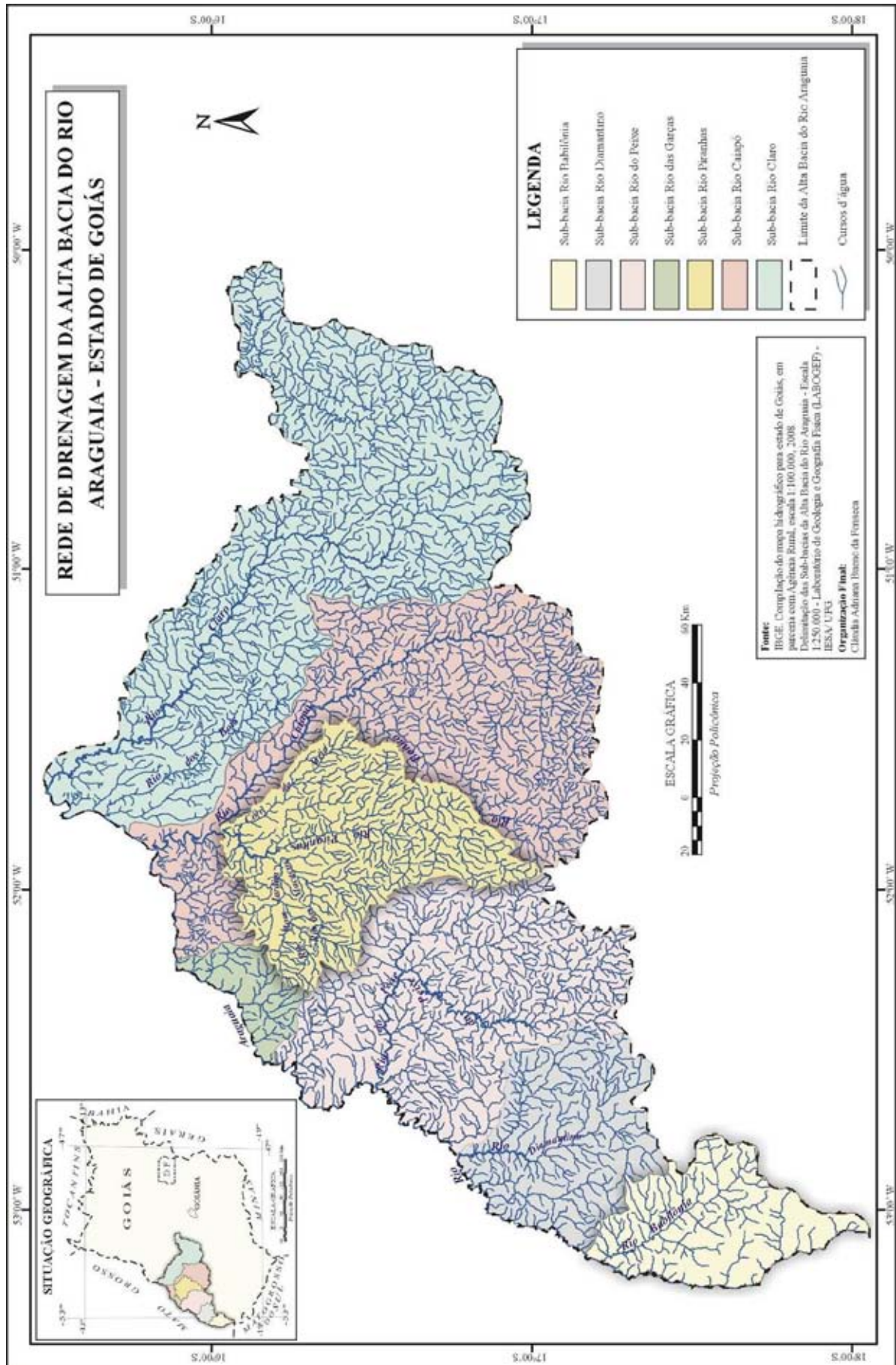


Figura 2 - Mapa da Rede de Drenagem da Alta Bacia do rio Araguaia

1.2.3. GEOLOGIA

A Alta Bacia do rio Araguaia, no sudoeste goiano está inserida na unidade geológica denominada Bacia Sedimentar do Paraná, que recobre unidades do embasamento de idade Pré-Cambriana. As unidades da Bacia Sedimentar do Paraná se depositaram a partir do Devoniano Inferior ou do Siluriano, e estão associadas a rochas intrusivas básicas e aos recentes sedimentos inconsolidados, datada da era Cenozóica que as recobrem (ALMEIDA et. al. 1983; ALMEIDA et. al. 2006)

Existe na região em estudo 28 unidades litoestratigráficas (Figura 3), pertencente aos Grupos: Itararé (29,75%) representada pela Formação Aquidauana (arenitos vermelhos, folhelhos e siltitos); Paraná (24,02%) constituído pelas Formações de Vila Maria, Furnas e Ponta Grossa (arenitos, conglomerados); Passa Dois (1,32%) constituído pelas Formações Irati e Corumbataí (siltitos, folhelhos, sílex e calcários); São Bento (6,28%) engloba as Formações Botucatu e Serra Geral (arenitos eólicos e basaltos); Bauru (0,34%) representada pela Formação Adamantina (arenitos, conglomerados e siltitos). Além da Cobertura Terciária/ e Quaternária como a Formação Cachoeirinha (1,37%), Cobertura Detrito-Laterítica (2,57%), Formação Araguaia (3,07%), Cobertura Arenosa Indiferenciada (0,55%) e Aluviões (2,13%) todas com predomínio de areias finas a grossas, argilas, silte e cascalhos.

Os demais Grupos são de ocorrência local e estão distribuído pela Alta Bacia do rio Araguaia em locais onde ocorreram rochas metamórficas e intrusões magmáticas de composição ácida a ultrabásica, que compreendem 28,6% do total da área. Segundo Lacerda Filho et. al. (2000) agrupa-se nessas unidades uma seqüência de rochas representadas por gnaisses, granitos-gnaisses, gabro-diorítica, micaxisto, anfíbolitos, rochas granitóides em geral, além das ocorrências pontuais de metaultramáficas, metabasalto, metagrabro, entre outras, datada da era Pré-Cambriana.

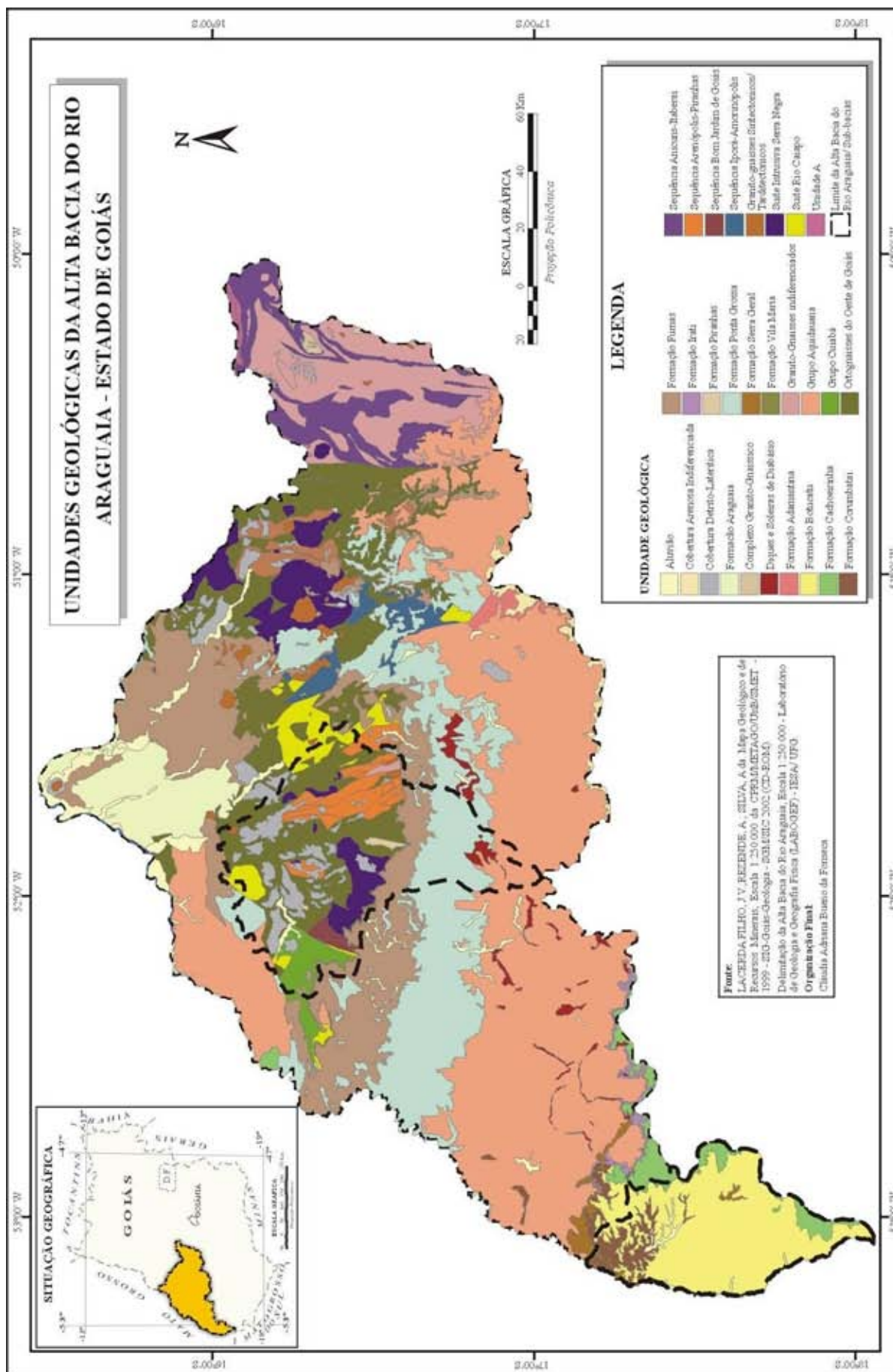


Figura 3 – Mapa das Unidades Geológicas da Alta Bacia do Rio Araguaia

1.2.4. GEOMORFOLOGIA

A geomorfologia da Alta Bacia do rio Araguaia desenvolveu-se sobre as unidades geomorfológicas do Planalto e Chapadas da Bacia Sedimentar Paraná e parte do Planalto Central Goiano (MAMEDE et. al., 1983). O primeiro é compreendido por três compartimentos de relevo denominados Planalto Setentrional da Bacia do Paraná (19,02%), Planalto dos Guimarães Alcantilados (41,46%) e Depressão do Araguaia (24,76%). O segundo compartimento está representado pelo Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba (6,06%) e o Planalto Rebaixado de Goiânia (6,72%) localizado na parte leste da área. Enquanto, a Planície Fluvial (Apf) (1,98%) é resultante da acumulação fluvial, geralmente sujeitas às inundações periódicas ou permanentemente alagadas (Figura 4).

Todos esses compartimentos estão inseridos sobre unidades geológicas da Bacia Sedimentar do Paraná e do embasamento subjacente. O limite superior da área abrange a borda da Serra do Caiapó, apresentando superfície pediplanada sob litologia Pré-Cambriana, Paleozóica, Mesozóica, Cenozóica e Terciária/Quartenária, onde se distinguem modelados de aplainamento, dissecação e de acumulação (MAMEDE et. al., 1983). As características dessas unidades são as seguintes:

O Planalto Setentrional da Bacia do Paraná tem predominância de formas tabulares e convexas, elaboradas por processos de pediplanação, com altimetrias que variam de 350 a 1.000 metros. Enquanto, o Planalto dos Guimarães Alcantilados apresenta dois compartimentos distintos: um superior com altimetrias que variam de 500 a 700 metros e o outro inferior, que abrange cotas altimétricas de 400 a 500 metros, localizado ao norte do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná. Esses compartimentos estão separados pelo *front* da cuesta do Caiapó e mantém contato ao norte com a Depressão do Araguaia.

A Depressão do Araguaia compreende uma superfície rebaixada com altimetrias entre 200 a 300 metros, situada ao norte e oeste da Alta Bacia do rio Araguaia. Essa superfície encontra-se suavemente dissecada em forma predominantemente tabular e convexa. Nesta ocorrem relevos residuais regionalmente conhecidos como “serras” e que fazem parte do Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba. Já o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba foi elaborado sobre granitos pós-tectônicos e em suíte gabro-diorita e esta situado na porção leste da alta bacia limitando com a Depressão do Araguaia.

O Planalto Rebaixado de Goiânia encontra-se na parte leste da alta bacia, nas nascentes do rio Claro, e se apresenta como área de transição entre o Planalto Setentrional da Bacia do Paraná e o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba.

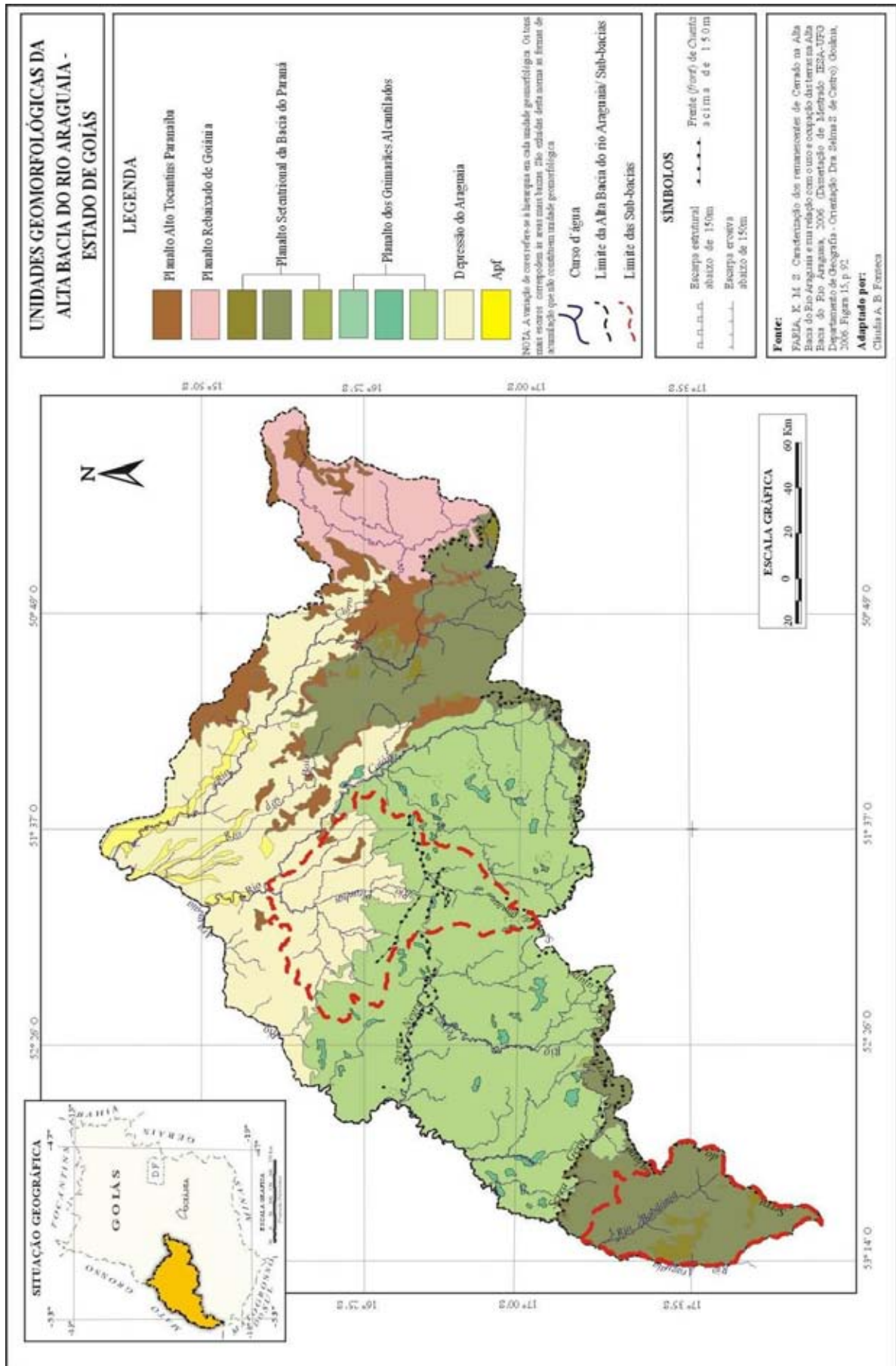


Figura 4 – Mapa das Unidades Geomorfológicas da Alta Bacia do rio Araguaia

1.2.5. ANÁLISE MORFOMÉTRICA

A Alta Bacia do rio Araguaia apresenta, em seu aspecto físico, diferentes formas de relevo elaboradas sobre uma complexa estrutura geológica associada a um padrão de drenagem predominantemente, dendrítico. Nesse sentido, as características dos padrões de drenagem associados às formas de relevo determinam as propriedades do terreno, como infiltração e escoamento das águas pluviais (CHRISTOFOLETTI, 1980). Além de interferirem nas características dos diferentes tipos de solos, através do comportamento hidrológico superficial.

A Tabela 2 mostra a avaliação quantitativa da densidade de drenagem. Segundo Horton (1945) *apud* Christofolletti (1980) a análise da rede de drenagem fornece indicações sobre a relação entre a capacidade de infiltração, permeabilidade, textura dos solos, mudanças na sua estruturação e indicação do grau de dissecação da superfície.

Tabela 2– Densidade de Drenagem da Alta Bacia do rio Araguaia em Goiás

BACIA HIDROGRÁFICA	Densidade de Drenagem (Dd) (km/ km ²)
Sub-Bacia do Rio Diamantino	1,51
Sub-Bacia do Rio Caiapó	1,45
Sub-Bacia do Rio Piranhas	1,44
Sub-Bacia do Rio do Peixe	1,30
Sub-Bacia do Rio das Garças	1,21
Sub-Bacia do Rio Claro	1,01
Sub-Bacia do Rio Babilônia	0,88

Fonte: Cálculo baseado da rede de drenagem (escala 1:100.000) das sub-bacias da Alta Bacia do rio Araguaia.

A sub-bacia do Diamantino é que apresenta maior densidade de drenagem. Esta alta densidade de drenagem está associada à geologia predominante na área, que apresenta rochas pouco permeáveis, constituídas por Diques e Soleiras de Diabásio, Basaltos, Arenitos, Folhelhos, Siltitos. E está também relacionada ao relevo suave ondulado a ondulado com dissecação média e com predominância dos Argissolo Vermelho-Amarelo.

As sub-bacias dos rios Caiapó, Piranhas, Peixe, das Garças e Claro apresentou densidade de drenagem elevada, variando de 1,01 a 1,51 km/ km². A alta densidade de drenagem está associada aos substratos heterogêneos e poucos permeáveis, constituídos por: Alcaligranitos, Diabásios, Gnaisses Graníticos, Filitos, Quartzitos, Xistos, Metabasaltos, Anfibolitos, Dunitos, Granodioritos, Quartzitos Dioritos, Arenitos, Argilitos, Siltitos, Silex e Folhelhos, também está associada às formas de relevos suavemente movimentadas a

movimentadas, sujeitas a diferentes intensidades de processos de dissecação (moderada a forte), com destaque para predominância dos Argissolo Vermelho-Amarelo.

A sub-bacia do rio Babilônia é a que apresenta menor densidade de drenagem, sob relevo plano a suave ondulado. Essa sub-bacia contém extensas áreas com Latossolo Vermelho, geralmente muito porosos, friáveis e bem drenados (EMBRAPA, 1999; REATTO et. al., 2008) associados a uma geologia com predomínio de rochas mais permeáveis originadas do substrato arenoso da Formação Botucatu.

1.2.6. HIPSOMETRIA E DECLIVIDADE

1.2.6.1. HIPSOMETRIA

A partir do mapa hipsométrico gerado para região da Alta Bacia do rio Araguaia definiu-se intervalos de cotas de 200 em 200m e foram individualizados cinco compartimentos altimétricos, na escala 1:250.000. Cada compartimento possui organização e dinâmica própria que permitem distingui-lo dos demais. Na área foram definidas as classes altimétricas na Figura 5.

As áreas correspondentes a cada uma das classes hipsométricas em questão estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização da Hipsometria da Alta Bacia do rio Araguaia em Goiás

COMPARTIMENTO	INTERVALO DE COTAS ALTIMÉTRICAS	ÁREA (%)
1	100 – 300m	1,65
2	300 – 500m	32,28
3	500 – 700m	43,84
4	700 – 900m	21,04
5	900 – 1.100m	1,19
Total		100%

Fonte: Cálculo baseado nas áreas do mapa Hipsométrico para Alta Bacia do rio Araguaia.

Na Tabela 3 e Figura 5 observa-se que o compartimento hipsométrico com maior área no alto da Bacia do Rio Araguaia está situado entre 500 e 700 metros, o qual é limitado ao sul (borda da Serra do Caiapó) por escarpas erosivas com padrão de dissecação média a forte.

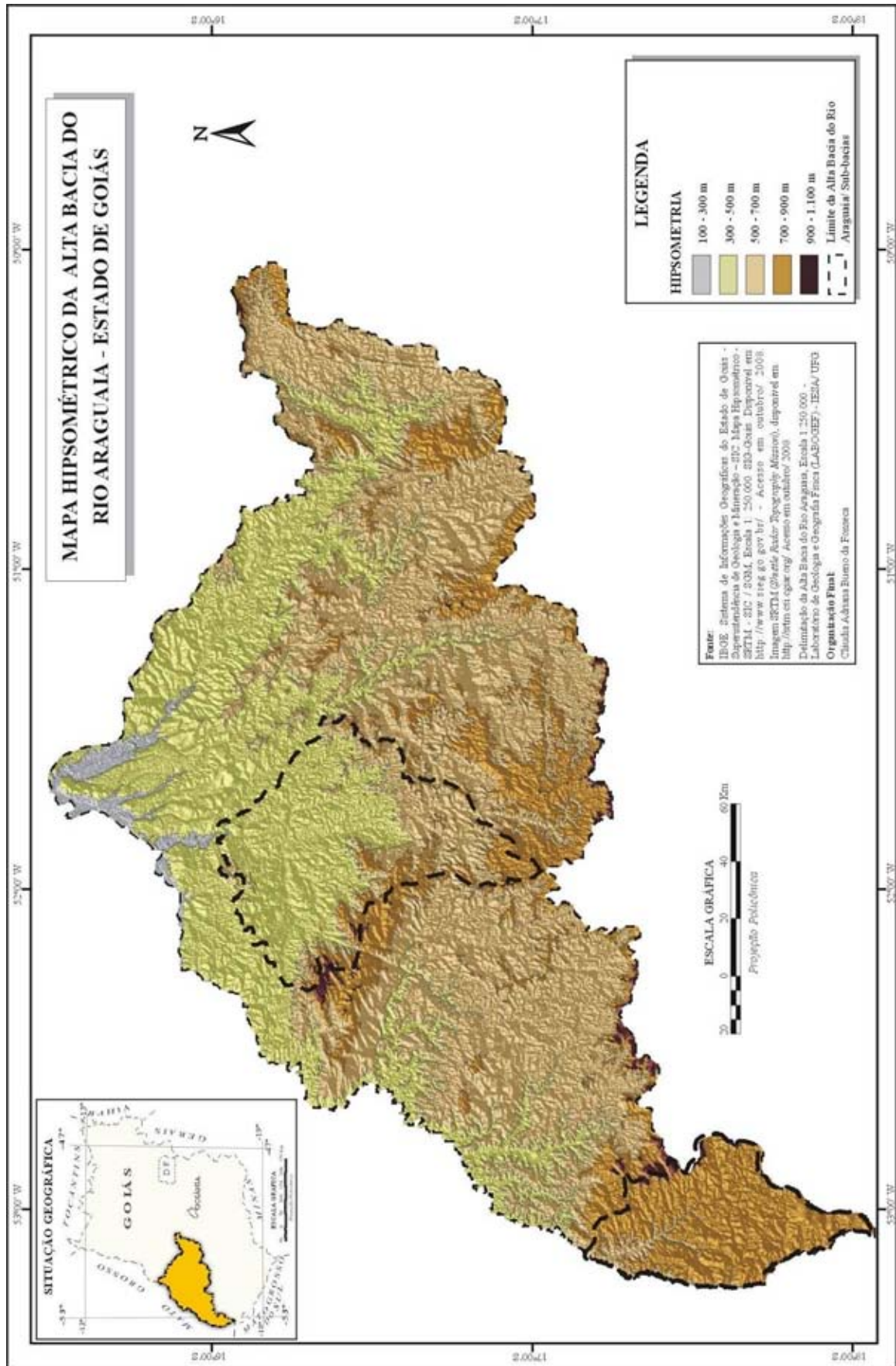


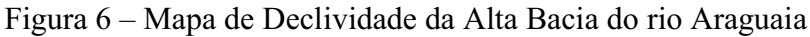
Figura 5 – Mapa Hipsométrico da Alta Bacia do rio Araguaia

Enquanto que o compartimento representado pela altimetria entre 300 a 500m apresenta relevo suavemente ondulado a ondulado sendo caracterizado por um conjunto de morros e colinas de dissecção média a fraca. O compartimento que apresenta variações altimétricas entre 700 e 900m está distribuído por toda a Alta Bacia, principalmente nas encostas da Serra do Caiapó, sobre as superfícies planas e suavemente onduladas onde afloram rochas areníticas eólicas da Formação Botucatu. Este último apresenta padrão de dissecção média a fraca e nas faixas onde ocorrem as Formações Aquidauana e Furnas apresenta padrão de dissecção diferenciado. Já os demais compartimentos onde há predominância de altitudes extremas entre 100 a 300m e 900 a 1.100m correspondem aos compartimentos que ocupam áreas menores. O primeiro compartimento (100 a 300m) está associada às unidades da Formação Araguaia e Aluvião, constituídas por sedimentos inconsolidados recentes, e a uma superfície plana com dissecção fraca associada à presença de lagoas. Enquanto compartimento superior (900 a 1.100m) associa-se a formas mais amplas do tipo tabular, denominadas de chapada, e corresponde a uma faixa que se estende ao longo das bordas das Serras do Caiapó e das Divisões.

1.2.6.2. DECLIVIDADE

As classes de declividade da Alta Bacia do rio Araguaia (Figura 6) foram escolhidas de acordo com as normas para áreas úmidas, estabelecida pela Resolução conjunta IBAMA/SEMA/IAP (Nº 005, de 28 de março de 2008. Artigo 5º), na escala 1:250.000, sendo estas:

- 0-8% (Relevo plano a suave ondulado) onde predomina superfície topográfica plana a suavemente ondulada. Em algumas áreas apresentam-se desnivelamentos muito pequenos, denominadas planície e/ ou chapada. Esta classe corresponde a 84,38% da área da bacia;
- 8-20% (Relevo ondulado) onde predominam superfície relativamente movimentada, constituída por um conjunto de morros e colinas que formam vales encaixados. Esta classe representa 10,60% da área da bacia;
- 20-45% e > 45% (Relevo forte ondulado) onde predomina superfície topográfica movimentada formada por topos aguçados e encostas restritas as escarpas e entrecortadas por vales profundos. Esta classe ocupa 5,02% da área.



1.2.7. SOLOS

Os solos que predominam na região da Alta Bacia do rio Araguaia na escala 1:250.000 estão listados por porcentagem de distribuição na Tabela 4 (Figura 7).

Tabela 4– Caracterização das Classes de Solos da Alta Bacia do rio Araguaia em Goiás

CLASSES DE SOLOS	Área (%)
Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA)	33,76
Latossolo Vermelho (LE)	18,35
Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)	11,62
Neossolos Litólicos (R)	9,91
Neossolos Quartzarênicos (AQ)	10,32
Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (HAQ)	1,44
Cambissolos (C)	13,53
Gleissolos (HGP)	0,63
Plintossolos	0,44
Total	100%

Fonte: Cálculo baseado na área do mapa de Solos da Alta Bacia do rio Araguaia.

Os Argissolo Vermelho-Amarelo ocupam as áreas dissecadas na paisagem. Ocorrem em maior extensão e estão associados a relevos suave ondulados a ondulados. Estes estão distribuídos por toda a região da alta bacia na faixa que vai do SW, NW, NNW, SE, centro e E-W.

Os Latossolos estão distribuídos por toda Alta Bacia do rio Araguaia, nas porções ao Sul (Formação Botucatu), centro e SW (Formação Aquidauana), em algumas manchas na direção centro-oeste (Formação Ponta Grossa e Formação Furnas), ao norte (Formação Araguaia e Formação Furnas) e em pequenas faixas onde ocorrem as rochas ígneas (Ortognaisses do Oeste de Goiás) e sedimentares da Cobertura Detrito-Laterítica (Terciária/Quartenária).

Os Neossolos Quartzarênicos predominam no setor sul da Alta Bacia sobre relevo plano e suavemente ondulado associado a rochas sedimentares. Também são encontrados, em algumas faixas na porção NW, NE e SW e NNO da bacia. Os Neossolos Litólicos ocorrem em áreas onde afloram rochas, sendo comuns nas áreas de escarpas. Já os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos ocorrem no fundo de vale, localizados a jusante dos rios dos Bois e o Claro.

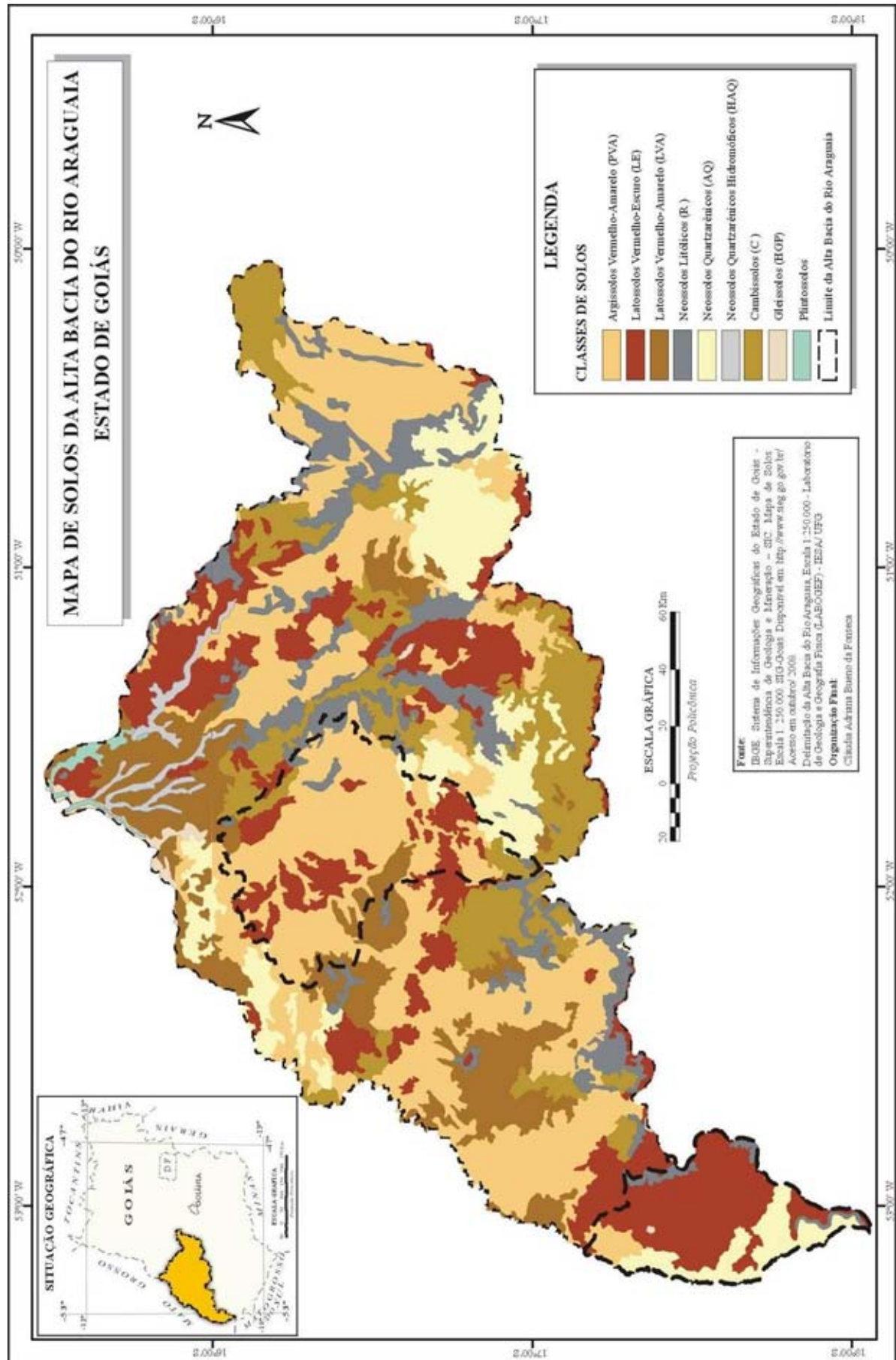


Figura 7 – Mapa de Solos da Alta Bacia do rio Araguaia

Os Cambissolos estão distribuídos em pequenas faixas pela Alta Bacia. Ocorrem em área da Formação Aquidauana em direção Sul, centro e SE sobre a Formação Furnas na porção oeste próximo ao rio Araguaia e, nas áreas das rochas básicas onde se encontra o curso médio do rio Caiapó (Granitos Sin a Tarditectonicos), Ortognaisses do Oeste de Goiás (Granitos Sintectônicos) e dos Granito-Gnaisses indiferenciados na porção NE da bacia.

Os Gleissolos encontram-se em fundos de vale, principalmente nas áreas de várzeas e nas planícies do rio Araguaia e do rio Caiapó (jusante) e de seus afluentes. Enquanto, os Plintossolos localizam-se ao norte na planície do rio Araguaia e na confluência com o rio Claro estando associados às áreas com relevo plano a suave ondulado.

1.3. ESTUDO DE DETALHE PARA AS SUB-BACIAS ESCOLHIDAS NA ÁREA DE ESTUDO

Nesse conjunto de fatores naturais que compõe a alta bacia do rio Araguaia, no sudoeste goiano foram escolhidas duas sub-bacias hidrográfica como área de pesquisa, o rio Babilônia localizado no setor sul e o rio Piranhas que faz parte da sub-bacia do rio Caiapó. A prioridade na escolha dessas áreas são resultados da pesquisa supervisionada dentre as demais sub-bacias existentes na Alta Bacia do rio Araguaia, que são: rio Diamantino, rio do Peixe, rio Caiapó, rio Claro e parte da sub-bacia do rio das Garças e seus afluentes.

Na comparação dos atributos físicos entre as sub-bacias hidrográficas, mostra que há uma diferença nos ambientes entre os tipos de rochas, as formas de relevo e densidade de drenagem sobre os diferentes tipos de solos. Os resultados da análise evidenciaram através do cruzamento de dados, via Sistema de Informações Geográficas dos mapas geológicos, geomorfológico, de solos, de declividade, hipsométrico e do modelo de terreno (SRTM) que representam as diferentes formas do relevo e os processos a ele relacionados (Figuras 2, 3, 4 e 7).

Na análise conjunta dos fatores naturais presentes em cada sub-bacia, se destaca como a mais homogênea em termos de variações espaciais dos fatores naturais presentes aquela do rio Babilônia, enquanto a do rio Piranhas foi a que apresentou maior diversidade espacial dos fatores naturais analisados (geologia, geomorfologia, declividade, rede de drenagem, solos).

A sub-bacia do rio Babilônia apresenta-se com largas extensões de rochas sedimentares permeáveis e com alta porosidade, localmente ocorrem pequenas intercalações de basaltos. Sobre essa unidade predominam Latossolo Vermelho, seguidos de Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos, Argissolo e Gleissolo (Figura 1).

A sub-bacia do rio Piranhas um afluente do rio Caiapó (Figura 1), apresenta uma geologia caracterizada por uma diversidade de conjuntos litológicos como rochas ígneas básicas (Diabásios, Alcalinogranitos, Monzogranitos, Granudioritos), e metamórficas (Metagrabos, Metabasaltos, Anfibolitos, Metaperioditos, Xistos, Quartzitos) associadas às unidades litológicas sedimentares muito heterogêneas (Conglomerados, Arenitos, Folhelhos, Siltitos, Argilitos). Trata-se de terrenos com forte contraste estrutural derivado de diferentes eventos geotectônicos. Sobre esse conjunto de rochas desenvolveram-se diferentes tipos de solos como Argissolo Vermelho-Amarelo (com maior predominância), Latossolos, Cambissolos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos.

Para um maior entendimento dos elementos naturais, presentes nas duas sub-bacias, estas são apresentadas em detalhe a seguir.

1.3.1. SUB-BACIA DO RIO BABILÔNIA

A sub-bacia do rio Babilônia abrange uma área de 2.679,36 km², tendo seu curso principal (rio Babilônia) uma extensão de 80,86 km. A área engloba uma rede de drenagem, formada pelos 2.701 canais que juntos somam 2.359,78 km. Possui nascentes localizadas na Serra do Caiapó em uma altitude entre 700 a 900m. Apresenta densidade de drenagem baixa com 0,88 km/ km² sobre uma área onde dominam rochas sedimentares da bacia do Paraná, datada do Triássico-Jurássico, e pelos sedimentos inconsolidados recentes.

A área drenada por essa sub-bacia abrange os municípios de Portelândia, Mineiros e Santa Rita do Araguaia, que são delimitados pelas as coordenadas geográficas 17° 10' 00" e 18° 03' 00" S e 52° 46' 00" e 53° 15' 00" W de Greenwich (Figura 1). A vegetação predominante da área é típica de Cerrado.

1.3.1.1. ASPECTOS FÍSICOS DA SUB-BACIA DO RIO BABILÔNIA

A sub-bacia do rio Babilônia está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná a qual é composto na área pelos Grupos São Bento: Formação Botucatu associada a Arenitos Eólicos, que constitui com 78,59% da área e Formação Serra Geral associada a Basaltos e Arenitos com 1,74%; Grupo Passa Dois representado pela Formação Corumbataí (Siltitos, Folhelhos e Silex) com 9,39%; Formação Cachoeirinha composta por sedimentos Arenos-Argilosos com 7,48%; e os depósitos de Aluviões (Areia, Argila e Cascalho) com 2,80% (Figura 8).

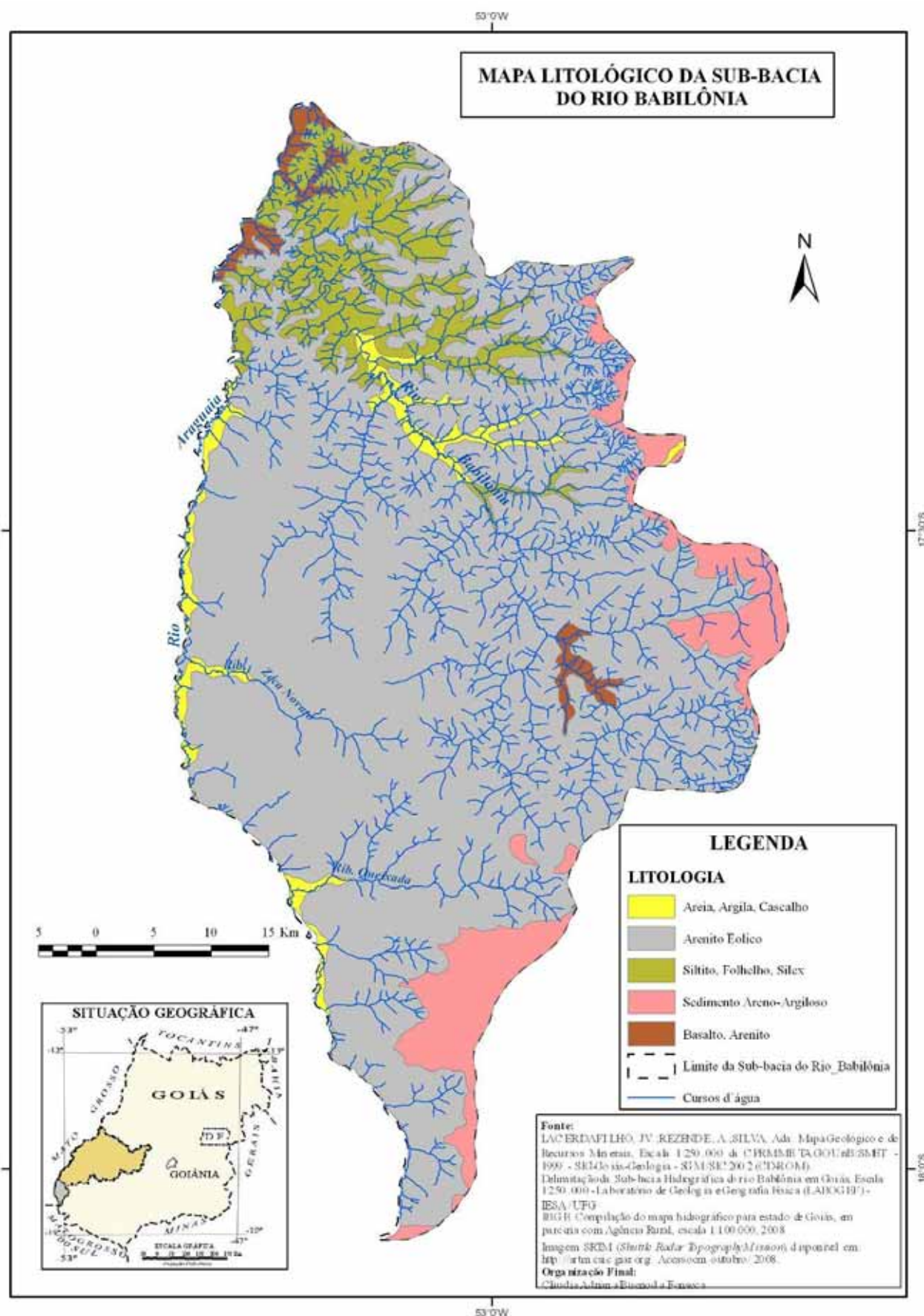


Figura 8 – Mapa Litológico da Sub-bacia do rio Babilônia

As formas de relevo da sub-bacia em questão estão inseridas em sua totalidade no Planalto Setentrional da Bacia do Paraná. Segundo Mamede et. al. (1983) o limite superior da área abrange as bordas da Serra do Caiapó apresentando superfície pediplanada desenvolvida sobre litologia Pré-Cambriana, Paleozóica, Mesozóica, Cenozóica e Terciária/Quaternária onde se distinguem modelados de aplainamentos, dissecação e de acumulação (Figura 9).

Nas áreas de maior expressão que se estendem para o norte e noroeste da sub-bacia do rio Babilônia estão às áreas dissecadas, ocorrendo tanto formas convexas como tabulares. As primeiras representadas por interflúvios alongados e suavizados perpendiculares ao rio Araguaia, e a segunda representada pelos pequenos platôs residuais associados aos remanescentes de superfícies aplainadas. As formas de acumulação encontram-se nas planícies fluviais do rio Araguaia e do rio Babilônia e são resultado da deposição periódica de sedimentos inconsolidados recentes, que podem apresentar áreas permanentemente alagadas (MAMEDE et. al., 1983).

Segundo Mamede et. al. (1983) a área do compartimento elevado com cotas entre 900 a 1.000 funciona como uma zona dispersora de drenagem. Nessa zona na sub-bacia em análise nascem rios que se dirigem para o norte e noroeste (rio Araguaia e rio Babilônia e seus afluentes), drenando áreas de ocorrência dos sedimentos da Formação Botucatu sobrepostos aos basaltos da Formação Serra Geral, ou drenando sedimentos terciários resultantes da dissecação que originou formas amplas e suaves.

Outro aspecto importante refere-se aos tipos de solos que predominam na área da sub-bacia do rio Babilônia. A classe de solos em maior abrangência destaca-se para os Latossolo Vermelho, seguido dos Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos, Argissolo Vermelho-Amarelo e os Gleissolos Pouco Húmico (Figura 10).

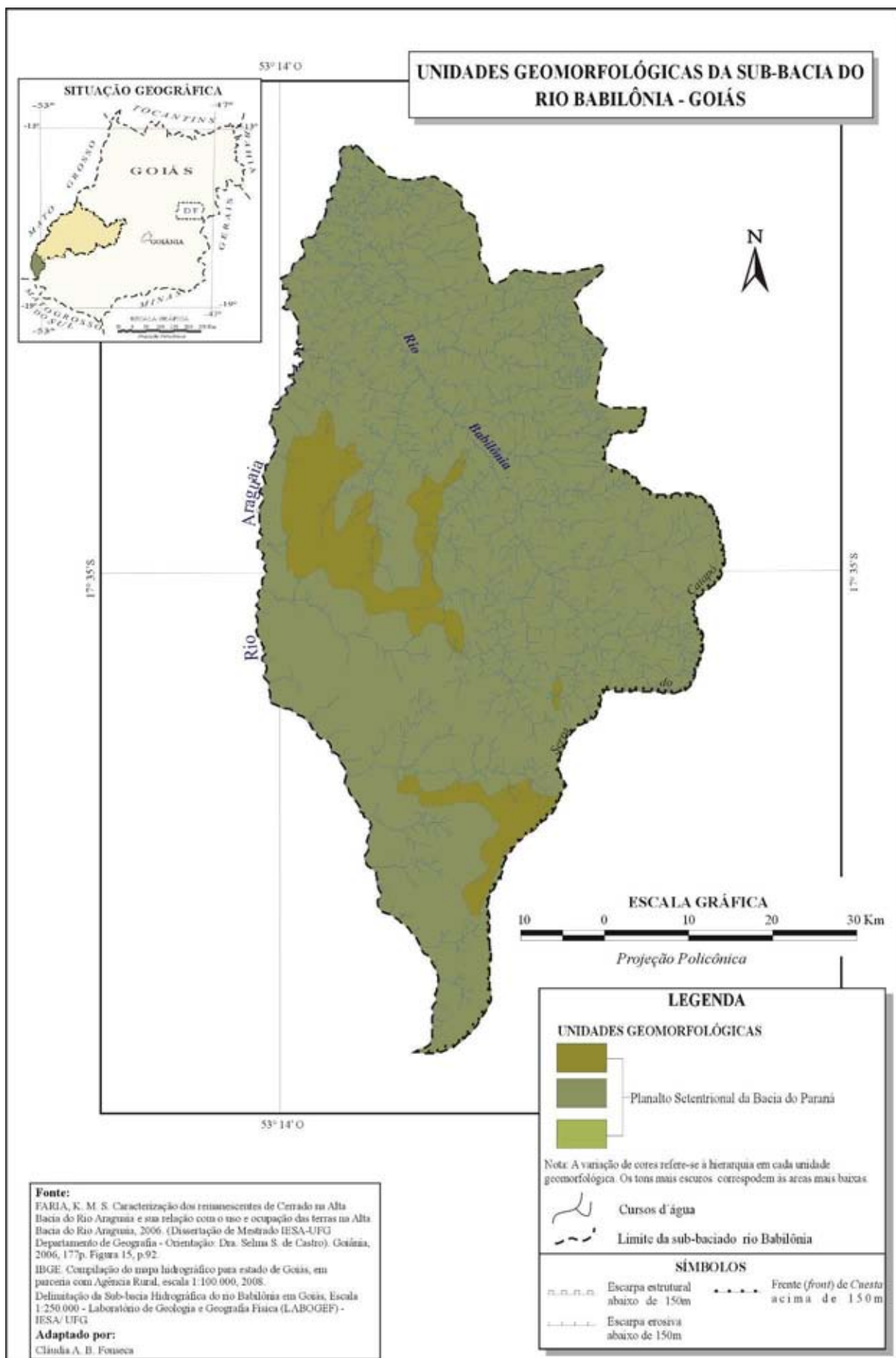


Figura 9 – Mapa das Unidades Geomorfológicas da Sub-bacia do rio Babilônia

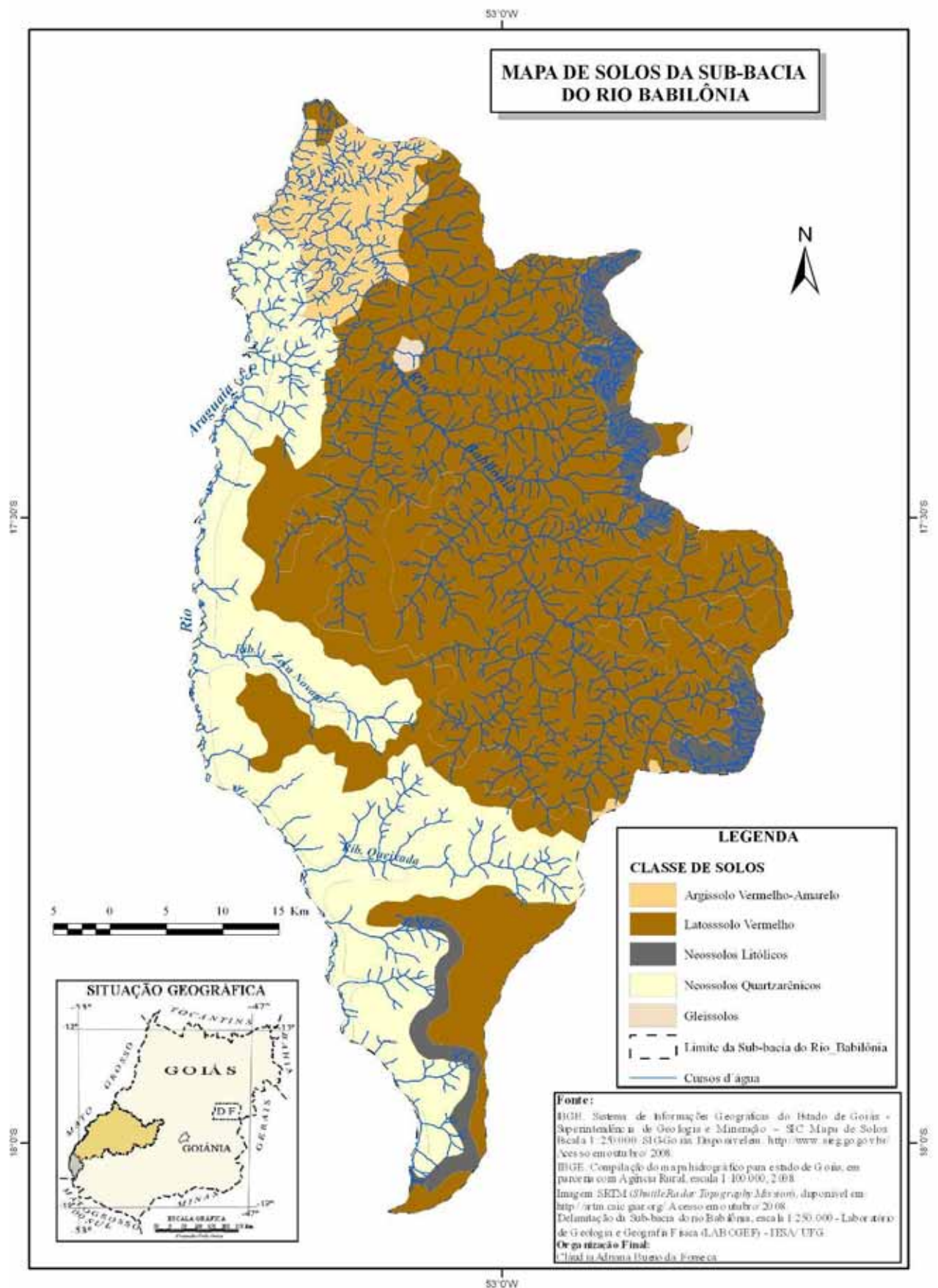


Figura 10 – Mapa de Solos da Sub-bacia do rio Babilônia

A Tabela 5 resume as principais características dos tipos de solos associados à declividade e a densidade de drenagem da área.

Tabela 5– Dados Correlacionados aos Tipos de Solos, a Declividade e a Densidade de Drenagem da Sub-Bacia do rio Babilônia

CLASSES DE SOLOS	Declividade entre 0 a 8%	Densidade de Drenagem (Dd) (km/ km ²)
Latossolo Vermelho	59,21%	0,87
Neossolo Quartzarênicos	26,43%	0,65
Argissolo Vermelho-Amarelo	5,13%	1,61
Neossolo Litólicos	4,01%	1,36
Gleissolos Pouco Húmico	0,27%	0,80

Fonte: Cálculo baseado na intersecção das áreas dos mapas de Solos, Declividade e a Drenagem da sub-bacia do rio Babilônia.

Sabe-se que a declividade tem uma relação importante com vários processos hidrológicos, tais como a infiltração, escoamento superficial, umidade do solo, etc. (CHRISTOFOLETTI, 1980). A Tabela 5 apresenta a classe de declividade entre 0 e 8% à qual se associam diferentes tipos de solos. Ocorrem em maior extensão os Latossolo Vermelhos e estão associados às formas de relevo plano a suavemente ondulados, com baixa densidade de drenagem. No contato inferior dessa unidade, que se estende com inclinação suave em direção aos fundos de vales e planícies periféricas, se desenvolveu um extenso solo arenoso resultando nos Neossolos Quartzarênicos que apresenta densidade de drenagem baixa. Os Argissolo Vermelho-Amarelo estão relacionados às áreas de morros e colinas, apresentando elevado índice de densidade de drenagem. Nas bordas das escarpas onde o relevo revela-se fortemente ondulado estão os Neossolos Litólicos. Já, nas áreas baixas encontram-se os Gleissolos pouco húmico, ocupando terraços, várzeas, planícies fluviolacustre e formas de relevos assemelhadas ao longo dos cursos d'água, às quais estão associados depósitos de areia, silte, argila e cascalho, com densidade de drenagem baixa. Os demais 4,95% encontram-se acima de 8% de declividade, portanto, não fazem parte do contexto das áreas úmidas, conforme definição apresentada anteriormente.

1.3.2. SUB-BACIA DO RIO PIRANHAS

A sub-bacia do rio Piranhas constitui uma sub-bacia do rio Caiapó. Essa sub-bacia está localizada na parte centro-leste, entre as coordenadas geográficas 16° 02' 00" e 17° 02' 00" S e 52° 18' 00" e 51° 28' 00" W de Greenwich, e engloba todo o município de Piranhas e parte dos territórios de Bom Jardim de Goiás, Caiapônia e Arenópolis. Apresenta área de drenagem

de 4.606,97 km², sendo seu curso principal (rio Piranhas) um importante afluente do rio Caiapó, sendo este por sua vez um tributário do rio Araguaia (Figura 1).

A sub-bacia apresenta rede de drenagem formada por 8.016 canais que ao todo somam 6.631,36 km de extensão. A densidade de drenagem da sub-bacia é de 1,44 km/ km². O curso do rio Piranhas possui extensão de 124,49 km e suas nascentes abrangem as cotas altimétricas de 700 a 900m.

1.3.2.1. ASPECTOS FÍSICOS DA SUB-BACIA DO RIO PIRANHAS

A sub-bacia do rio Piranhas está inserida em área de ocorrência de unidades representadas por diversidade litológica constituída por rochas ígneas básicas (12,64%) caracterizadas por Diabásios (Grupo São Bento, 1,14%); Alcalinogranitos, Monzogranitos, Sienogranitos (Grupo Granitos Pós-Tectônicos, 7,03%); Granudioritos, Monzogranitos, Quatzos Dioritos (Grupo Granitos Sin a Tarditectônicos, 4,36%); Dunitos, Sienogabros, Sienitos (Grupo Província Alcalina do Sul de Goiás, 0,11%); rochas metamórficas (44,93%) caracterizada por Metagrabos, Metagrabo-Dioritos (Grupo Suite Gabro-Dioritita, 0,37%); Metabasaltos, Anfibolitos, Metaperidotitos (Grupo Seqüência Metavulcanismo-sedimentares, 11,89%); Biotita Gnaiss (Grupo Granitos Sintectônicos, 26,99%); Filito, Quatzito, Xisto (Grupo Cuiabá, 5,11%); Gnaiss Granítico (Grupo Granito-gnaiss Sin a Tarditectonicos 0,57%) e as rochas sedimentares (42,43%) caracterizadas por Arenitos Vermelhos, Siltitos (Grupo Aquidauana, 4,66%); Diamictitos, Siltitos, Folhelhos (Grupo Rio Ivaí, 1,18%); Conglomerados, Arenitos, Argilitos (Grupo Formação Piranhas 0,66%); Arenitos, Conglomerados, Siltitos, Folhelhos (Grupo Paraná, 24,04%); Coberturas Terciárias e Quaternárias (areias, argilas, cascalhos) (11,89%) (Figura 11).

A sub-bacia do rio Piranhas está inserida na unidade geomorfológica da Depressão do Araguaia (MAMEDE et. al., 1983) (Figura 12), a qual limita-se a sudoeste e sul com os relevos dissecados do Planalto dos Guimarães Alcantilados e a Serra Negra. A Depressão do Araguaia na área da sub-bacia é compreendida por uma superfície rebaixada com altimetrias entre 200 e 300m, e faz contato com relevos residuais do Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba. Essa superfície encontra-se associada a formas predominantemente tabulares e convexas, rochas ígneas e metamórficas, sendo marcada por uma extensa e contínua rede de drenagem com forte controle estrutural. Enquanto o Planalto dos Guimarães Alcantilados (conforme a definição de MAMEDE et. al., 1983) abrange cotas de 500 a 700m, tendo sido

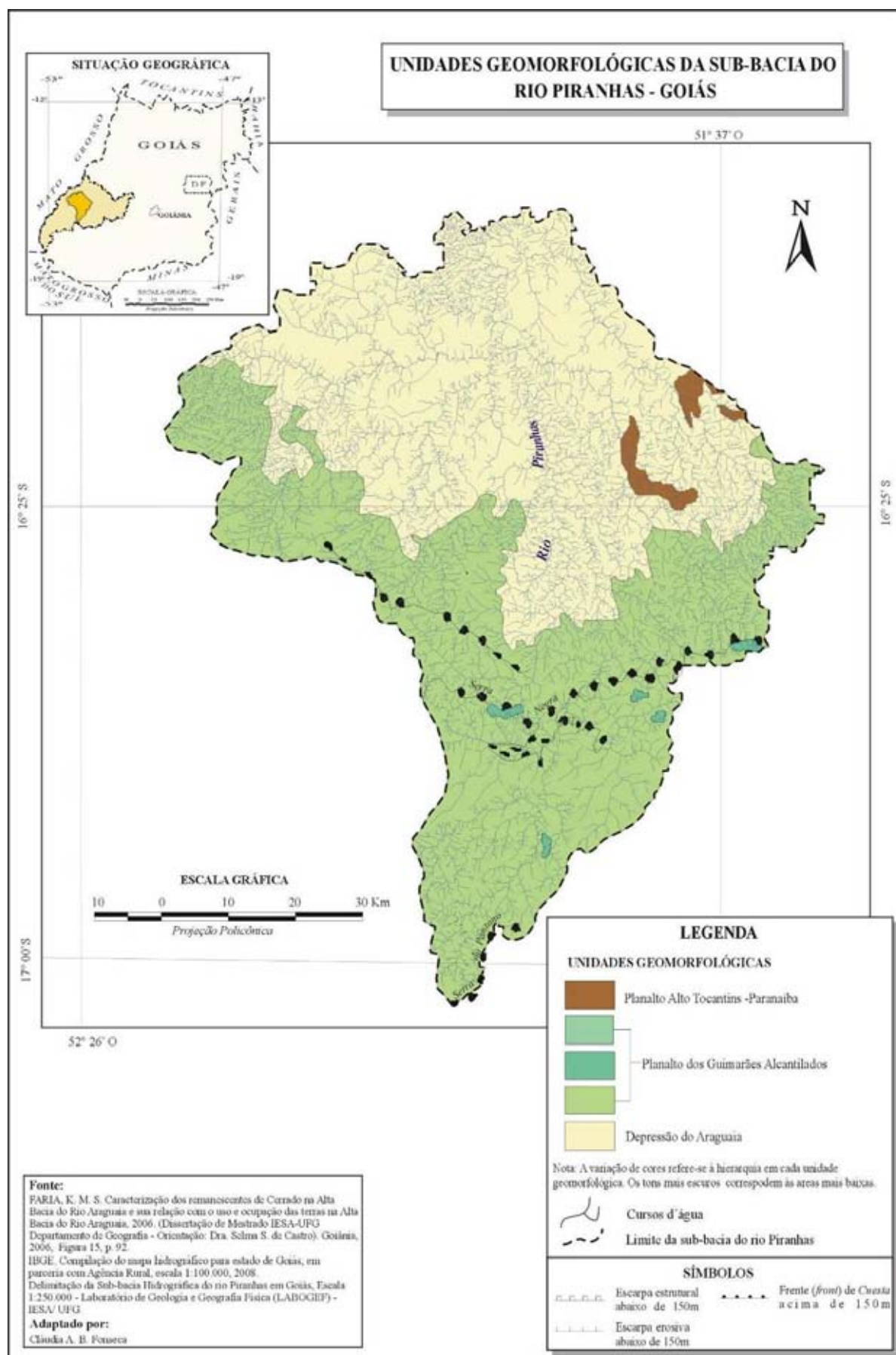


Figura 12 – Mapa das Unidades Geomorfológicas da Sub-bacia do rio Piranhas

modelado sobre litologias areníticas da Formação Aquidauana com presença de formas mais dissecadas. Na área da sub-bacia ocorre uma grande variedade de solos, destacando os Argissolo Vermelho-Amarelo na escala regional (1:250.000). Podem também apresentar depósitos de sedimentos inconsolidados recentes ao longo dos cursos d'água, resultando em terraços e planícies fluviais.

A variação dos níveis altimétricos para essa área, conforme mostrado na Tabela 6, é bastante extensa e variada englobando relevos muito dissecados onde predominam formas de topo convexas com diferentes ordens de grandezas e de aprofundamento de drenagem, eventualmente separados por vales de fundo plano. Essas formas de relevo foram agrupadas em três compartimentos altimétricos.

Tabela 6– Análise dos Compartimentos Altimétricos Associados às Formas de Relevo da Sub-Bacia do rio Piranhas

FORMAS DE RELEVO	HIPSOMETRIA		
	300 a 500m (%)	500 a 700m (%)	700 a 1.100m (%)
Plano a Suave ondulado	13,63	7,33	7,79
Suave ondulado a Ondulado	42,09	18,63	8,52
Ondulado a forte ondulado	1,16	0,39	0,46
TOTAL	100%		

Fonte: Cálculo baseado na intersecção das áreas dos mapas de Relevo e Hipsométrico da sub-bacia do rio Piranhas.

O compartimento superior é o mais dissecado sendo representado por uma variedade de formas de relevo (ondulado a forte ondulado) com cotas que variam entre 700 a 1.100m, na faixa que vai de noroeste a sul. Este compartimento foi desenvolvido sobre rochas sedimentares e se associa a solos poucos desenvolvidos (Cambissolos e Neossolos Litólicos), e neste se encontram as nascentes do rio Piranhas e de seus tributários.

O compartimento intermediário tem altimetria que varia entre 500 a 700m e está associado às áreas com intercalação de rochas básicas e sedimentares, que mostram uma morfologia suave ondulada a ondulada, como também formas convexas amplas em consórcio com formas tabulares.

O compartimento inferior situa-se na porção centro-norte de seu território, onde predominam rochas metamórficas. Localiza-se entre às cotas de 300 a 500m. Ao longo do gradiente topográfico, e em direção a confluência com rio Caiapó, ocorrem superfícies suavemente dissecadas a muito dissecadas associados a formas predominantemente convexas e tabulares. Ocorrem solos profundos a moderadamente drenados e muito drenados (Argissolos e Latossolos), e também, em locais com formas aguçadas, ocorrem Neossolos Litólicos.

As classes de solos que predominam na região da sub-bacia do rio Piranhas estão expostas na Tabela 7 e Figura 13 (escala 1:250.000).

Tabela 7– Cruzamentos de Dados entre Solos e a Densidade de Drenagem da Sub-Bacia do rio Piranhas

CLASSE DE SOLOS	Área km ²	Área (%)	Densidade de Drenagem (Dd) (Km/ Km ²)
Argissolos Vermelho Amarelo	2.903,21	63,02	1,19
Latossolos (Vermelho-escuro e Vermelho-amarelo)	1.324,31	28,75	0,90
Cambissolos	189,72	4,12	1,20
Neossolos Quartzarênicos	96,80	2,10	0,78
Neossolos Litólicos	92,93	2,01	1,10
Total	4.606,97 km²	100%	

Fonte: Cálculo baseado na intersecção das áreas dos mapas de Solos e Drenagem da sub-bacia do rio Piranhas.

Na Tabela 7 e Figura 13 mostra que na área da sub-bacia desenvolveram diferentes tipos de solos. Sobre as rochas metamórficas desenvolveram-se solos Cambissolos e também Argissolo Vermelho-Amarelo que apresentam maior abrangência e está associados a relevos suavemente movimentados a movimentados com presença de morros e colinas, alto grau de dissecação, e índice elevado de densidade de drenagem. Na área da sub-bacia há formação de áreas aplainadas com encostas suavizadas e constituídas pelos Latossolos e Neossolos Quartzarênicos de textura média argilosa e arenosa. Essas áreas aplainadas são elaboradas sobre rochas sedimentares, devido à condição litológica, apresenta uma densidade de drenagem baixa em relação às demais. Já as áreas com Neossolos Litólicos estão presentes junto às escarpas, onde ocorre uma densidade de drenagem alta.

Em resumo, na área da sub-bacia do rio Piranhas os Argissolos ocupam grandes extensões em relação aos Latossolos. Os Latossolos apresentam-se associados às formas planas e suavemente movimentadas, enquanto os Argissolos ocupam tipicamente posições na paisagem menos estáveis com relevos ligeiramente movimentados a movimentados. Em geral, conforme a litologia, os Argissolos são menos evoluídos e possuem maior tendência à heterogeneidade em contraste com os Latossolos que são mais evoluídos e tendem à homogeneidade (EMBRAPA, 1999; REATTO et. al., 2008).

Enquanto na sub-bacia do rio Babilônia o cenário é diferente ocorrendo com maior extensão Latossolo Vermelho seguido dos Neossolos Quartzarênicos associados a relevo plano e suave ondulado com baixa densidade de drenagem sob uma litologia predominante de arenito intercalado ao basalto.

No capítulo seguinte será abordada a análise das tipologias das áreas úmidas das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas.

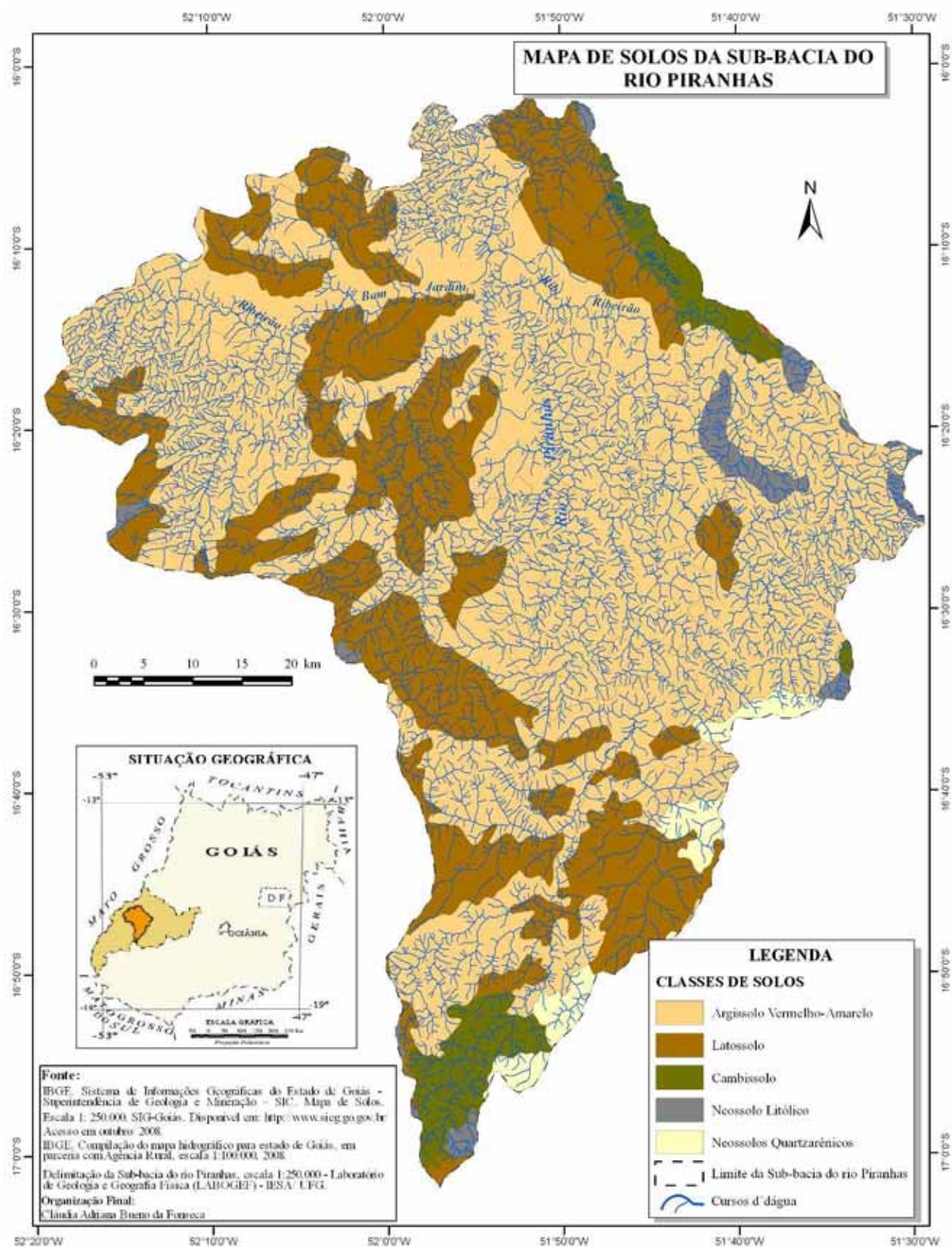


Figura 13 – Mapa de Solos da Sub-bacia do rio Piranhas

2. TIPOLOGIAS DAS TERRAS ÚMIDAS NAS SUB-BACIAS DOS RIOS BABILÔNIA E PIRANHAS

Entende-se que terras úmidas são áreas baixas, alagadas, solos hidromórficos e compostas por vegetação ripária associados aos cursos d'água. Fundamentando-se nesse conceito, analisaram-se as tipologias das terras úmidas nas sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas.

As florestas ripárias ou matas ciliares referem-se ao adensamento da vegetação localizada ao longo do curso dos rios, formando mata que protege a margem dos rios, proporcionando estabilidade aos solos, barrando sedimentos, e prevenindo contra os processos erosivos, portanto, abriga inúmeras espécies silvestres (FELFILI et. al., 2000, OLIVEIRA-FILHO, 1989).

Atualmente, estas florestas despertam interesse em estudos ecológicos por apresentar inúmeras características fitofisionômicas particulares, tanto no aspecto biótico como em relação ao ambiente físico (RODRIGUES PINTO et. al., 1999). A importância dessas formações florestais conectada às demais formações adjacentes contribui para composição florística da paisagem (MANTOVANI, 1989, OLIVEIRA-FILHO et. al., 1994). Na concepção de Brinson (1990), a diversidade desse ambiente físico sob qual se estabelecem as florestas ripárias está à distribuição das espécies vegetacionais e de inúmeras espécies que habitam esses ambientes.

Segundo Eiten (1994), em meio tropical, as terras úmidas estão relacionadas às florestas ripárias e aos campos úmidos. Ecologicamente, a vegetação ripária é observada como corredor ecológico, pois este mantém a conectividade com as vegetações adjacentes e possibilita o abrigo, a movimentação da fauna, o alimento e a dispersão dos vegetais na dinâmica dos ecossistemas (LIMA & ZAIKA, 2000).

As áreas úmidas do Cerrado são reconhecidas por diferentes valores funcionais. Além dos benefícios ambientais já reconhecidos pelas fitofisionomias, no tocante à conservação do solo e água, se atribui as florestas ribeirinhas e ao campo úmido a função de fixação do carbono atmosférico. Estas se apresentam em seu ecossistema natural como armazenador de carbono, pois são sistemas de transição com ampla conexão de entrada e saída de matéria e energia, em relação aos sistemas adjacentes tais como atmosfera, cursos d'água e as formações florestais (MEIRELLES et. al., 2006; MELO & DURIGAN, 2006).

Segundo Meirelles et. al. (2006) no sistema natural, o estoque de carbono é formado por causa do ganho na entrada desse elemento, pelo processo de fotossíntese, em relação à sua saída, principalmente, por meio do fluxo de CO₂ (dióxido de carbono) e CH₄ (metano).

Além disso, a complexidade desse ecossistema resulta no equilíbrio ecológico, oferecendo proteção para os recursos hídricos e solos, na formação da matéria orgânica, reduzindo o assoreamento de córregos, rios, lagos e a represa e impedindo que poluentes cheguem ao meio aquático (RESCK & SILVA, 1998).

Esta função ecológica já é, sem dúvida, razão suficiente para justificar a necessidade da conservação das vegetações das áreas úmidas. A isto, deve-se somar a função hidrológica das áreas ripárias e na manutenção da integridade de uma bacia hidrográfica (LIMA, 1989), representada por sua ação direta de uma série de processos importantes para a estabilidade dessa bacia, e na manutenção da qualidade e da quantidade de água, assim como para a sustentação do próprio ecossistema aquático (LIMA & ZAIKA, 2000).

Na visão de alguns autores na definição de terras úmidas, dentre eles Resck & Silva (1998), Mantovani (1989), Oliveira-Filho (1989), Eiten (1994), Lespsch (2002), Ribeiro & Walter (1998), entende-se que na região dos Cerrados, elas estão relacionadas às posições topograficamente mais baixas da paisagem, em geral concentram-se nos fundos de vale associadas a cursos d'água, caracterizadas pelas Formações Florestais compostas pelas mata ciliar e mata galeria, com predominância da vegetação arbórea e arbustiva. As Formações Savânicas são aquelas que se estendem para os ambientes em condição de saturação dos solos permanentemente alagadiços, como as veredas e buriçal; e as Formações Campestres que englobam o Campo Limpo Úmido e Campo Sujo Úmido, além dos brejos, várzeas e a lagoa.

Sustentando esses estratos florísticos e fitofisionômicos da vegetação das áreas úmidas do Cerrado, encontra-se uma extensa rede de drenagem. Ainda nessas áreas ocorrem solos que podem se apresentar profundos como os Latossolos e Argissolos, como também rasos ou poucos desenvolvidos, como os Gleissolos, Aluviais e Orgânicos (MARTINS, 2001).

A variabilidade natural da fertilidade desses tipos de solos está condicionada a estrutura das rochas e a composição de fitofisionomias de interflúvios e vegetação ripária (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2000). Segundo esses autores, a variabilidade composicional dessas florestas é explicada pela conectividade regional promovida pelos canais de drenagem da bacia hidrográfica.

A partir do momento em que o homem começou a modificar a natureza, plantando e colhendo, criando animais, erguendo construções, o mundo deixou de ser apenas uma paisagem natural para se transformar em um espaço geográfico, ou seja, um espaço

humanizado, construído por meio do trabalho. Alterando os elementos (solo, água, vegetação e relevo) que formam a paisagem natural das terras úmidas, conseqüentemente, essas são modificadas pela ação humana. As recentes transformações necessitam de se ter atenção em nível de bacia hidrográfica quanto em nível de aspectos relacionados aos ecossistemas das áreas úmidas, pois estas áreas afetam a dinâmica hidrológica e refletem na qualidade e quantidade desse recurso natural no bioma Cerrado (FELFILI et. al., 2000; OLIVEIRA-FILHO et. al., 1994; EITEN, 1994).

Nessa pesquisa, observando a Alta Bacia do rio Araguaia, vê-se que as terras úmidas dessa região, estão sendo alteradas pela ação antrópica. Nos estudos realizados por Castro et. al. (2004), Faria (2006) envolvendo essa área, com o desmatamento sucessivo dá origem a pastagens e agricultura, com destaque para o plantio da soja, milho e algodão, bem como no incremento de infra-estruturas com abertura de estradas e edificações, em terrenos que deveriam ser preservados na forma de Área de Proteção Permanente (APP) e Reservas Legais ou Unidades de Conservação (UCs).

Nesse contexto, Faria (2006) alerta que as influências antrópicas sobre os ecossistemas têm causado impactos ambientais que se sucederam nessa região nos últimos anos. Outros pesquisadores como Ferreira et. al. (2007) afirmam que a origem desses processos de fragmentação da vegetação original, altera áreas de vegetação nativa contínua, devido aos sucessivos desmatamentos resultando na formação de um mosaico de ambientes fragmentados e isolados. Com isso esses impactos acabaram por impor barreiras às espécies que abrigam os terrenos úmidos, as quais passam a se concentrar em frações cada vez menores de remanescentes de vegetação nativa (OLIVERIA-FILHO, 1994, BRITO, 2006).

2.1. CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR E DELIMITAR AS TERRAS ÚMIDAS

Para identificar e classificar a vegetação existente nas terras úmidas utilizou-se a classificação de Ribeiro & Walter (1998), na qual eles descrevem onze tipos fitofisionômicos, considerando os aspectos do ambiente, (fatores edáficos) e da composição florística. Nessa complexidade que englobam a classificação e os tipos fitofisionômicos dominantes para as áreas úmidas estão as Formações Florestais (mata ciliar e mata galeria), as Formações Savânicas (Veredas e Buritizal), e as Formações Campestres (Campo Limpo Úmido e Campo Sujo Úmido). Tais fitofisionomias são explicadas a seguir:

Formações Florestais:

Mata Ciliar acompanha os rios de curso médio e de grande porte, em que a vegetação arbórea não forma galerias (Figura 14). Em geral essa mata é relativamente estreita em ambas as margens, ocorre sobre terrenos acidentados, e se diferencia da mata galeria pela composição florística e deciduidade. Os solos variam entre rasos (Cambissolos, Plintossolos e Litólicos), os profundos (Latossolos e Argissolos) e superficiais como os Aluviais (com acúmulo de materiais inconsolidados) (RIBEIRO & WALTER, 1998).

Mata Galeria acompanha os rios de pequeno porte e os córregos e riachos do Planalto do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso d'água. Geralmente localiza-se nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem, onde os cursos d'água ainda não escavaram um canal definitivo. Os solos variam em profundidade, fertilidade e umidade, e constituem Cambissolos, Plintossolos, Hidromórficos ou Aluviais, distróficos (pobres) do tipo Latossolo, até solos mais rasos e mais ricos em nutrientes, como Argissolos. Esta fitofisionomia é comumente associada a solos hidromórficos, com excesso de umidade na maior parte do ano devido ao lençol freático superficial, e pela grande quantidade de material orgânico acumulado que propicia a decomposição e confere a cor escura característica desses solos. Pode ser subdivida em **Mata Galeria inundável** e **Mata Galeria não-inundável** (Id. Idem, 1998).

Entende-se por **Mata Galeria não-inundável** aquela onde o lençol freático não está próximo ou sobre a superfície do terreno na maior parte do ano, mesmo em estação chuvosa. Apresenta trechos longos com topografia acidentada, sendo pouco os locais planos. Enquanto, a **Mata Galeria Inundável** ocorre em área com topografia plana onde o lençol freático está próximo ou sobre a superfície na maior parte do ano, mesmo na estação seca (Id. Idem, 1998).

Formação Savânicas:

Vereda é uma fitofisionomia com palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* ou *Mauritia vinifera* (Buritis) emergente, em meio a agrupamento mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas. As Veredas são circundadas por Campo Limpo Úmido e os buritis não formam dossel como ocorre no Buritizal. Nas Veredas, os Buritis são caracterizados por terem

altura média de doze a quinze metros e a cobertura que varia de 5% a 10%. São encontradas em solos hidromórficos, saturados durante a maior parte do ano, e geralmente ocupam vales ou áreas planas, linhas de drenagem mal definidas, e estão próximas as nascentes ou nas bordas de Matas de Galeria (Id. Idem, 1998).

O **Buritizal**, segundo Eiten (1994) é identificado quando há formação de dossel com altura variável de doze a vinte metros, constituído pelas espécies *Maurita flexuosa* e / ou *Maurita vinifera* (Buriti), que variam sua estrutura de acordo com a espécie dominante. Localizam-se sobre solos mal drenados formando uma cobertura quase homogênea ao longo do ano. Em alguns trechos podem ser considerados como formações florestais contínuas, visto que apresentam cobertura entre 60% a 80%. Enquanto em agrupamentos de Buritis eventualmente pode formar galerias acompanhando as linhas de drenagens (Id. Idem, 1998).

Formações Campestres:

Campo Limpo Úmido é caracterizado pela fitofisionomia predominantemente *gramíneo-herbácea* ou gramíneo com raros arbustos e ausência completa de árvores. Geralmente ocorrem em áreas planas, relativamente extensas, contíguas aos rios, circundando as Veredas e as bordas das Matas Galeria, onde ocorrem sobre solos do tipo Hidromórficos, Aluvial, Plintossolos ou Orgânicos. Quando sobre ambientes encharcados periodicamente, podem também serem chamados de Campo de Várzeas, Várzeas ou Brejos. De acordo com Eiten (1994) existem dois tipos de Campo Úmido: No primeiro o lençol freático durante a estação chuvosa fica a alguns decímetros abaixo da superfície do solo, enquanto no segundo, por causa de uma camada impermeável, a água aflora em certo nível na encosta e corre para baixo sobre a superfície (Id. Idem, 1998).

Campo Sujo Úmido é aquele que apresenta tipo fitofisionômico exclusivamente *herbáceo-arbustivo*, com arbustos e subarbustos esparsos cujas plantas, muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas. Em função de particularidades ambientais, os solos do Campo Sujo Úmido são mal drenados e apresentam variações na elevação do lençol freático podendo ocorrer em áreas com microrelevos mais elevados chamados de Campo Sujo Úmido com Murundus (Id. Idem, 1998).

As terras úmidas constituem ambientes complexos de difícil delimitação espacial por meio de fotografias aéreas e sensoriamento remoto, especialmente na escala regional

(1:250.000) adotada nesse trabalho. Devido a essa dificuldade, agruparam-se as fitofisionomias em duas tipologias: Floresta Ciliar que consiste na vegetação arbórea que acompanha os cursos d'água, a qual compreende o agrupamento das fitofisionomias da mata ciliar/ galeria, veredas, buritizais, várzeas e brejos; e o Campo Úmido onde são agrupados o Campo Limpo Úmido, Campo Sujo Úmido e as lagoas, mesmo tendo estas algumas diferenças nas fitofisionômicas. A Figura 14 mostra um esboço das fitofisionomias e da cobertura arbórea representando as áreas úmidas.

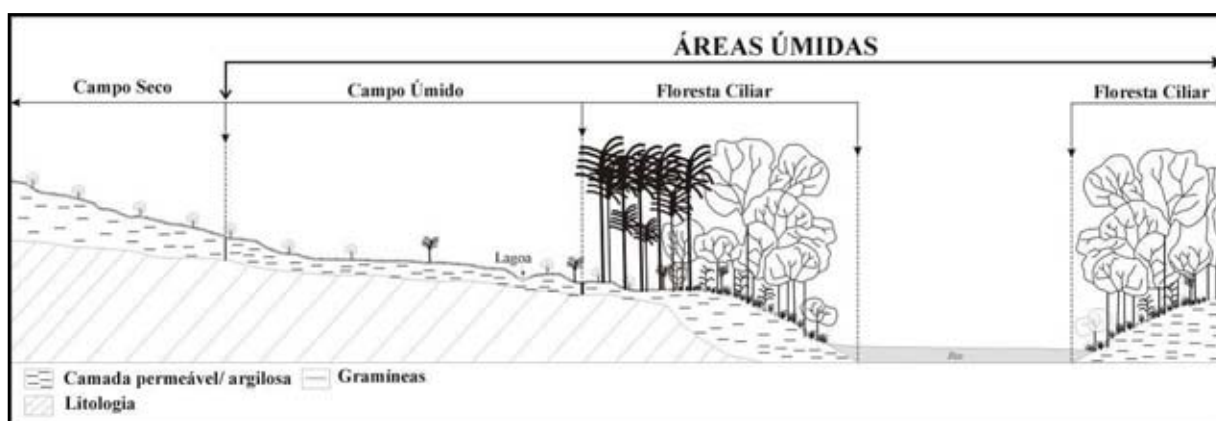


Figura 14 – Exemplo de um transecto em áreas úmidas. Fonte: Adaptado de Ribeiro & Walter (1998, p.106, 132 e 136).

2.2. TIPOLOGIAS DAS TERRAS ÚMIDAS NA SUB-BACIA DO RIO BABILÔNIA

Nos dados levantados da vegetação natural das terras úmidas da sub-bacia do rio Babilônia utilizando as fotografias aéreas do anos de 1965, foram identificadas e classificadas duas tipologias de acordo com conceitos básicos de Ribeiro & Walter (1998): Floresta Ciliar e Campo Úmido. A primeira é representada basicamente pelas Formações Florestais (mata ciliar/ galeria - acrescentada pela fitofisionomia: veredas, buritizal, brejos e várzeas). A segunda tipologia delimitada pelas fitofisionomias: *gramíneo-herbáceas* e *herbáceo-arbustivo* com destaque para o Campo Limpo Úmido e Campo Sujo Úmido, as quais ocorrem em quase toda a área estudada (Figura 15).

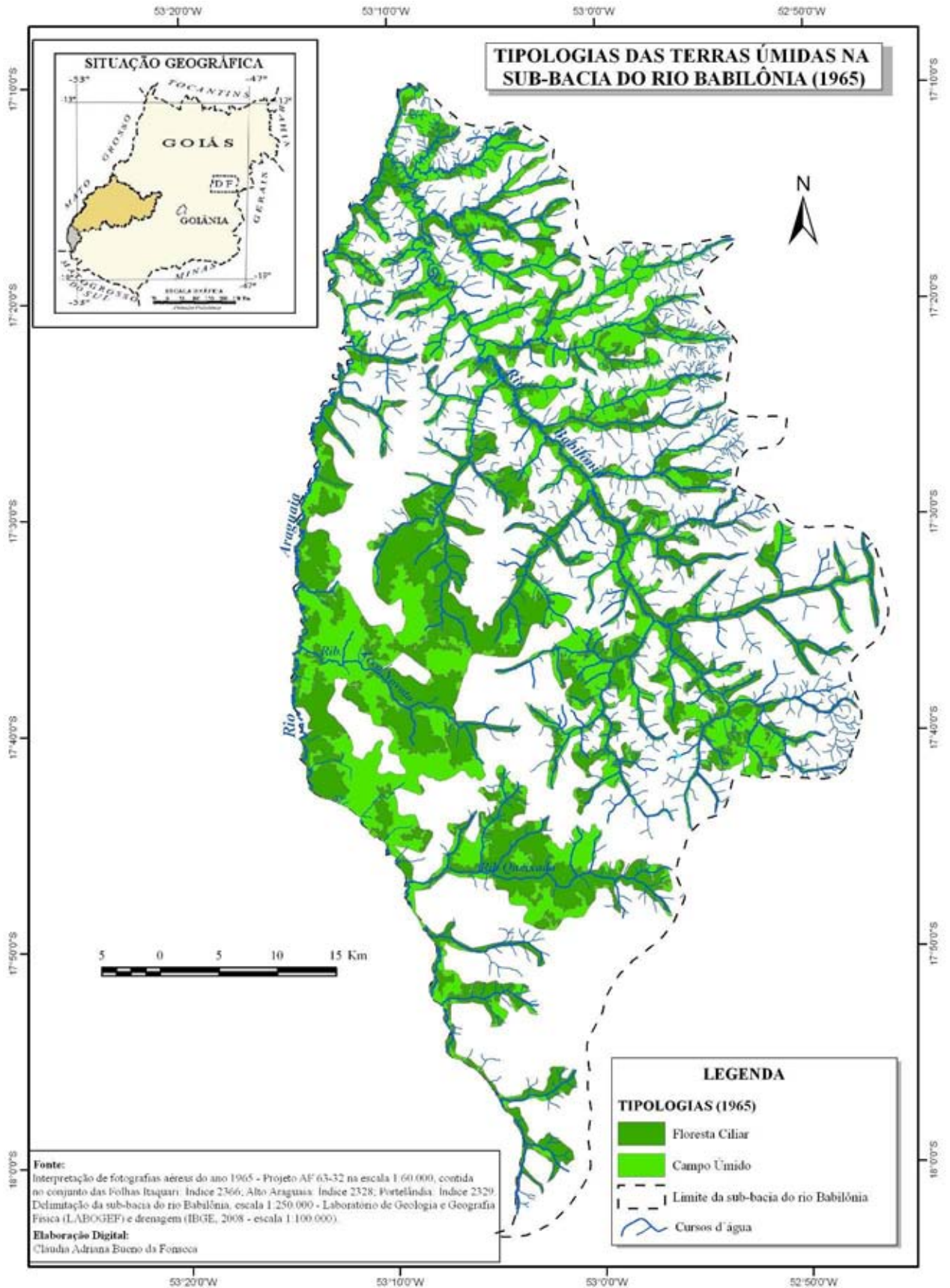


Figura 15 – Mapa das Tipologias das Terras Úmidas na Sub-bacia do rio Babilônia (1965)

2.2.1. AS MÉTRICAS DA ECOLOGIA DA PAISAGEM DAS TERRAS ÚMIDAS - SUB-BACIA DO RIO BABILÔNIA (1965)

Para a análise das métricas da paisagem das terras úmidas avaliou-se de forma sistemática o padrão da distribuição espacial dos fragmentos de remanescentes nativos, quantificando-os quanto às áreas das classes, porcentagem do fragmento, número de fragmentos, densidade de fragmentos, tamanho médio dos fragmentos, índice de circularidade e a distância média entre fragmentos vizinhos. Os dados dessa análise estão expressos na Figura 16 e Tabela 8.

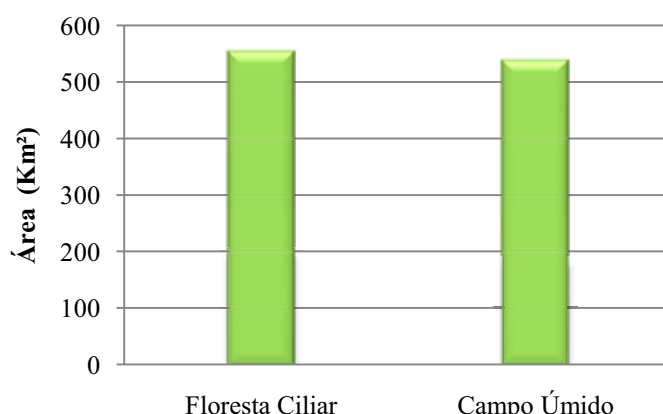


Figura 16 - Área das Classes - Sub-bacia do rio Babilônia (1965).

Tabela 8– Métricas das Tipologias de Terras Úmidas na Sub-Bacia do rio Babilônia (1965)

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS	Porcentagem do fragmento (%)	Número de fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km²	Tamanho médio dos fragmentos (km²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Floresta Ciliar	50,68	283	26,01	1.949	0.63	40,79
Campo Úmido	49,32	317	29,13	1.691	0.65	41,78

A Figura 16 e a Tabela 8 mostram as métricas obtidas para as terras úmidas no ano de 1965. Nesse ano, as terras úmidas ocupavam uma área de 1.088,67 km², ou seja, 40,63% em relação à área total da sub-bacia. Desse total, a tipologia Floresta Ciliar encontrava-se em maior proporção em relação à tipologia que corresponde ao Campo úmido. Portanto, para o período pesquisado, os grandes fragmentos da vegetação de áreas úmidas apresentavam-se geralmente com uma conectividade que facilitava a circulação das espécies, que ali habitavam e garantia a manutenção das espécies por meio da auto-renovação da flora e da fauna local ou regional.

Para o ano estudado havia grande homogeneidade na distribuição dos números de fragmentos, quando estes são observados em sua totalidade (600 fragmentos). Desse total, a

Floresta Ciliar apresentava um fator de distribuição um pouco menor de 47,17% em relação ao Campo Úmido (52,83%) (Tabela 8). O número de fragmentos apresentados aponta uma menor fração de densidade do fragmento para Floresta Ciliar e tamanho médio da área superior a outra classe. Enquanto o Campo Úmido representava um valor um pouco maior em sua densidade de fragmentos e tamanho médio da área inferior a outra classe.

Nos ambientes úmidos os fragmentos isolados tendiam a apresentar um índice de vizinhança entre dois fragmentos distintos de 40,79m para Floresta Ciliar e 41,78m para o Campo Úmido (Tabela 8). Estes dados métricos são importantes para se entender a dinâmica e comportamento dos fragmentos Florestais e dos Campos Úmidos para o ano estudado. No contexto ecológico, pode-se interpretar que os dados dos fragmentos indicam que havia maior capacidade e possibilidade de armazenar energia para o funcionamento das espécies vegetais e maior chance destas se tornarem complexas (COSTA, 2003; OLIVEIRA-FILHO, 1994), já que são os níveis de interação com diferentes unidades que garantem a complexidade e autonomia entre os ambientes.

De acordo com os índice de circularidade dos fragmentos, estes se apresentavam preferencialmente alongados, com valores entre 0,63 e 0,65 incluindo variações que compreendem formas circulares ou arredondadas (quanto mais distante de 1 mais circular e complexa a forma do fragmento) (Tabela 8).

A delimitação espacial das tipologias de terras úmidas (Figura 15) mostrou que estas têm suas direções apontadas para N-NW e W no sentido da planície do rio Araguaia e, estão distribuídas em sua maioria em áreas de topografia plana e suave sobre extensos Latossolos e Neossolos Quartzarênicos. Em outras partes, onde se encontram solos Argissolo Vermelho-Amarelo, a tipologia da Floresta Ciliar concentra-se nas estreitas e contínuas formas topográficas próximas as calhas das drenagens, e o Campo Úmido está presente nas áreas planas dos terraços. Nos ambientes úmidos onde ocorrem Gleissolos desenvolveu-se a tipologia da Floresta Ciliar.

A partir da observação do índice de circularidade dos fragmentos (Tabela 8), notou-se que nas nascentes dos cursos d'água as bordas das áreas úmidas eram arredondadas, resultante da feição côncava do relevo que envolve a formação de vales. Segundo Christofolletti (1980), trata-se de áreas preferenciais de convergência do escoamento superficial, registrando assim, eventuais mudanças ocorridas na paisagem ao longo de sua evolução.

Além disso, na planície do rio Araguaia observou-se a existência de fragmentos isolados de áreas úmidas, os quais compreendem áreas inundáveis que apresentam formas irregulares ou arredondadas. Este ambiente apresenta composição florística própria

(*gramíneo-herbáceas*) que indica predomínio de várzeas, e está assentado sobre Neossolos Quartzarênicos. Essa classificação está de acordo com descrição apresentada por Latrubesse & Carvalho (2006), ao afirmar que a paisagem que se formou na planície é determinada pelas condições do relevo e pelas variações hidrológicas, entre as quais o nível do lençol freático interage com as condições do solo e meio biótico.

Do ponto de vista ecológico e dentro do contexto de paisagem das áreas úmidas, a distribuição de classes por tamanho dos fragmentos define a conservação da biodiversidade e a proteção do solo. Portanto, as áreas úmidas existentes em 1965 nessa sub-bacia constituem um importante remanescente de vegetação permanente, que conforme Costa (2003) exercia um importante papel na proteção dos cursos d'água, e na constituição da própria fauna, favorecendo rotas migratórias de animais, e garantindo a permanência entre os principais domínios da vegetação regional.

2.3. TIPOLOGIAS DAS TERRAS ÚMIDAS NA SUB-BACIA DO RIO PIRANHAS

Assim como na sub-bacia do rio Babilônia, identificaram-se duas tipologias de terras úmidas na sub-bacia do rio Piranhas que são: Floresta Ciliar e Campo Úmido. A primeira é constituída pelo domínio das Formações Florestais (mata ciliar/ galeria - acrescentada às fitofisionomias: veredas, buritizal, várzeas e brejos) que são encontradas nas planícies de cursos d'água principais e afluentes. A segunda tipologia é caracterizada pela presença das espécies *gramíneo-herbáceas* e *herbáceo-arbustivo* (Campo Limpo Úmido e Campo Sujo Úmido) que estão situadas nas nascentes e terraços ao longo de pequenos e estreitos afluentes, onde podem ocorrer inundações periódicas ou estas permanecerem encharcadas.

2.3.1. MÉTRICAS DA ECOLOGIA DA PAISAGEM DAS TERRAS ÚMIDAS - SUB-BACIA DO RIO PIRANHAS (1965)

As métricas das áreas úmidas da sub-bacia do rio Piranhas estão organizadas na Figura 17 e Tabela 9. Estas são distribuídas pelas estruturas e padrões espaciais como: áreas das classes, porcentagem do fragmento, número de fragmentos, a densidade de fragmento, tamanho médio dos fragmentos, índice de circularidade e a distância entre fragmentos vizinhos.

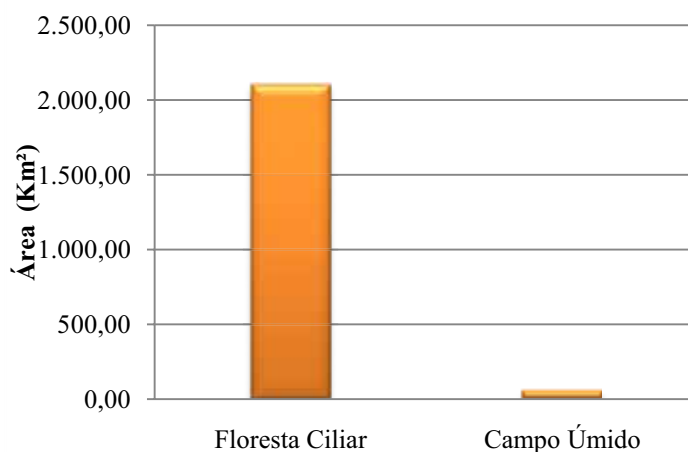


Figura 17 - Área das Classes - Sub-bacia do rio Piranhas (1965)

Tabela 9– Métricas das Tipologias de Terras Úmidas na Sub-Bacia do rio Piranhas (1965)

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS	Porcentagem do fragmento (%)	Número de fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km²	Tamanho médio dos fragmentos (km²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Floresta Ciliar	97,69	45	2,09	4.665	0.61	30,47
Campo Úmido	2,31	120	0,55	412	0.59	94,26

A Figura 17 e Tabela 9 mostram que as terras úmidas da sub-bacia do rio Piranhas ocupavam, em 1965, uma área de 2.148,87 km², ou seja, 46,64% do total da sub-bacia. As terras úmidas presentes nessa sub-bacia estão distribuídas em duas tipologias: a Floresta Ciliar que predomina na paisagem e o Campo Úmido, o qual ocorre secundariamente.

Regionalmente observa-se que a tipologia predominante Floresta Ciliar desenvolveu-se sobre zonas do domínio dos Argissolo Vermelho-Amarelo, enquanto a tipologia Campo Úmido tem sua ocorrência sobre a zona de domínio de Latossolos. Mesmo ocorrendo sobre formas de relevos distintos, essas tipologias constituem ambientes úmidos que se localizam ao longo de planícies fluviais que sofrem inundações. Apresentam orientações variadas, nas direções N-NE, W-NE e SE-NE e no sentido de cotas altimétricas inferiores, ou seja, em direção a foz no rio Caiapó. Portanto, esses terrenos úmidos configuravam ambientes que tinham conectividade entre si, dado pela ligação entre fragmentos com formas alongada e arredondada, com isso favorecendo o deslocamento e a sobrevivência das espécies vegetais e animais (Figura 18).

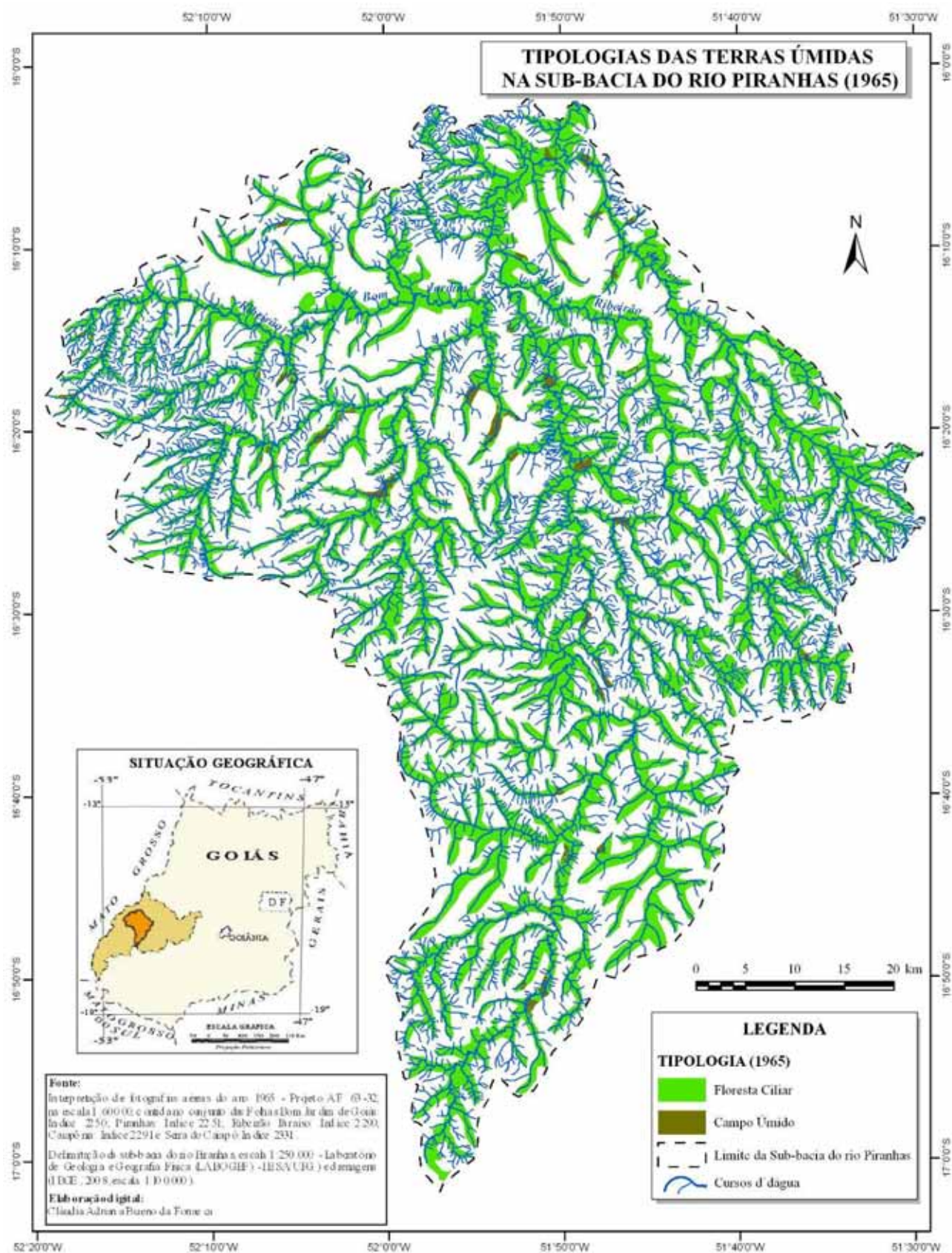


Figura 18 - Mapa das tipologias das Terras Úmidas na Sub-bacia do rio Piranhas (1965)

Os dados estatísticos acima mostram que no período pesquisado existia um número total de 165 fragmentos. Deste total, 27,27% constituíam a tipologia Floresta Ciliar, onde os fragmentos se apresentavam contínuos e extensos, com densidade de fragmentos mínima, o que provavelmente implicava numa maior diversidade ecológica. Enquanto, a tipologia Campo Úmido apresentava uma maior fragmentação no contexto de paisagem constituindo 72,73% dos fragmentos. Este último constituía fragmentos menores situados em superfície planas e suaves, sobre solos bem drenados próximos as pequenas drenagens, apresentando densidade de fragmentos menor em relação à tipologia Floresta Ciliar. Contudo, este se apresentava descontínuo dentro da espacialidade da região.

A dispersão espacial do tamanho médio do fragmento da tipologia Floresta Ciliar apresenta-se maior em relação ao Campo Úmido (Tabela 9). A distribuição dos fragmentos em comparação ao tamanho é um ponto positivo para a tipologia da Floresta Ciliar, que apresenta o menor número de fragmentos e ainda possui fragmentos de maior área para a métrica indicada pelo tamanho médio.

Segundo Colli et. al. (2003) as grandes áreas contínuas com porções centrais amplas são recomendáveis para conservação, pois ficam livres da influência do entorno e asseguraram a sobrevivência de espécies sensíveis aos efeitos de bordas, como excesso de luminosidade, ventos, temperatura e outros.

Os dados métricos indicam que os fragmentos da tipologia Floresta Ciliar apresenta morfologia alongada (valor 0.61) e a tipologia Campo Úmido próximo do arredondado (valor 0.59). A distribuição dos dados (Tabela 9) indica grau de vizinhança entre os fragmentos da mesma classe fundamentada na distancia borda a borda (conforme METZGER, 1999), sendo este para a tipologia Floresta Ciliar com 30,47m, enquanto para a tipologia Campo Úmido o distanciamento de seu vizinho mais próximo era de 94,26m.

Em síntese, os ambientes úmidos da sub-bacia do rio Piranhas se caracterizavam pelo domínio de unidades ecológicas mais contínuas, organizadas em fragmentos maiores, como no caso da tipologia da Floresta Ciliar assentados sobre Argissolos, o que contribuiu para conservação das terras úmidas e provavelmente para a biodiversidade das espécies. Portanto, tendo em vista a importância da conectividade entre áreas úmidas, esta sub-bacia constitui uma região que requer cuidados e manejos adequados, que levem em conta a disposição do relevo, o tipo de solo e o uso antrópico da área, para que não ocorram efeitos danosos aos ambientes úmidos.

2.4. DISCUSSÃO DAS TIPOLOGIAS DAS TERRAS ÚMIDAS NAS SUB-BACIAS DOS RIOS BABILÔNIA E PIRANHAS

Após concluídas as análises percebe-se que as diferenças são nítidas entre a distribuição espacial e morfologia das áreas úmidas nas sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas (Tabelas 8 e 9; Figuras 14, 15, 16, 17 e 18). Parte dessas diferenças pode ser explicada pelos fatores naturais e suas combinações, tais como geologia, formas de relevo e tipos de solos, presentes nas duas sub-bacias.

Áreas como da sub-bacia do rio Babilônia, que apresentam rede de drenagem pouco densa associada a relevo plano e suave ondulado (Latosolos e Neossolos Quartzarênicos), a condição de alta permeabilidade condicionada pelas características litológicas das formações arenosas determina a ocorrência de áreas de infiltração acentuada, o que favorece o aparecimento de tipologias de terras úmidas com extensos fragmentos sobre a superfície (Figura 15). Ao passo que na sub-bacia do rio Piranhas, onde a área é dissecada por uma densa rede de drenagem que originou relevos com vertentes convexas, e estão associadas a uma geologia caracterizada por rochas poucos permeáveis e solos também poucos permeáveis (Argissolos); houve formação de uma rede de corredores ecológicos caracterizados, sobretudo pela concentração da vegetação ripária ao longo dos cursos d'água (Figura 18). Em relação à conectividade estrutural destes corredores, Metzger (1999) sugere que seja considerada a continuidade do arranjo espacial dos fragmentos florestais, bem como a complexidade e a qualidade da rede de corredores, através do ponto de ligação e as distâncias dos fragmentos (permeabilidade da matriz).

Nesse sentido, as áreas úmidas nas duas sub-bacias apresentam diferenças significativas quanto ao arranjo espacial desses terrenos úmidos, o que explica prováveis diferenças quanto à gênese, evolução e dinâmica das terras úmidas localizadas nas duas sub-bacias, como também necessidade de adoção de planos de gestão diferenciados para cada uma delas.

Na perspectiva da valoração e análise dos elementos do domínio físico que interagem com as terras úmidas foram consideradas as relações espaciais entre estes, conforme exposto a seguir. A Tabela 10 abaixo e a Figura 15 mostram dados da configuração espacial das tipologias de terras úmidas especificadas pela Floresta Ciliar e Campo Úmido para a sub-bacia do rio Babilônia, que em sua maioria foi desenvolvida sobre áreas onde dominam Latossolos e Neossolos Quartzarênicos.

Nas áreas planas dos Neossolos Quartzarênicos localizadas sobre arenitos, observa-se uma fitofisionomia arbórea aberta com estrato graminoso o qual identifica a presença do Campo Úmido circundando a Floresta Ciliar. Entretanto, quando os solos constituem-se Latossolos ocorrem árvores agrupadas e espalhadas cercados pelo tapete graminoso, que aparece de forma expressiva ao longo dos canais de drenagem e que se distribui espacialmente ao S, centro-norte, W e NW da sub-bacia, revestidos pelos solos derivados de substrato arenoso (Formação Botucatu) intercalado ocasionalmente por derrames basálticos. Segundo Almeida et. al. (1983) a presença de litologias diferentes (arenitos e basaltos) na extensão do rio Babilônia é marcada por trechos que apresentam desníveis topográficos e diferentes taxas de decomposição de rochas por intemperismo. Assim, a decomposição dos basaltos pela erosão pluvial e fluvial e a deposição de sedimentos na planície do rio originou solos argilosos que ocupam amplos vales com encostas suaves, resultando em um ambiente fértil, marginal a calha do rio.

Tabela 10 – Os Tipos de Solos nos Ambientes Úmidos na Sub-bacia do rio Babilônia

Tipos de solos	Área (km²)	Área (%)
Argissolo Vermelho-Amarelo	81,18	7,46
Latossolo Vermelho	605,74	55,70
Gleissolos	3,48	0,32
Neossolos Quartzarênicos	381,60	35,05
Neossolos Litólicos	16,67	1,54
Total da Área Úmida	1.088,67 km²	100%

Fonte: Cálculo baseado na intersecção das áreas dos mapas das Áreas Úmidas e Solos da Sub-bacia do rio Babilônia.

Em outras partes a jusante do rio Babilônia, sobre os recentes sedimentos inconsolidados depositados nos terraços, observa-se uma vegetação florestal exuberante marcada pela presença das tipologias Floresta Ciliar e Campo Úmido sobre as formas estreitas e contínuas dos terraços. Este tipo de vegetação ocorre na porção NW, próximo a Serra Geral, associada às rochas basálticas, arenitos, siltitos, folhelhos e sílex das formações Corumbataí e Botucatu e sobre Argissolo Vermelho-Amarelo. Sobre os Gleissolos, que se apresentam em menor proporção na escala 1:250.000 e encontram-se dispostos numa faixa central e a noroeste da planície do rio Babilônia, predomina a tipologia Floresta Ciliar. Os ambientes úmidos associados aos Gleissolos favorecem a formação de várzeas e áreas alagadiças, as quais estão também associadas a rochas sedimentares. Nesses ambientes, pode haver uma maior influência do lençol freático que se encontra em geral elevado durante a maior parte do ano.

Em síntese, a sub-bacia do rio Babilônia é caracterizada pela presença de tipologias de terras úmidas (Floresta Ciliar e Campo Úmido) com distribuição areal quase equivalente

(Tabela 10). Estas estão sobre extensas superfícies planas e suaves, que favorecem o acúmulo e infiltração de água pluvial. As terras úmidas nessa sub-bacia se distribuem ao longo das margens de cursos fluviais de maneira contínua e condicionam a vida vegetal desse tipo de ambiente úmido. Essas terras configuram assim, conforme descreve Costa (2003), um ecossistema de maior produtividade, por isso, esses terrenos são considerados beneficiados sob os aspectos sociais e econômicos. Além disso, a conectividade estrutural entre fragmentos de áreas úmidas tem papel importante na dinâmica hidrológica da bacia do rio Araguaia, principalmente pela disponibilidade de água que favorece a recarga do freático. Dados coletados, nesta pesquisa evidenciam que havia em 1965 conectividade entre populações isoladas e, conseqüentemente, aumento efetivo no equilíbrio da biodiversidade. Segundo Costa (2003) para que o sistema de rede de reservas da biodiversidade seja efetivo, os corredores devem ser amplos e largos, de forma a permitir a transição dos animais entre os ambientes.

Dados referentes à sub-bacia do rio Piranhas, mostrados na Tabela 11 e Figura 18, demonstram que as áreas úmidas desta sub-bacia se associam a terrenos onde dominam Argissolo Vermelho-Amarelo, formados sobre rochas metamórficas e distribuídos ao longo do rio Piranhas, ribeirão Bom Jardim, ribeirão Ribeirão e seus afluentes. Nessa área dominam relevos dissecados com densa rede de drenagem.

Tabela 11– Os Tipos de Solos nos Ambientes Úmidos na Sub-bacia do rio Piranhas

Tipos de solos	Área (km²)	Área (%)
Argissolo Vermelho-Amarelo	1.417,70	65,97
Latossolos (Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo)	561,91	26,15
Cambissolos	94,36	4,39
Neossolos Quartzarênicos	29,44	1,37
Neossolos Litólicos	45,46	2,12
Total	2.148,87 km²	100%

Fonte: Cálculo baseado na intersecção das áreas dos mapas das Áreas Úmidas e Solos da sub-bacia do rio Piranhas.

A tipologia dominante é Floresta Ciliar, onde os fragmentos acompanham o traçado natural dos canais fluviais apresentando agrupamento contínuo de árvores. Essa disposição contínua e ramificada das áreas úmidas pode estar relacionada às combinações dos fatores naturais da sub-bacia como a geologia dominada por rochas metamórficas, tipo de solo e diferentes formas de relevo caracterizadas por vales abertos e dissecados, que possibilita formação de um sistema represador, que segundo Christofolletti (1980) e Suguio & Bigarella (1990), é caracterizado como bacia de inundação. Este ambiente úmido, segundo esses autores, caracteriza-se pelas partes baixas da planície, portanto, são áreas pobremente

drenadas, planas, sem movimentação topográfica, localizado nas adjacentes das faixas aluviais dos canais meândricos ou meandros abandonados associados à vazão das drenagens nas estações chuvosas e oscilações do lençol freático. A permanência da água estagnada sobre o material depositado por longos períodos formam solos do tipo hidromórficos e orgânicos.

Em áreas onde dominam relevos aplainados a levemente dissecados com amplos vales abertos encontram-se os Latossolos e os Neossolos Quartzarênicos, os quais estão localizados basicamente sobre arenitos, onde se desenvolveu em menor proporção a tipologia Campo Úmido. Já nos setores mais elevados situados a montante das drenagens em altitudes que variam de 700 a 900m, desenvolveram-se Cambissolos e Neossolos Litólicos, aos quais se associam a tipologia Floresta Ciliar.

A tipologia Floresta Ciliar na região da sub-bacia do rio Piranhas apresenta suas particularidades como: formas alongadas ao longo de canais principais, e densidade e tamanho médio da área maior (Tabela 9) e fragmentação menor em relação à sub-bacia do rio Babilônia. Enquanto, a tipologia Campo Úmido se apresenta mais fragmentada com morfologia que se aproxima da circularidade ou do arredondamento, conseqüentemente, com densidade e tamanho médio dos fragmentos menores. Em síntese, os dados indicam que os ambientes úmidos possuem diferentes gradientes de conectividade entre fragmentos ao longo dos principais rios e afluentes da planície, esses influenciam fortemente nos padrões de biodiversidade e na dinâmica física desses ambientes.

O emprego de fotografias aéreas para identificação, delimitação e classificação das terras úmidas atendeu aos princípios dos objetivos dessa pesquisa, que seria caracterizar as tipologias de terras úmidas das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas.

O capítulo seguinte enfatiza a evolução histórica da distribuição espacial das terras úmidas mapeadas em 1965, 1975 e 2008 e os processos geradores da fragmentação destas duas sub-bacias selecionadas.

3. EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA E FRAGMENTAÇÃO NAS ÁREAS ÚMIDAS DAS SUB-BACIAS DOS RIOS BABILÔNIA E PIRANHAS (PERÍODO 1965 – 2008)

3.1. BREVE PROCESSO HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DA REGIÃO

Nas últimas décadas, a Alta Bacia do rio Araguaia no sudoeste goiano tem sido alvo de intensa transformação do espaço, através do processo de apropriação rápida da terra ocasionado pelo desmatamento generalizado, em consequência da expansão da fronteira agrícola, de acordo com pesquisa realizada por Castro et. al., 2004. Isso ocasionou também, a aceleração das ações planejadas pelo Estado na década 1970 para modernização da agricultura a fim de promover o aproveitamento racional do Cerrado e o crescimento econômico (DEUS, 2002; FARIA, 2006).

Tais transformações constituíram-se de investimentos em diversos setores como transporte, energia e telecomunicações, os quais visavam à modernização e a integração de novas áreas à economia nacional. Inúmeras iniciativas federais, estaduais e particulares de colonização do Planalto Central foram levadas a cabo de forma a integrar o Centro-Oeste ao Centro-Sul do país (BECKER & EGLER, 1998; DEUS, 2002).

No entanto, essa transformação em Goiás ganhou impulso nos meados da década de 1970, fruto das mudanças na estrutura da economia goiana com a incorporação do processo de descentralização regional proporcionado pelo governo militar com a implantação dos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PNDs) (BECKER & EGLER, 1998).

Na concepção de adequar a estrutura territorial nacional para corresponder ao desenvolvimento pretendido, foi criado o I PND (1972-1974). Este estabelecia uma estrutura mais complexa e integrada de desenvolvimento baseada na estabilidade política e na segurança nacional. Logo a seguir se implantou o II PND (1975-1979), consolidando um projeto que organizasse o território nacional segundo a lógica do projeto geopolítico proposto pelo governo militar (BECKER & EGLER, 1998). Durante este último plano, foi implantado o Programa de Desenvolvimento do Cerrado (POLOCENTRO) em parceria com as pesquisas tecnológicas desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa (EMBRAPA) para adaptar as culturas regionais as condições ambientais do Cerrado goiano (BECKER & EGLER, 1998; FARIA, 2006; SANTANA, 2007). Nesse caso, o processo de desenvolvimento foi visto como simples agregação de ciência, tecnologia e capital, tendo sido quantificado através do aumento da produção e da agricultura com vistas ao mercado exportador (DEUS, 2002).

O POLOCENTRO visava promover o desenvolvimento e a modernização das atividades agropecuárias das regiões Centro-Oeste e Oeste de Minas Gerais, mediante a ocupação das áreas do Cerrado. Visava também selecionar áreas específicas para atuação e, posteriormente, fornecer crédito altamente subsidiado a todos os produtores que desejassem investir em exploração agropecuária empresarial. Nesse contexto, havia necessidade da criação da logística necessária para o escoamento da produção da região para o sudeste do país e para o exterior (GOBBI, 2004; GOMES & TEIXEIRA NETO, 1993).

Além do POLOCENTRO, um novo programa surgiu na década 1980 de incentivo à expansão da agricultura comercial no Cerrado, o Programa Cooperativo Nipo-brasileiro para o Desenvolvimento do Cerrado (PROCEDER). Esses programas de desenvolvimento eram voltados para abertura de novas fronteiras agrícolas, e as políticas adotadas favoreceram os grandes e médios produtores em detrimento dos pequenos. Na realidade, os programas estimularam a média e a grande agricultura empresarial, mediante o fornecimento de crédito subsidiado, de assistência técnica e da remoção do obstáculo ao seu funcionamento (MUELLER, 1990).

Nesse contexto, o Cerrado tem ocorrido intenso processo de modernização das técnicas produtivas no campo, aliada a um acréscimo constante de investimentos financeiros, causando o avanço indiscriminado sobre o Cerrado. Assim, sua área pode ser utilizada pela agropecuária em virtude de grande área agricultáveis e de fácil mecanização, fartos recursos hídricos e por estar próximo a centros consumidores (FERREIRA, 2003 *apud* SANTOS, 2009)

Entretanto, a modernização da agricultura exigia alto nível de investimentos, ou seja, volume de recursos financeiros, que na maioria dos produtores tinham dificuldade de acesso. No entanto, estes foram sustentados basicamente pelo crédito rural, que foi colocado à disposição do produtor. Esse crédito serviu de ligação entre as características indicadas com relação ao processo de modernização, já que é ele quem viabilizava a introdução de máquinas e de insumos ao processo produtivo, nas quais visava o interesse na rápida expansão agrícola (IBGE, 1982).

Historicamente, em estudos realizados para o contexto da região, a economia goiana foi aos poucos substituindo a agricultura tradicional alicerçada na pecuária extensiva e na agricultura de subsistência por uma agricultura moderna. Após este período, o estado de Goiás e, principalmente, o Sudoeste goiano foi transformado num palco de grande modernidade no campo através do incremento de novas técnicas de produção, como a incorporação dos insumos e fertilizantes para correção dos solos do Cerrado (DEUS, 2002; IBGE, 1982).

Com essas mudanças, intensificou a devastação do Cerrado, ocorrendo à substituição da vegetação natural por campos agropecuários através do desmatamento. Isso possibilitou a mecanização do campo aliada as condições favoráveis de relevo (DEUS, 2002). Portanto, a fragmentação florestal está presente praticamente em todas as etapas do processo de expansão da fronteira (VIANA et. al., 1992).

Esse modelo de desenvolvimento resultou no processo de perda de estabilidade ambiental de vários ecossistemas, a qual se deu através de intervenções de ações sociais pouco ou nada compatíveis com princípios de funcionamento desses ambientes. Os impactos ambientais gerados pela expansão agropecuária e pelas grandes obras de infra-estruturas exigiram adaptações bruscas no ambiente, com isso, interromperam fluxos de animais e houve perda da vegetação natural (COSTA, 2003; DUARTE DA SILVA & TAVARES, 2007).

Em função das mudanças ocorridas nas áreas de Cerrado, como conseqüências do desenvolvimento implantado, chama atenção o fato que estas mudanças levaram a alteração de ecossistemas (FELFILI et. al., 2000), dentre eles os ambientes de terras úmidas presentes no Sudoeste goiano.

Ressalta-se que as áreas úmidas, além de exercerem funções ecológicas, são responsáveis por manter o equilíbrio hidrológico em uma bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1999). Entretanto, a vegetação presente nas áreas úmidas dessa região vem sofrendo alterações expressivas em suas condições naturais, em razão do uso excessivo da terra proporcionado pela expansão das fronteiras agrícolas nos últimos trinta anos (CASTRO, et. al., 2004)

Nesse contexto de transformação sócio-ambiental, se inserem as terras úmidas presentes nas sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas. Estas constituem importantes sub-bacias da Alta Bacia do rio Araguaia, as quais vêm passando por grandes alterações decorrentes do processo de uso e ocupação do solo e aos efeitos de técnicas de manejo não adequadas, desde a década de 1970 (CASTRO et. al. 2004). Como conseqüência disso, a área ocupada pelas duas sub-bacias sofreu intensas alterações de natureza ambiental e econômica que necessitam de uma investigação quantitativa e qualitativa detalhada.

A crescente intervenção humana nos ambientes úmidos causa desequilíbrios irreparáveis nos ecossistemas das áreas úmidas (CHRISTOFOLETTI, 1999; VIANA, 1990). Esta pode ocorrer por meio da modificação no uso da terra, do desmatamento das encostas e da mata ciliar/galeria, da extração de areia, da pecuária intensiva e da agricultura (RODRIGUES & LEITÃO FILHO, 2000). Estas atividades vêm contribuindo para intensificar a fragmentação do Sudoeste goiano, pois estas diminuem a biodiversidade,

aumentam o escoamento superficial e a carga sólida sobre os mananciais, assoreando-os e implicando em mudanças hidrológicas.

Duarte da Silva & Tavares (2007) ressaltam que o uso agrícola dos ambientes úmidos pode ocasionar completa modificação na hidrologia destes ambientes e interferir nas suas estruturas e funções ecológicas originais, com entrada de novas espécies de predadores, de plantas e também de agrotóxicos.

Por outro lado, a vegetação preservada ao longo dos canais fluviais, geralmente dificulta a ação dos processos erosivos, protegendo o solo contra efeitos negativos nos terrenos úmidos (ARAUJO, et. al., 2008; DUARTE et. al., 2005). Desta forma os desmatamentos e a apropriação agrícola das terras úmidas podem impactar negativamente os cursos fluviais.

Sobre esse aspecto, há uma maior necessidade de estudos integrados do meio físico que permitam fornecer conhecimento sobre a conservação, preservação e monitoramento aliado as legislações ambientais, em áreas onde estão inseridas as terras úmidas.

3.2. EVOLUÇÕES DO USO DA TERRA EM ÁREAS ÚMIDAS ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2008

As terras úmidas são ecossistemas complexos compostos por duas estruturas básicas: a primeira formada pelos fatores naturais como rocha, tipo de relevo, solo e água; e a outra pelos animais e vegetais (MITSCH & GOSSELINK, 2000). Essas áreas seriam preservadas se não houvesse a interferência humana, porém ao selecionar para essa pesquisa as sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas, percebe-se que essas foram impactadas pela ação antrópica e sofreram fragmentação.

Entende-se por fragmentação, na visão de Costa (2003), a formação de ilhas de vegetação distribuídas geograficamente, e segundo Viana & Pinheiro (1998) a fragmentação florestal é um fenômeno amplamente distribuído e associado à expansão de fronteiras de desenvolvimento humano. Nessa pesquisa, apoiando-se nesses conceitos identificou-se e quantificaram-se as áreas úmidas das sub-bacias escolhidas impactadas pela agricultura, pecuária extensiva e pela urbanização.

Dentre as ações ambientais de maior conservação dos recursos naturais, com objetivo de manter o equilíbrio ambiental dos cursos d'água, está a preservação das áreas úmidas do Cerrado. Essa, segundo Oliveira-Filho (1994), garante a sobrevivência das espécies de animais e vegetais, além de desempenharem funções na dinâmica hidrológica. As espécies vegetais também sofrem fragmentação em função do corte ou extração de madeira, as quais

resultam em pequenos fragmentos que não conseguem manter espécies variadas e podem ocasionar o desaparecimento das mesmas (GOIÁS, 2002). Nas áreas em estudo, este fenômeno ocorre de forma descontínua.

Desse modo, a fragmentação de habitats pode ter causas naturais, tais como flutuações climáticas, processos geológicos e alagamentos, mas atualmente, como nos informa Brasil (2002) tem sido um processo intimamente relacionado à expansão das atividades humanas, como agricultura, pecuária, exploração florestal, mineração, urbanização e construção de barragem e de estradas.

A expansão da agricultura durante décadas tem resultado na redução da cobertura vegetal em regiões tropicais e subtropicais no Brasil (GOIÁS, 2002), que favorece a fragmentação de diferentes áreas, formatos, grau de isolamento tipo de vizinhança e histórico de perturbação (VIANA & PINHEIRO, 1998; VIANA, 1990).

Cunha & Guerra (1996) advertem que ao se desmatar grandes áreas para agricultura deve-se deixar preservados os mananciais, pois só assim é possível continuar o abastecimento de água e diminuir a possibilidade de erosões no solo em áreas florestais, os quais constituem refúgio para a fauna.

Também, as áreas úmidas do Cerrado que anteriormente ocupavam grandes extensões, estão atualmente sofrendo o processo de fragmentação. Essas áreas estão conseqüentemente sendo divididas em pequenos pedaços, devido à construção de estradas, cidades, atividades econômicas, além de um grande número de outras atividades humanas. E quando o habitat é destruído, esses fragmentos são freqüentemente isolados uns dos outros, por uma paisagem altamente modificada ou degradada (GOIÁS, 2002; VIANA, 1990,).

Conseqüentemente, os ecossistemas sofrem mudanças ao longo do tempo pela ação antrópica. Assim, a alteração da estrutura de paisagens naturais através de atividades humanas, em particular pela fragmentação de florestas constitui-se uma das principais causas do aumento do isolamento das manchas vegetacionais, que tem efeitos diretos sobre as populações como na redução e tamanho de habitats, desestruturação dos mecanismos de dispersão e migração das populações, logo, haverá perda da diversidade biológica (SCHELHAS & GREENBERG, 1996, VIANA & PINHEIRO, 1998).

Entretanto, na opinião de Costa (2003) e Castro et. al. (2004), as alterações nas condições naturais das terras úmidas são decorrentes do uso excessivo da terra e da expansão das fronteiras econômicas, as quais muitas vezes são inadequadas. Com isso, nos assevera Bonnet et. al. (2007), que tem havido uma intensa supressão e descaracterização desse ecossistema em função da ocupação dessas áreas pela agricultura, pecuária e a urbanização.

Nesse contexto, por serem as áreas úmidas caracterizados por ambientes frágeis e representativos nas bacias hidrográficas (EHRlich & MOONEY, 1983), se faz necessário realizar estudos da evolução do uso da terra, nessas áreas entre períodos que representam avanços nos processos de fragmentação, para se determinar o estado ambiental em que estas se encontram. Para realizar esses estudos foram selecionadas as sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas localizados na Alta Bacia do rio Araguaia (Figura 1), as quais são apresentadas a seguir.

As terras úmidas da sub-bacia do rio Babilônia ocupavam uma área expressiva com 1.088,67 km² no ano de 1965, ou seja, 40,63% da área total da sub-bacia (Figura 15). Entre os anos de 1965 e 2008 constou-se uma diminuição drástica de 56,89% no total das áreas úmidas desta sub-bacia. A expansão da agricultura e da pecuária foram os principais fatores que acarretaram a diminuição dessas áreas (Tabela 12 e Figura 19).

Tabela 12– Tipologias de Terras Úmidas (1965) e Uso da Terra (2008) na Sub-bacia do rio Babilônia

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS (1965)	USO DA TERRA (2008)	ÁREA (Km²)
Campo Úmido	Campo Úmido	9,70
Campo Úmido	Agricultura	226,34
Campo Úmido	Pastagem	123,02
Floresta Ciliar	Floresta ciliar	459,58
Floresta Ciliar	Agricultura	189,73
Floresta Ciliar	Pastagem	79,42
Floresta Ciliar	Área urbana	0,88
Total		1.088,67 Km²

Fonte: Cálculos baseados na intersecção das áreas dos mapas das Áreas Úmidas de 1965 e Uso da Terra de 2008 – sub-bacia do rio Babilônia.

A Tabela 12 e Figura 19 mostram que em 2008 a tipologia Floresta Ciliar perdeu espaço para a agricultura, pastagem e área urbana, as quais passaram a ocupar 17,46%, 7,30% e 0,08% das terras úmidas desta sub-bacia. Enquanto, o Campo Úmido teve uma redução de 17,36%, devido a sua substituição pela agricultura, e de 11,17% devido sua substituição por pastagem. Somadas as áreas úmidas que ainda preservam a vegetação natural da sub-bacia do rio Babilônia o total é de 43,19% em relação à quantidade inicial, tendo sido o restante substituído por agricultura, pastagem e área urbana. A ocupação das áreas úmidas ocorreu principalmente na zona de domínio dos Latossolos e Neossolos Quartzarênicos.

No contexto ambiental, a situação das terras úmidas ainda não antropizadas é crítica, pois estas representam apenas 18% do total das áreas úmidas da sub-bacia e se encontram

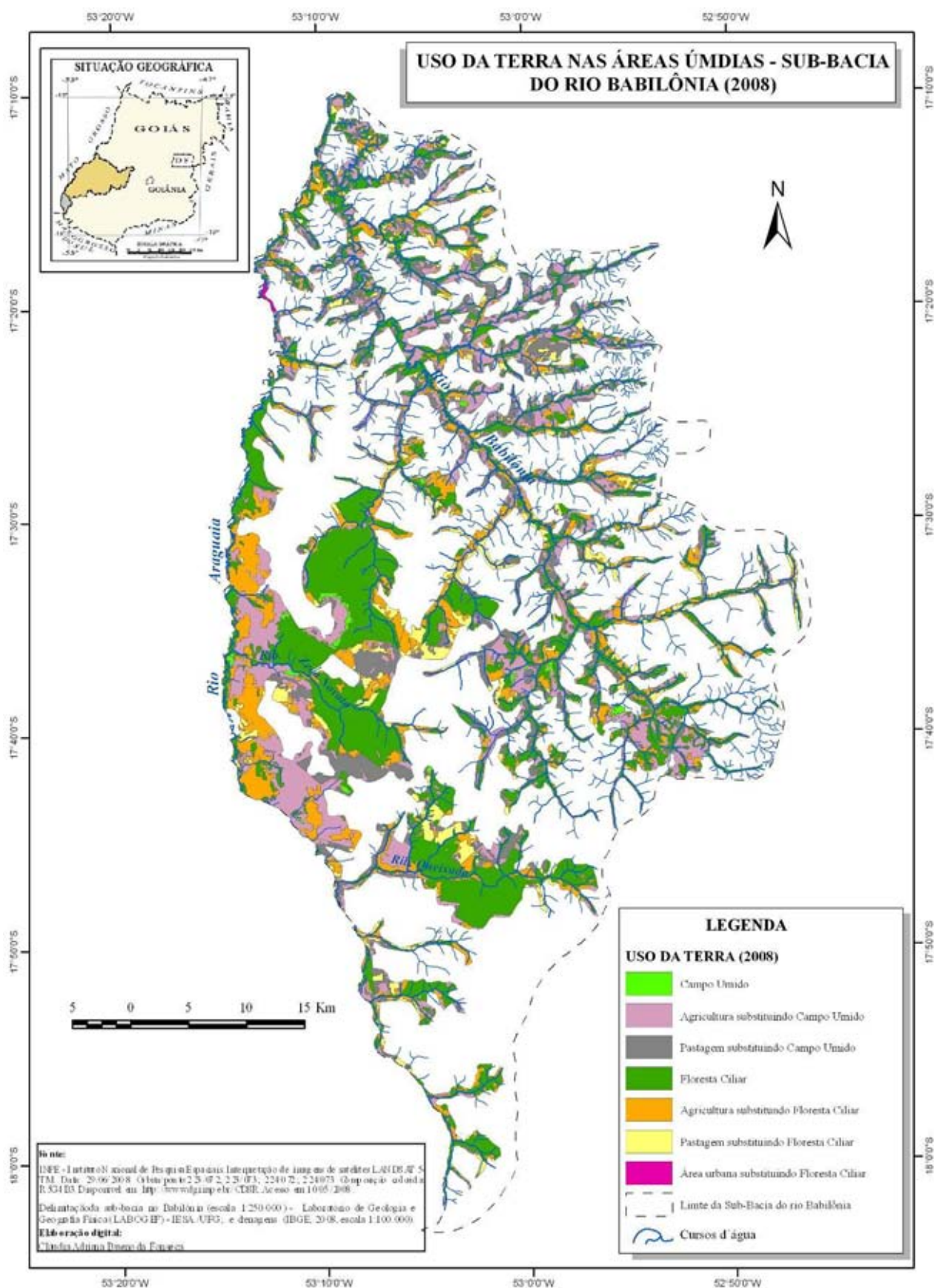


Figura 19 – Mapa de Uso da Terra nas Áreas Úmidas na Sub-bacia do rio Babilônia (2008)

especialmente bastante fragmentadas (Tabela 12 e Figura 19). O avanço de áreas com pastagem e agricultura passa a ser uma ameaça para esses remanescentes, que ficam cada vez mais fragmentados.

Portanto, o processo de desmatamento atingiu a Floresta Ciliar, onde alguns cursos d'água não apresentam essa tipologia, e quando apresentam estão em forma descontínuas, sobre áreas de domínio dos Latossolo Vermelho e Neossolos Quartzarênicos. Isso provoca impacto ambiental sobre a fauna e flora.

Segundo as explicações de Gimenes & Anjos (2003) e Viana (1990), o processo de fragmentação acaba influenciando vários fatores como fauna e a flora. De uma forma geral, determinadas espécies necessitam de mais um local para desenvolver suas atividades como a busca de alimento, além destas necessitarem de diferentes locais para sobrevivência devido às variações climáticas durante o ano.

Faria (2006) alertava para os processos de ocupação agropecuária intensivo no setor sul (sub-bacia do rio Babilônia) que atingiu áreas frágeis e de baixa aptidão agrícola, que se estenderam para interflúvios amplos, convexos, de longa vertente sobre Neossolos Quartzarênicos. A ocupação desse tipo de solo já foi alertada por Castro, et. al., (2004), Santana (2007) e Faria (2006) que resultam na degradação erosiva através de sulcos, ravinas e voçorocas principalmente quando há superpastoreio e trilheiros.

No entanto, diante desse cenário que comprometem as áreas úmidas, quando se observa a Figura 19, e comparadas essa mesma área mapeada e apresentada no Atlas Geoambiental (CASTRO et. al. 2004) juntamente com a pesquisa de Faria (2006), constata-se que as áreas de escarpas e as bordas de chapada (Serra do Caiapó) estão revestidas pela cobertura vegetal. Isso sugere que os proprietários rurais estariam mais atentos na preservação. Segundo Faria (2006) talvez a explicação possa ser encontrada na estrutura fundiária, na Reserva Legal e Área de Proteção Ambiental.

A situação das terras úmidas da sub-bacia do rio Piranhas é bastante diferente. A Tabela 13 e Figura 20 e mostram que em 1965 as áreas úmidas ocupavam uma área de 2.148,87 km² (ou 46,64% do total da sub-bacia). Estas sofreram uma redução de 60,52% do total inicial em 2008, em função das atividades agropecuárias.

Tabela 13– Tipologias de Terras Úmidas (1965) e Uso da Terra (2008) na Sub-bacia do rio Piranhas

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS (1965)	USO DA TERRA (2008)	ÁREA (Km²)
Campo Úmido	Campo Úmido	19,55
Campo Úmido	Agricultura	29,87
Campo Úmido	Pastagem	4,57
Floresta Ciliar	Floresta ciliar	828,85
Floresta Ciliar	Agricultura	1.229,33
Floresta Ciliar	Pastagem	33,50
Floresta Ciliar	Área urbana	3,20
Total		2.148,87 Km²

Fonte: Cálculo baseado na intersecção das áreas dos mapas das Áreas Úmidas de 1965 e Uso da Terra 2008 – sub-bacia do rio Piranhas.

A Tabela 13 Figura 20 mostram que em 2008 a Floresta Ciliar representava apenas 38,57% e o Campo Úmido 0,91% da área total das terras úmidas mapeadas em 1965. A agricultura ocupou boa parte das áreas com tipologia Floresta Ciliar (57,21%), seguida pela pecuária (1,56%) e áreas urbanas (0,15%). Enquanto, os Campos Úmidos tiveram suas áreas reduzidas pela substituição por agricultura e pastagem de 1,39% e 0,21% respectivamente da área inicialmente ocupada por Campo Úmido.

Verificou-se que nessa sub-bacia houve alteração na vegetação, pois segundo Mueller (1992), a expansão e modernização da agricultura em geral causam impactos e fragmentação das vegetações ripárias. Esses impactos podem ser de ordem sócio-ambiental ocupadas pelo cultivo de grãos e pastagem que podem comprometer sua sustentabilidade (FARIA, 2006).

De acordo com Cunha et. al. (1994), a capacidade de regeneração dessa vegetação em áreas úmidas do Cerrado diminui a cada mudança do uso da terra e o impacto dessas transformações, em longo prazo, resulta em áreas menos produtivas. Nas áreas estudadas percebe-se claramente a ocorrência desse fenômeno, veja que na Figura 20, ao longo dos rios principais como Piranhas, Ribeirão Bom Jardim, Ribeirão Ribeirão, Córrego da Areia e dos demais afluentes, a Floresta Ciliar encontra-se intensamente fragmentada, e a agropecuária tem sido apontada como uma das principais responsáveis por essa fragmentação.

A fragmentação das áreas úmidas na sub-bacia do rio Piranhas, possivelmente está estimulada pela expansão da fronteira agrícola muito intensa na região, sem a maior preocupação em afetar os recursos hídricos. O resultado de tudo isso, revela que a vegetação

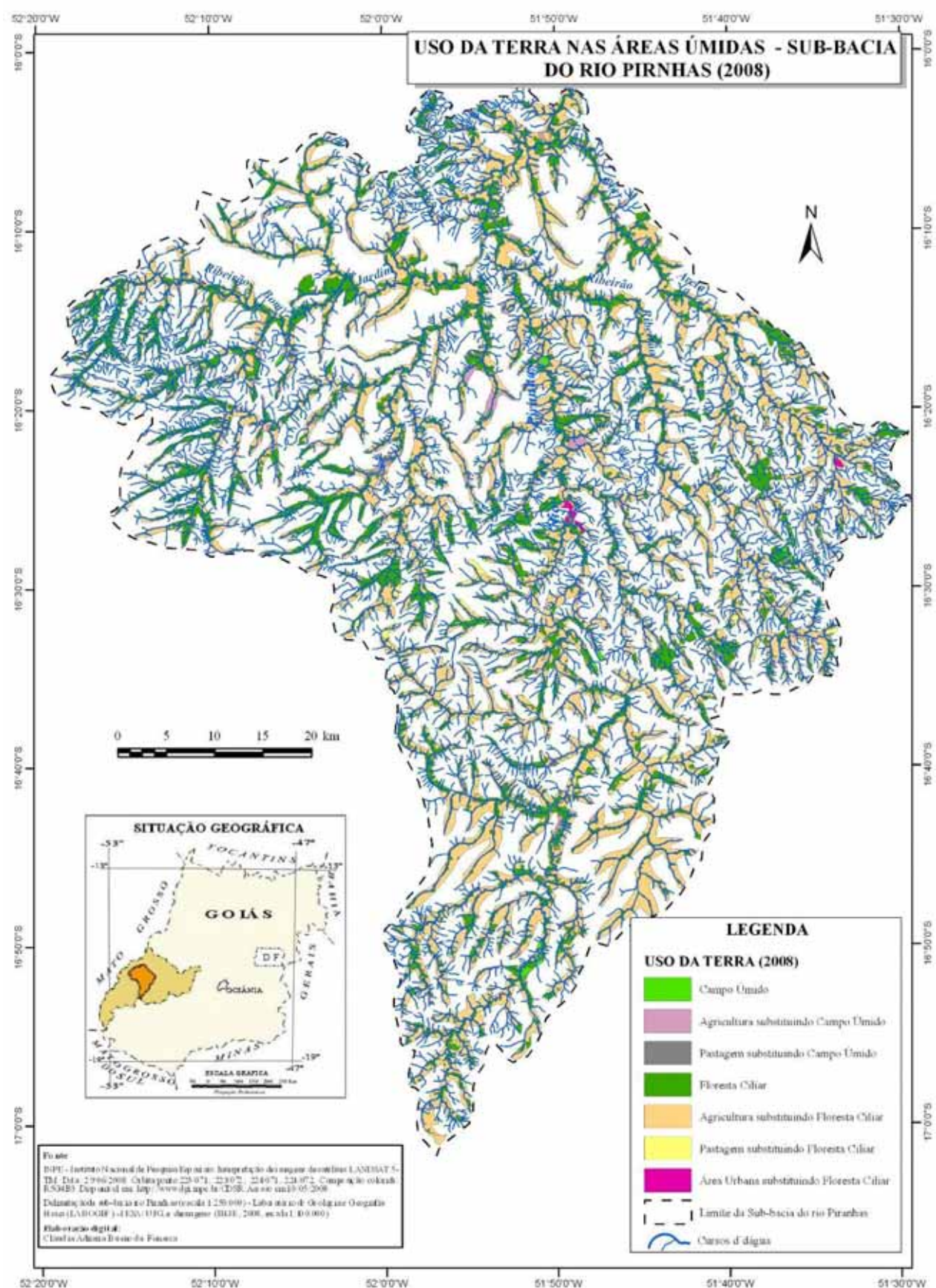


Figura 20 – Mapa de Uso da Terra das Áreas Úmidas na Sub-bacia do rio Piranhas (2008)

arbórea nativa representada está descontínua, salvo algumas reservas conservadas, conforme alerta Queiroga & Rodrigues (2001). Esse processo de eliminação das florestas, conforme Viana (1990) nos explica, pode resultar num conjunto de problemas ambientais desde a extinção de várias espécies quanto às mudanças climáticas locais, a erosão dos solos e o assoreamento dos cursos d'água.

Conforme se objetivou classificar e quantificar as tipologias das terras úmidas contidas nas sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas, as atividades agropecuárias desordenadas desenvolvidas nas bordas dessas áreas, são apontadas como principais responsáveis pela mudança no uso da terra e substituição da vegetação natural, na medida em que a degradação aumenta em terrenos úmidos, na ausência de planejamento. Os impactos decorrentes dessa ocupação mal planejada podem consistir no aumento do número e magnitude de enchentes, modificando o regime hidrológico, desenvolvendo processos erosivos acelerados, assoreando os cursos d'água, extinguindo as espécies animais e vegetais dentre outros, conforme já alertado por Araújo et. al. (2008) e Queiroga & Rodrigues (2001) em estudos realizados em outras áreas sob uso agropecuário.

A grande substituição das áreas úmidas por atividades agropecuárias pode ser explicada pelo contexto histórico da ocupação do Estado de Goiás. A região do Sudoeste de Goiás, onde se insere as sub-bacias analisadas, faz parte de uma das doze áreas de Cerrado beneficiadas pelo POLOCENTRO, projeto estabelecido pelo governo federal a partir de 1975 com propósito de incorporar cerca de 3,7 milhões de hectares ocupados por Cerrado à atividade agropecuária de Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás (SANTOS, 2009).

Nesse período, o Cerrado das regiões sudoeste e sul goiano foram afetados por um grande movimento de expansão da fronteira agrícola, decorrente dos atrativos proporcionados pela monocultura de soja, implantação de estradas, rede de comunicação e técnicas de cultivos, além de corretivos agrícolas do solo. Assim, após a década de 70, teve início o desenvolvimento de imensas lavouras comerciais que ocuparam grandes extensões de terra, com implementação de infra-estrutura para atender a produção de soja, milho, arroz, sorgo e algodão (CARMO et. al., 2002).

Ao contrário das regiões acima citadas, segundo Cristovão et. at. (2009), especificamente na porção centro-sul do estado de Goiás houve um desmatamento intensivo desde a década de 1970, causado principalmente pelos incrementos de novas tecnologias voltados para o manejo dos solos ácidos, o que possibilitou um rápido avanço das fronteiras agrícolas.

Outro fator, a pecuária extensiva, cuja principal atividade econômica teve um crescimento acelerado a partir 1970, consome grande parte da pastagem natural, e tem causado grandes impactos nos ecossistemas, tanto pela introdução de pastagens artificiais, como lançamento de biocidas e fertilizantes das lavouras (BRITO, 2006).

As perspectivas futuras para o Cerrado, conforme Machado et. al. (2004), apresenta dados alarmantes, considerando a existência de 34,22% de áreas nativas remanescentes das classes de Cerrado não antropizado, as Unidades de Conservação representando 2,2% do Cerrado e as terras indígenas representam 2,3% do Cerrado. Sobre esses índices, seria de se esperar, segundo este autor, que o Cerrado poderia desaparecer no ano de 2030.

A tendência a curto e médio prazo sobre o processo de expansão e modernização da agricultura regional e urbana tendem a continuar na região do Cerrado, em detrimento do manejo sustentado pelos recursos naturais renováveis (DIAS, 2008). Segundo Ferreira et. al., (2007) a preservação do bioma Cerrado não é nada animador, os autores apresentam dados do mapa de cobertura vegetal e do uso do solo do estado de Goiás do ano 2002, esse indica que 64% dos 223.217 km² da vegetação nativa já foram convertidas em atividades agropecuárias, áreas urbanas e outras formas de uso (ex. represa e áreas de mineração). Cerca de 33% das áreas remanescentes de Cerrado em Goiás estejam comprometidas em termos ecológicos sobretudo pela ameaça de novos desmatamentos, e pela elevada fragmentação da paisagem.

A cobertura vegetal natural remanescente, segundo Sano et. al. (2008), representa 61% do Cerrado, distribuídos em formação florestal (20%), formação savânica (37%) e a formação campestre (4%). No entanto, segundo esses autores, as classes representativas de uso da terra são as pastagens cultivadas (26,5%) e culturas agrícolas (10,5%), áreas de reflorestamento 0,02% e áreas urbanas 0,004%.

De acordo com dados acima, a paisagem do Cerrado está sendo dominada por atividades agrícolas que compõem mosaicos dinâmicos, que são formadas por diferentes usos da terra e que pode resultar em pressões diferentes para a biodiversidade do Cerrado. Esses números são ainda mais preocupantes, quando se observa que no mapeamento das áreas úmidas das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas, em escala local esse fenômeno tem ocorrido freqüentemente.

3.3. ESTUDO COMPARATIVO DA FRAGMENTAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS NOS ANOS DE 1975 E 2008 COM USO DO FRAGSTATS 3.3

As mudanças ocorridas no uso da terra na região das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas entre os anos de 1975 e 2008 acarretaram a fragmentação da cobertura vegetal natural, que refletiu na redução ou perda da biodiversidade e degradação do meio ambiente por desmatamento, inundações, exposição do solo aos efeitos da erosão e ao assoreamento dos canais fluviais. Essa situação pode ser analisada no contexto histórico de ocupação da região, ligada a expansão econômica da agricultura mecanizada e da pecuária (DEUS, 2002; CASTRO et. al. 2004, FARIA, 2006).

Para avaliar essas mudanças ocorridas entre os anos de 1975 e 2008 foram obtidos dados por meio da classificação de imagem de satélite LANDSAT MSS (1975) e LANDSAT TM (2008) e da aplicação das métricas da ecologia da paisagem do programa FRAGSTATS 3.3. Os estudos foram individualizados por sub-bacia e englobam os padrões espaciais dos fragmentos relacionados às variáveis das áreas das classes, porcentagem da paisagem, número de fragmentos, densidade de fragmentos, comprimento total das bordas dos fragmentos, tamanho médio do fragmento, índice de circularidade e a distância média entre fragmentos vizinhos.

3.3.1. MÉTRICAS DA FRAGMENTAÇÃO DAS ÁREAS ÚMIDAS NA SUB-BACIA DO RIO BABILÔNIA

A Figura 21 e a Tabela 14 mostram os resultados da análise do uso da terra por meio do FRAGSTATS na sub-bacia do rio Babilônia nos anos de 1975 e 2008.

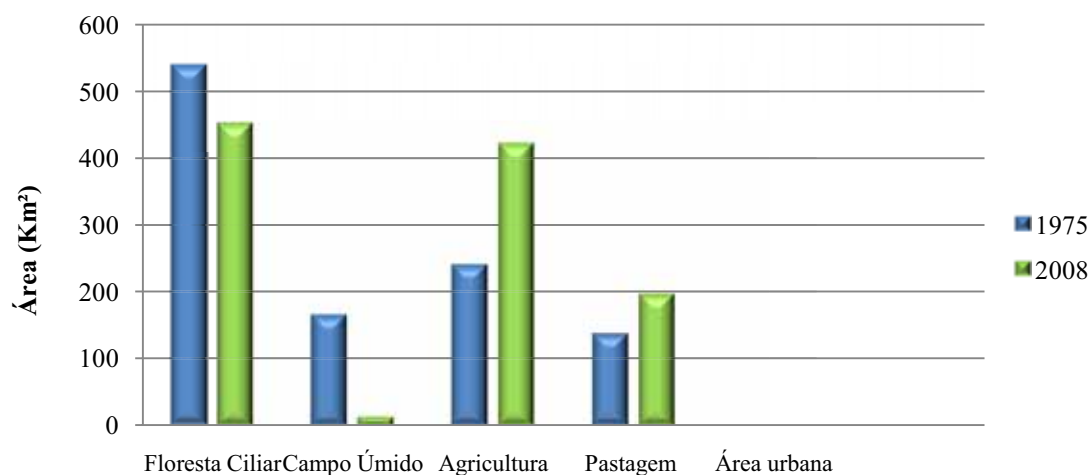


Figura 21 – Área das Classes - Sub-bacia do rio Babilônia (1975 e 2008)

Tabela 14– Métricas do Percentual de Uso das Terras Úmidas nos anos 1975 e 2008 - Sub-bacia do Rio Babilônia

USO DA TERRA	Porcentagem do fragmento (1975)	Porcentagem do fragmento (2008)
Floresta Ciliar	50,23%	41,99%
Campo Úmido	15,50%	1,35%
Agricultura	21,99%	38,19%
Pastagem	12,26%	18,39%
Área urbana	0,02%	0,08%

De acordo com os dados apresentados na Figura 21 e a Tabela 14 constata-se que as terras úmidas foram fortemente substituídas pelas atividades agrícolas e pecuárias.

Em 1975 as áreas úmidas naturais eram mais extensas e ocupavam um percentual de 65,73% do total de uso dessas áreas. Essas sofreram uma redução de 22,39% em 2008 em decorrência das expansões das atividades agropecuárias. Observa-se, que percentual de áreas úmidas substituídas pela agricultura saltou de 21,99% para 38,18%, aumentando para 16,20% ao longo desses anos. Enquanto a pecuária, que em 1975 substituída 12,26% das áreas úmidas, em 2008 apresentou um percentual de substituição de 18,39%, resultando, portanto um aumento de 6,14%. Relativamente, as áreas urbanas avançaram pouco sobre os espaços úmidos, substituindo apenas 0,05% dos terrenos úmidos ao longo desses anos.

Os principais fatores que afetam a conservação da biodiversidade na dinâmica de alteração de fragmentos das áreas úmidas Viana & Pinheiro (1998) são: o tamanho do fragmento, a morfologia do fragmento, o grau de isolamento e o histórico da perturbação. Esses fatores estão associados aos elementos biológicos, ou seja, interação entre plantas e animais. Fatores como tamanho e forma dos fragmentos podem influenciar inúmeros processos ecológicos, como nos exemplifica Volotão (1998), a forma pode influenciar no processo de migração de pequenas espécies de animais entre fragmentos, colonização de plantas e também aumentar o efeito de borda.

Estabelecendo uma comparação, nos 1.088,67 Km² que correspondem à área total das terras úmidas da sub-bacia rio Babilônia, em 1975 foram identificados 1.070 fragmentos de áreas úmidas, agricultura e pastagem, enquanto em 2008 o número de fragmentos praticamente dobrou (2.196) (Tabelas 15 e 16). A maior parte desses fragmentos, especialmente os de Floresta Ciliar e Campo Úmido, encontravam-se em 2008 na forma de pequenos fragmentos, isolados, perturbados, pouco protegidos em paisagem intensamente cultivada.

Tabela 15– Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra no ano de 1975 – Sub- Bacia do rio Babilônia

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS	Número de fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km²	Tamanho médio dos fragmentos (km²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Floresta Ciliar	266	24,72	2.031	0.63	39,50
Campo Úmido	201	18,68	829	0.64	70,18
USO DA TERRA	Número de fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km²	Tamanho médio dos fragmentos (km²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Agricultura	333	30,95	710	0.62	53,46
Pastagem	270	25,10	487	0.63	55,99

Tabela 16– Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra no ano de 2008 – Sub- Bacia do rio Babilônia

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS	Número de fragmentos	Densidade de fragmento em 100 km²	Tamanho médio dos fragmentos (km²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Floresta Ciliar	411	38,14	1.100	0.65	28,15
Campo Úmido	72	6,68	202	0.62	110,99
USO DA TERRA	Número de fragmentos	Densidade do fragmento em 100 km²	Tamanho médio dos fragmentos (km²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Agricultura	927	86,03	443	0.61	26,50
Pastagem	786	72,94	251	0.62	37,85

Observa-se que nas Tabelas 15 e 16, a tipologia Campo Úmido em 2008 sofreu redução no número de fragmento em torno de 179,16%, conseqüentemente, reduziu o tamanho médio da área para 310,39%. Os ambientes da Floresta Ciliar também se encontram fortemente alterados, e em franco processo de fragmentação de suas áreas originais, o que favoreceu um aumento de 54,51% no número de fragmentos em 2008 em relação a 1975 e causou restrição no tamanho médio dos fragmentos de Floresta Ciliar de 84,64%.

Nas terras úmidas dessa sub-bacia, observa-se significativo aumento do número de fragmentos associados à agricultura e pecuária (Tabelas 15 e 16). O número de fragmentos identificados em 2008 foi quase o triplo daquele presente em 1975 para agricultura. Tendência similar foi observada para pecuária, o que apresentou aumento no número de fragmentos de 191,11% entre os anos de 1975 e 2008.

A Figura 22 mostra as métricas do comprimento total das bordas dos fragmentos de mesma classe para os anos de 1975 e 2008.

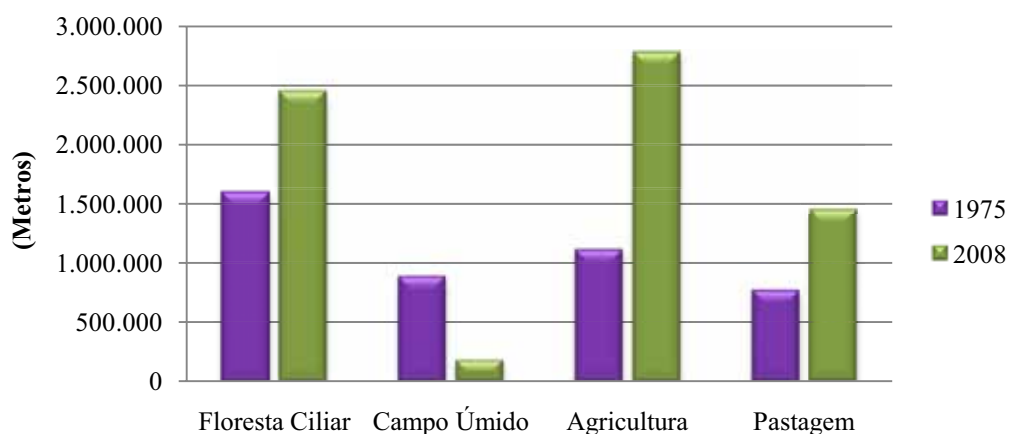


Figura 22 – Comprimento Total de Bordas dos Fragmentos das Classes da Paisagem – Sub-bacia rio Babilônia (1975 e 2008)

Os resultados referentes ao aumento no comprimento total das bordas dos fragmentos (Figura 22) indicam significativo aumento na atividade antrópica na região. Em 2008 houve um acréscimo de 53,40% no comprimento total das bordas dos fragmentos para tipologia Floresta Ciliar, o que resultou num aumento na densidade de fragmentos de 54,28% e na redução do tamanho médio da área para esta tipologia de 84,65% (Tabelas 15 e 16). Enquanto que, o Campo Úmido reduziu o comprimento total das bordas dos fragmentos em 382,38%, conseqüentemente, houve uma redução na densidade de fragmentos de 179,60% e no tamanho médio da área dos fragmentos de 310,50%, logo, os fragmentos dessa classe ficaram cada vez mais distantes de seus vizinhos (Tabelas 15 e 16).

Entende-se, segundo Metzger (1999), que bordas são áreas de transição entre unidades de paisagem, onde a intensidade do fluxo biológico se modifica de forma abrupta. Portanto, a distribuição das bordas dos fragmentos das áreas úmidas é um importante aliado da biodiversidade de espécies, ou seja, quanto maior o comprimento total de bordas dos fragmentos, maior é a proteção que o mesmo dará as espécies como também ao solo.

Em 2008 as áreas úmidas com uso agrícola sofreram um aumento significativo no comprimento total das bordas dos fragmentos de 149,83%, enquanto a densidade de fragmentos praticamente dobrou e o tamanho médio da área dos fragmentos ocupada com agricultura reduziu de 60,30% (Figura 22; Tabelas 15 e 16). As áreas úmidas substituídas, por pecuária tiveram aumento de 87,48% no comprimento total das bordas dos fragmentos, acompanhado por aumento na densidade de fragmentos de 190,89% e redução no tamanho médio da área dos fragmentos de 94%. A redução na área dos fragmentos, ocupados por agricultura e pecuária e os aumentos no número de fragmentos indicam uma alta

fragmentação das áreas agrícolas e sob pecuária em terras úmidas, o que potencialmente ocasiona uma maior degradação das áreas úmidas.

Em 1975, a distância média entre os fragmentos mais próximos ficou em 39,50m para Floresta Ciliar e 70,18m para Campo Úmido, o que pode ser considerado próximo em termos de paisagem. Em 2008, sofreram distanciamentos de 40,31% para Floresta Ciliar e 43,90% para Campo Úmido, isso ocorre, provavelmente, devido ao grau de fragmentação (Tabela 15 e 16). Do ponto de vista ecológico, segundo Viana & Pinheiro (1998), estes índices métricos são preocupantes, pois quanto maior a distância entre os fragmentos menor será a taxa de recolonização das espécies pela migração, e conseqüentemente, no caso das plantas, menor mobilidade dos dispersores e polinizadores. Com isso, a umidade do solo e o ambiente ficam mais expostos aos fatores que condicionam a degradação em áreas úmidas.

Quanto ao índice de circularidade as Tabelas 15 e 16 indicam para as tipologias de terras úmidas, a presença de fragmentos de forma alongadas, com isso, sofrem influência do efeito de borda. É importante ressaltar que as áreas consideradas próximas da morfologia circular e intactas estão menos expostas ao efeito de borda. Ao passo que, os fragmentos estreitos e alongados sofrem mais com o efeito de borda devido a falta de proteção do seu interior. Embora existam espécies que se adaptam e vivem nas bordas dos fragmentos (METZGER 1999; VIANA & PINHEIRO, 1998).

Desse modo, os efeitos de borda que ocorrem no limite externo das áreas úmidas, como em áreas de pastagem e de cultivo agrícola, podem comprometer a estabilidade no interior desses remanescentes. Esse tipo de alteração, segundo Costa (2003), pode afetar algumas espécies em sua diversidade e quantidade, que não se adaptam aos efeitos de borda e tendem à extinção, como também pode afetar processos ecológicos na polinização.

Na realidade, podem ser criadas no ambiente das áreas úmidas novas espécies vegetacionais. As espécies invasoras podem causar efeitos adversos nos processos produtivos do ecossistema com o aparecimento de pragas e crescimento populacional exagerado de algumas espécies (COSTA, 2003). Além de também provocar efeitos negativos no solo, com distúrbios ambientais de caráter regional nas planícies de inundações. Grande parte desses distúrbios refere-se à intensificação de processos erosivos derivados dos desmatamentos em áreas próximas às bordas, concomitantes com processos de sedimentação nas planícies fluviais.

Concluídas as análises, percebe-se que a fragmentação das áreas úmidas reduz a conectividade e divide o ambiente em numerosas “ilhas” (conceito citado, anteriormente por COSTA, 2003) provocando a interrupção de corredores ecológicos, o que pode romper o

fluxo da fauna e acarretar o empobrecimento da cadeia alimentar e a extinção de espécies. Além disso, os ambientes fragmentados têm menor resistência ao desenvolvimento de espécies oportunista, aumentando a vulnerabilidade dos ecossistemas às espécies invasoras (METZGER, 1999). Costa (2003) sugere que é necessário estabelecer práticas de manejo ambiental para amenizar o efeito de borda, principalmente para fragmentos pequenos. Nesse caso, restringir a presença de animais domésticos e fazer a recomposição da vegetação, pois essas são práticas de manejo indicadas para proteger e aumentar o tamanho dos fragmentos.

Em síntese, a atividade agropecuária intensa desenvolvida na dinâmica da paisagem, pode afetar diretamente os ambientes úmidos, pois seus efeitos negativos envolvem elevada taxa de desmatamento e uso indiscriminado de fertilizantes, principalmente agrotóxicos. Além de afetar diretamente os organismos, os agrotóxicos podem ser transportados pela água, pelo vento, causando assim, a contaminação dos mananciais e perigo para as populações que habitam os terrenos úmidos, inclusive as humanas (COSTA, 2003).

Com base nos dados e análises realizadas, constatou-se que as causas da degradação das terras úmidas da sub-bacia do rio Babilônia, estão relacionadas à ocupação dessas terras com atividades agropecuárias. Essas atividades se associam aos desmatamentos; ao assoreamento de cursos fluviais e ao descumprimento das leis ambientais, sobretudo nas áreas de preservação permanentes, o que resulta na instabilidade da biodiversidade, isolamento dos fragmentos remanescentes, contaminação dos solos e das águas por corretivos e fertilizantes, em concordância com outros estudos realizados na Alta Bacia do rio Araguaia (CASTRO, 2005; CASTRO et. al., 2004).

Felizmente, a ação do desmatamento na região do sudoeste goiano foi parcialmente contida pelas determinações do Código Florestal sobre a preservação permanente de florestas e demais formas de vegetação existentes. Estas determinações exigiram das propriedades rurais a manutenção das Áreas de Proteção Permanente e Reserva Legal. Nesse caso, foram incluídas como áreas de preservação pelo Código Florestal os tipos de vegetação que acompanham os cursos d'água, ou que estivessem ao redor de lagoas, lagos, topo de morros, encostas com declive superior a 45% e borda de chapadas (COSTA, 2003).

3.3.2. MÉTRICAS DA FRAGMENTAÇÃO DAS ÁREAS ÚMIDAS NA SUB-BACIA DO RIO PIRANHAS.

A Figura 23 e a Tabela 17 apresentam as distribuições das métricas da paisagem relativas às áreas úmidas (Floresta ciliar e Campo úmido), área urbana e atividades agropecuárias nos anos de 1975 e 2008.

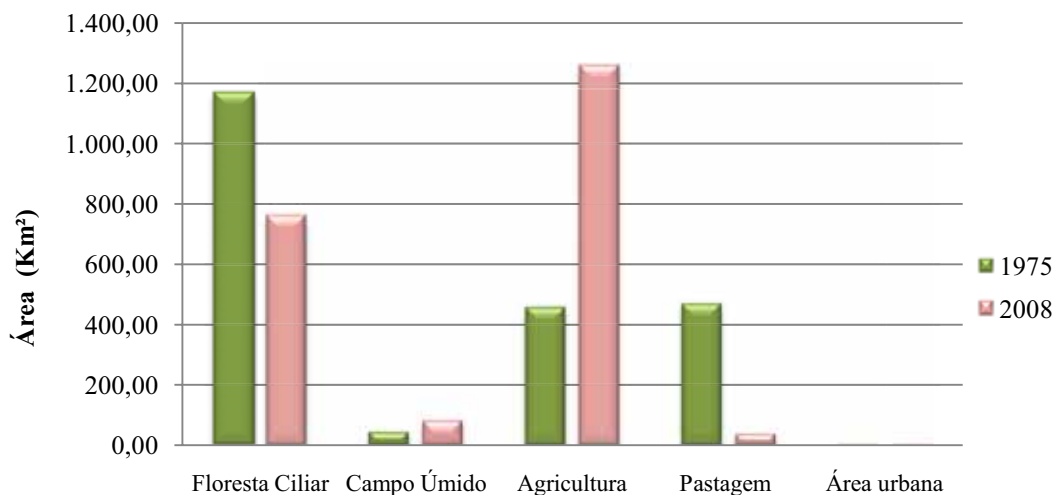


Figura 23 – Área das Classes - Sub-bacia do rio Piranhas (1975 e 2008)

Tabela 17 – Métricas do Percentual de Uso das Terras Úmidas nos anos de 1975 e 2008 Sub-bacia do Rio Piranhas

USO DA TERRA	Porcentagem do fragmento (1975)	Porcentagem do fragmento (2008)
Floresta Ciliar	54,91%	35,61%
Campo Úmido	2,14%	3,90%
Agricultura	21,16%	58,74%
Pastagem	21,68%	1,60%
Área urbana	0,11%	0,15%

A Figura 23 e a Tabela 17 mostram que em 1975 as tipologias Floresta Ciliar e Campo Úmido ocupavam juntas 57,05%, do total das áreas úmidas, enquanto as principais atividades econômicas somadas ocupavam 42,84% das áreas úmidas. Em 2008, a tipologia Floresta Ciliar teve uma redução de 53,56% em relação a 1975, enquanto ao contrário a tipologia Campo Úmido aumentou sua área em 83,88% em relação à área mapeada em 1975. Este dado indica que há uma tendência de aumento da tipologia Campo Úmido da sub-bacia do rio Piranhas.

Os resultados apontam que houve uma mudança notável no uso do solo devido à substituição da pastagem, que reduziu cerca de 1.094,05%, pela agricultura, que por sua vez aumentou 53,43% em relação a área mapeada em 1975. As áreas urbanas tiveram um acréscimo de apenas 0,04% em 2008 (Figura 23 e Tabela 17).

As métricas do uso das áreas úmidas demonstram que a sub-bacia do rio Piranhas se encontrava bastante fragmentadas em 2008 (Tabelas 18 e 19). O número total de fragmentos em 1975 era de 2.147 fragmentos, deste total, 35,54% dos fragmentos eram representados pela tipologia Floresta Ciliar, enquanto, o Campo Úmido apresentava 4,70% dos fragmentos. As atividades agrícolas representavam 28,78% e a pastagem 30,98% dos fragmentos.

Tabela 18 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra no ano de 1975 – Sub-Bacia do rio Piranhas

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS	Número de Fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km²	Tamanho médio dos fragmentos (km²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Floresta Ciliar	763	35,80	1.533	0.62	34,76
Campo Úmido	101	4,74	452	0.62	145,46
USO DA TERRA	Número de Fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km²	Tamanho médio dos fragmentos (km²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Agricultura	618	29,00	729	0.62	50,04
Pastagem	665	31,20	694	0.61	44,81

Tabela 19– Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra no ano de 2008 - Sub-Bacia do rio Piranhas

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS	Número de Fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km²	Tamanho médio dos fragmentos (km²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Floresta Ciliar	1.446	67,51	527	0.63	24,60
Campo Úmido	584	27,27	144	0.62	75,40
USO DA TERRA	Número de Fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km²	Tamanho médio dos fragmentos (km²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Agricultura	1.270	59,29	990	0.61	23,60
Pastagem	190	8,87	176	0.59	130,12

Observa-se que em 2008 houve aumento considerável no número total de fragmentos, que saltou de 2.147 para 3.490 fragmentos, ou seja, aumentou 62,55% (Tabelas 18 e 19). A fragmentação ocorrida atingiu fortemente as áreas ocupadas pela Floresta Ciliar, as quais tiveram aumento na sua fragmentação de 89,52% no período de 1975 - 2008. Entretanto, o aumento maior na fragmentação ocorreu nas áreas ocupadas por Campo Úmido, que aumentaram 478,2% o número de fragmentos. Nas áreas úmidas ocupadas com agricultura, o número de fragmentos praticamente dobrou, ao passo que nas áreas úmidas ocupadas com pecuária houve redução drástica no número de fragmentos de 250%.

Outro dado interessante observado nas Tabelas 18 e 19 se referem à substituição no tipo de uso antrópico. Os dados mostram que as áreas com pastagem estão sendo substituídas. Por exemplo, nas classes de pastagens, se subtrairmos os valores de $665-190 = 475$; depois, nas classes da agricultura, se subtrairmos os $1.270-618 = 652$. Os valores obtidos de 475 e 652 indicam que a maior parte das áreas com pastagens foram substituídas pela agricultura.

Do ponto de vista ecológico esses valores indicam que a conectividade entre fragmentos das tipologias de terras úmidas (Floresta Ciliar e Campo Úmido) diminuiu e que, portanto estas áreas ficaram restritas a pequenos fragmentos.

No contexto da sub-bacia, esta se destaca não apenas por apresentar atividades agropecuárias, mas pelo fato das transformações no uso das terras prosseguirem até recentemente em decorrência da expansão da agricultura, sobretudo a produção de arroz (com casca), soja, milho, sorgo, banana, laranja e cana de açúcar (Dados da SEPLAN, 2008 referentes aos anos 2003 e 2008).

No mapa de uso das terras úmidas de 2008, os fragmentos das tipologias Floresta Ciliar e Campo Úmido se mostraram bastante distribuídos espacialmente com variações em suas formas alongadas. Nesse mapa (Figura 20) pode-se verificar que, a tipologia Floresta Ciliar estava restrita a fragmentos localizados na linha de drenagem com alguns pontos contendo matas fechadas em áreas com declives baixos e em áreas mais dissecadas do relevo. As áreas ocupadas pela tipologia Campo Úmido se apresentavam com morfologia formada por um tapete graminoso circundando Floresta Ciliar.

Quando se analisa em conjunto as métricas do uso das terras úmidas, total de comprimento das bordas dos fragmentos (Figura 24) e tamanho médio dos fragmentos, densidade de fragmentos (Tabela 18), observa-se que os fragmentos existentes para esse ano (1975), poderiam ser suficientes para sobrevivência das espécies sob o ponto de vista da flora, embora já devesse haver problemas de conservação relacionados à variabilidade e vulnerabilidade das espécies.

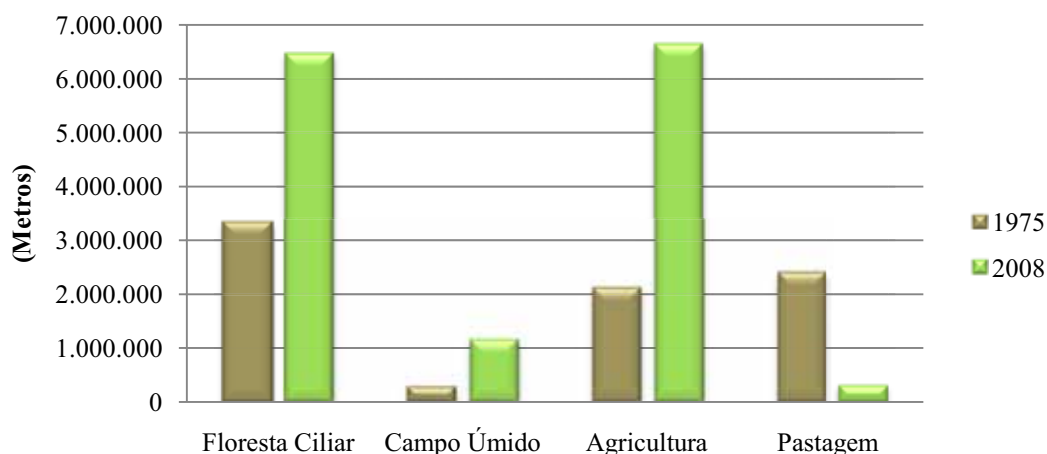


Figura 24 – Comprimento Total das Bordas dos Fragmentos das Classes da Paisagem – Sub-bacia rio Piranhas (1975 e 2008).

Em 2008 as tipologias de terras úmidas se apresentavam mais fragmentadas e isoladas do que em 1975 (Tabelas 18 e 19). Isso é percebido com aumento no valor representado pelo comprimento total das bordas dos fragmentos da Floresta Ciliar de 93,99%, o que, conseqüentemente, ocasionou aumento na densidade de fragmentos (88,57%) e reduziu o tamanho médio da área destes em 190,89%. Enquanto o Campo Úmido aumentou o comprimento total das bordas dos fragmentos de 289,09%, o que diminuiu o tamanho médio do fragmento em 213,88% e aumentou a densidade de fragmentos (475,32%). A agricultura teve um aumento de 213,28% no comprimento total das bordas dos fragmentos, aumentou o tamanho médio dos fragmentos em 35,80% e duplicou a densidade de fragmentos. Ao contrário as áreas úmidas sobre pastagem tiveram uma redução de sete vezes no total de borda, ou seja, de 641,38%, e o tamanho médio dos fragmentos foi reduzido em 294,32%, logo a densidade dos fragmentos também diminuiu em 251,75%.

As métricas da distância média entre os fragmentos das tipologias Floresta Ciliar e Campo Úmido em 2008 apresentaram valores menores em relação a 1975, evidenciando um grau significativo de isolamento entre os fragmentos (Tabelas 18 e 19). Segundo Costa (2003) o isolamento das comunidades vegetacionais causado pela fragmentação pode acarretar a extinção local da população e mesmo das espécies vegetais.

O que se percebe é que os fragmentos das tipologias de terras úmidas da sub-bacia do rio Piranhas estão fortemente antropizados. Assim, os solos dos terrenos úmidos devem estar sofrendo os efeitos negativos dessa antropização, além da comunidade de espécies vegetais e animais que habitam essas áreas as quais devem estar restritas a porções cada vez menores.

Nesse contexto ambiental, a estratégia para conservação das terras úmidas e da biodiversidade no âmbito regional deve ser sempre contemplada por extensas reservas. A

definição e manejo destas reservas devem estar amparados na compreensão dos padrões e dos processos ecológicos ocorrentes nos fragmentos florestais, ou de campo úmido. Mesmo que a paisagem das áreas úmidas da sub-bacia esteja alterada pela ação antrópica, Costa (2003) afirma que os corredores ecológicos ainda preservados, podem contribuir para que a espécies mantenham seus habitats e para que haja movimento periódico e troca de indivíduos entre os fragmentos. Isso pode ser beneficiado pelo planejamento ambiental integrado e participativo dos proprietários rurais.

O objetivo das métricas da ecologia da paisagem é de obter uma visão da espacialidade dessa fragmentação ocorrida nas sub-bacias. Essa fragmentação age reduzindo e isolando as áreas propícias a sobrevivência das espécies, potencializando o efeito de borda, na mudança do comportamento ocasionado pela invasão de outras espécies.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar a pesquisa verificou-se que os dados levantados sobre a vegetação natural das terras úmidas no ano de 1965, nas sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas eram mais complexas e apresentavam grandes fragmentos de áreas úmidas. Portanto, havia conectividades entre fragmentos o que facilitava a circulação das espécies, além de proteger os recursos hídricos e os solos. Dentre as tipologias identificadas nesse contexto, a tipologia da Floresta Ciliar era dominante na sub-bacia do rio Piranhas, enquanto que na sub-bacia do rio Babilônia havia uma proporção em áreas quase equivalente à distribuição das tipologias da Floresta Ciliar e Campo Úmido.

As mudanças no uso da terra em áreas úmidas vêm ocorrendo com maior frequência a partir da década de 1970 em função das fronteiras econômicas. A intensa fragmentação das áreas úmidas nas duas sub-bacias estudadas está relacionada ao uso da terra, que envolve a produção em larga escala no segmento de grãos, tais como: soja, algodão, milho, girassol e da cana de açúcar para produção do biocombustível (Etanol) (SEPLAN, 2008), além do predomínio de pastagem vinculada à atividade de pecuária. Estas áreas úmidas antropizadas requerem preparo do solo com uso de agrotóxicos, fertilizante, herbicidas e outros, que tem como consequência a perda da biodiversidade e a deteriorização da paisagem, na medida em que a retirada da vegetação natural contribui para desencadear enchentes, aceleração de processos erosivos, perda de solos, contaminação, assoreamento dos canais fluviais dentre outros impactos ambientais.

A partir da interpretação de fotografias aéreas de 1965 das tipologias de terras úmidas, e relacionando-as ao uso da terra em 2008, os resultados indicam que os fragmentos das tipologias das terras úmidas para as duas sub-bacias pesquisadas estão se degradando, ou seja, as áreas estão cada vez menores e sujeitas aos efeitos de bordas. Com isso, a supressão da vegetação natural das áreas úmidas pode estar rompendo o equilíbrio hidrológico e impedindo que essas áreas executem a sua função ecológica.

Entre 1965 e 2008, para sub-bacia do rio Babilônia, houve uma redução das tipologias de terras úmidas de 56,89%. Os principais fatores, que acarretaram essa diminuição ocorreram devido à ocupação das áreas úmidas por atividades agrícolas e pecuárias. Enquanto, as tipologias de terras úmidas na sub-bacia do rio Piranhas encontravam-se fortemente alteradas em 2008, tendo havido um decréscimo de 60,52% nas áreas úmidas, as quais tiveram ocupadas as tipologias Floresta Ciliar e Campo Úmido em sua maioria para agricultura intensiva.

A partir da análise das métricas do uso das terras úmidas, as variáveis mais preocupantes se referem ao aumento no número de fragmentos e a mudança na morfologia das tipologias de terras úmidas. A primeira indica que acréscimos no número de fragmentos acarretam a um decréscimo de áreas nas classes das tipologias das terras úmidas, causando assim o isolamento dos fragmentos que passaram a se organizar em porções cada vez menores. Em relação às morfologias, os resultados indicam um alto grau de vulnerabilidade das tipologias de terras úmidas devido à predominância de formas irregulares e alongadas que estão sujeitas a efeitos de bordas. Esses resultados são importantes para gestão e conservação das áreas úmidas, pois mostram como uma análise evolutiva por meio de métricas da paisagem, pode ajudar a explicar as transformações na paisagem e dar suporte a implementação de planejamento de uso da terra.

Priorizar as áreas úmidas é de fundamental importância para conservação dos ecossistemas de Cerrado, pois as áreas úmidas representam a conectividade ecológica da paisagem e asseguram a sustentabilidade dos solos e a permanência da biodiversidade ao longo dos cursos d'água das sub-bacias pesquisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, Paul S. **Fundamentos para fotointerpretação**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982.

ALMEIDA, F. F. M. et. al. Geologia. IN: **Projeto RADAMBRASIL**, FOLHA SE-22. GOIÂNIA: geologia geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 31).

ALMEIDA, L.; R. L.; RODRIGUES, A. P.; CAMPOS, J. E. G. **Hidrogeologia do Estado de Goiás**. Secretaria da Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia, 2006 (Série Geológica e Mineração, n.1) (CD-ROM).

AMARAL, M. V. F.; SOUZA, A. L.; SOAREAS, V. P.; SOAREAS, C. P. B.; MARTINS, S. V.; LEITE, H. G.; FILHO, E. I.; GASPAR, R. O. Dinâmica da cobertura vegetal (1980-2004), em um projeto de produção florestal, nos municípios de Bugre e Ipaba – MG. **Revista Árvore**, Viçosa (MG), v. 33, n. 2, p. 315-325, 2009 - Artigo. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v33n2/a13v33n2.pdf>. Acesso novembro/ 2009.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; QUEIROZ, H. L.; PINTO, L. P.; MASTERSON, D.; CAVALCANTE, R. B. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém (PA): Sociedade Civil Mamirauá, 2005. Disponível em: <http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/CorredoresEcologicos.pdf>. Acesso em janeiro de 2009.

BATISTA, C. P. B. **O uso e a percepção ambiental de áreas úmidas por uma população ribeirinha na região da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, Rio Grande do Sul**. 2007. (Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2007). Disponível em: http://bdtd.unisinos.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=493. Acesso janeiro/ 2009.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Brasil: uma nova potência regional na economia-mundo**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

BERTONI, J.; NETO, F. L. **Conservação do solo**. 4ª ed. São Paulo: Ícone, 1999. 356p.

BONNET, B. R. P.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Ampliação de ambientes riparianos como alternativa as reservas legais: conciliando políticas florestais e conservação dos recursos hídricos no Bioma Cerrado. **Boletim Goiano de Geografia**, vol. 27, n. 1, 2007, p. 97-115. Disponível em: <http://www.revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/viewArticle/3577>.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o Código Florestal**. Publicado no Diário Oficial da União de 1965. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm. Acesso em agosto/ 2009.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**, Folha SE. 22. Goiânia: geologia geomorfologia, pedologia,

vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 610p. (Levantamento de Recursos Naturais, Mapas, v. 31).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Biodiversidade Brasileira: Avaliação e Identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios nos biomas brasileiros.** Brasília (DF): MMA/ SBF, 2002.

BRITO, F. **Corredores ecológicos:** uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.

BRINSON, M.M. Riverine forest. In Ecosystems of world 15 - **Forested Wetlands.** (A.E. Lugo, M.M. Brinson & S. Brown, eds.). Elsevier Publishers, Amsterdam, 1990, p.87-141.

CAMPOS, A. B.; LUIZ, G. C.; MACEDO, R. A. R.; PEIXOTO, V.M.R. **Análise do comportamento espacial e temporal das temperaturas e pluviosidades no estado de Goiás.** IN: ALMEIDA, M.G. (Org.). Abordagem geográfica de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade. Goiânia: IESA, 2002, p. 91 – 118.

CARMO, R. L.; GUIMARÃES, E. N.; AZEVEDO, A. M. M. Agroindústria, população e ambiente no sudoeste de Goiás. In: XIII ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS. Ouro Preto (MG), 4 a 8 de novembro de 2002. **Associação Brasileira de Estudos Populacionais.** Disponível em: www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002//GT_MA_ST13_Carmo_texto.pdf. Acesso em 10 abril de 2010.

CASTRO, S. S. **Erosões hídricas na alta bacia do rio Araguaia:** distribuição, condicionantes, origem e dinâmica atual. São Paulo: USP. Revista do Departamento de Geografia, 17, 2005, p.38-60. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_17/Selma_Sim%C3%A4es_de_Castro.pdf. Acesso em novembro/ 2009.

CASTRO, S. S. de; SALOMÃO, F.X. de T. **Compartimentação morfopedológica e sua aplicação:** considerações metodológicas. Revista GEOUSP – Espaço e Tempo, nº 7, 2000, p. 27-37.

CASTRO, S. S.; XAVIER, L. S.; BARBALHO, M. G. S. **Atlas geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguainha: condicionantes dos processos erosivos lineares.** Goiânia: Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás, 2004 - Impresso.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher/EDUSP, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo: Edgard Blücher, UNESP, 1999.

COELHO, Arnaldo G. S. Princípios da fotogrametria e dos aparelhos restituidores. **Aerofotogeografia,** Geografia-USP, São Paulo, n. 20, p. 1-13, 1973.

COLLI, G. R.; ACCACIO, G. M.; ANTONINI, Y.; CONSTANTINO, R.; FRANCESCHINELLI, E.V.; LAPS, R.R.; SCARIOT, A.; VIEIRA, M.V.;

WIEDERHECKER, H.C. A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese. Capítulo 12. In: RAMBALDI, D. M & OLIVEIRA, D. A. S. (orgs.). **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. 510 p.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução do CONAMA**: 1984/91. Brasília: IBAMA, 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama/>. Acesso em agosto/2009.

CONVENÇÃO DE RAMSAR DE 1971. Disponível em: <http://www.ramsar.org>. Acesso em dezembro/2008.

COSTA, R. B. (Org.) **Fragmentação florestal e alternativa de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, 2003.

COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II – As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-arbustivo. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 5, p. 57-64, 1977.

COUTO, P. **Análise fatorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS**. *Inv. Op.* [online]. jun. 2004, vol.24, no.1 [citado 24 Novembro 2009], p.109-137. Disponível: http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0874-51612004000100007&lng=pt&nrm=iso. ISSN 0874-5161. Acesso em 24/11/2009.

CRISTOVÃO, C. A. M.; FERREIRA JÚNIOR, L. G.; NASCIMENTO, D. T. F.; ARAÚJO, F. M.; SILVA, I. C. O.; SILVA, G. N. F. Análise dos alertas de desmatamento (2003-2007) nas margens direita da Alta Bacia do rio Araguaia. **Anais. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal (RN), Brasil. 25-30 de abril 2009, INPE, p. 5709-5716. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.12.14.35/doc/5709-5716.pdf>. Acesso em dezembro de 2009.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. IN: GUERRA, A. J.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p. 337-379.

CUNHA, A. S. MUELLER, C. C., ALVES, E. R. A. SILVA, J. E. **Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos Cerrado**. Brasília (DF): IPEA, vol. 2 n.11, 1994.

DAMBRÓS, L.A., RIOS A. J. W. DEL'ARCO, J. O. Tarapanoff, I., Novaes A.S.S. **Diagnóstico ambiental da Bacia do Rio Araguaia – trecho Barra do Garças (MT) – Luiz Alves (Go)**. Goiânia: CDP/IBGE, 1999 (CD-ROM).

DEUS, J. B. As atuais transformações estruturais na economia goiana e os seus desdobramentos nas mudanças socioespaciais. In: ALMEIDA, M.G. (Org.). **Abordagem geográfica de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade**. Goiânia: IESA, 2002. p. 177-196.

DIAS, B. F. de S. Conservação da biodiversidade no Bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; NETO, A. L. de F. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2008, p.303-332.

DUARTE, F. V.; FERNANDES, L.A.; MONÇÃO, K.M.G.; ALMEIDA, P.P.; GOMES, R. D. Preservação e Recuperação de nascentes. In: 8º Encontro de Extensão da UFMG, **Anais**. Belo Horizonte. Instituto de Ciências Agrárias. EMATER/MG, 2005.

DUARTE DA SILVA, P. A.; TAVARES, V.E.Q. Preservação de Áreas Úmidas. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007. 455-458p. Disponível em: <http://www6.ufmg.br/seeragroecologia/ojs/include/getdoc.php?id=2180&article=546&mode=pdf>. Acesso em dezembro/ 2008.

EARTHALL, J.G.; FONSECA, L.M.; BINS, L.S.; VELASCO, F.R.; MONTEIRO, A.M. **Um sistema de segmentação e classificação de imagens de satélite**. São José dos Campos: Inpe, 1991. (Inpe-5291-PRE/1696).

EHRCLICH, P. R.; MOONEY, H. A. Extinction, substitution, and ecosystem services. **BioScience, América Institute of Biological Sciences**, 1983, vol. 33, n. 4, p. 248-254. Disponível em: <http://links.jstor.org/sici?sici=0006-3568%28198304%2933%3A4%3C248%3AESAES%3E2.0.CO%3B2-5>. Acesso em janeiro/ 2010.

EITEN, George. Vegetação do Cerrado. IN: PINTO, M. N. (org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: UNB, 1994, p. 17-73.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de solo**: 4ª aproximação/ Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999.

FARIA, K. M. S. **Caracterização dos remanescentes de Cerrado na Alta Bacia do Rio Araguaia e sua relação com o uso e ocupação das terras na Alta Bacia do Rio Araguaia**, 2006. (Dissertação de Mestrado IESA-UFG – Departamento de Geografia - Orientação: Dra. Selma S. de Castro). Goiânia, 2006.

FELFILI, J. M., RIBEIRO, J. F., FAGG, C. W. MACHADO, J. W. B. Recuperação de matas de galeria. **Embrapa Cerrados Documentos**, n. 21. Embrapa Cerrados: Planaltina, 2000. 45p.

FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; LOBO, F. C. Bases de dados territoriais necessárias a análise de um sistema de reserva legal extra-propriedade no estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, vol. 27, n. 1, 2007, p. 27-46.

FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E.; LOBO, F. C. Risco de desmatamentos e potencial de regeneração da vegetação nativa: definindo prioridades e estratégias territoriais. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 27, n.1, 2007, p.83-96.

FIEDLER, N. C.; AZEVEDO, I. C. A.; REZENDE, A. V.; MEDEIROS, M. B.; VENTUROILI, F. Efeito de incêndio florestais na estrutura e composição florística de uma área do Cerrado *Sensu Stricto* na Fazenda Água Limpa (DF). **Revista Árvore Viçosa** (MG), 2004, vol. 28, n. 1, p. 129-138. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622004000100017. Acesso em junho de 2010.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 97p.

FREIRE, Octavio. **Solos das regiões tropicais**. Botucatu – SP: FEPAF, 2006.

GIMENES, M. R.; ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, 2003, vol. 25 n. 2, p. 391-402. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/2030/1504>. Acesso em maio/ 2010.

GOBBI, W.A.O. Modernização agrícola no cerrado mineiro: os programas governamentais da década de 1970. **Caminhos de Geografia** – Revista On line. p. 130-149. Uberlândia, v.11, fevereiro, 2004. Disponível em: http://www.ig.uf.br/caminhos_de_geografia.html. Acesso em: 27 de julho de 2008.

GOIÁS. Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH). Agência Ambiental de Goiás. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e Fundação Centro Brasileiro de Referência e Apoio Cultura (CEBRAC). **GeoGoiás**. 2002 – Estado de Goiás. Goiânia, CD-ROM, 2002.

GOMES, H.; TEIXEIRA NETO, A. **A geografia de Goiás/ Tocantins**. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico, UFG, 1993.

GUISARD, D. M. P. **Análise da cobertura florestal no município de São José dos Campos entre 1973 e 2004 utilizando sensoriamento remoto e métricas da paisagem**. INPE. São José dos Campos (SP). 2006. (Relatório de projeto de Iniciação Científica – bolsa PIBIC/CNPq do período de agosto de 2005 a julho de 2006 sob orientação da Dra. Tatiana Mora Kuplich, da Divisão do Sensoriamento Remoto (DSR) (INPE-14043-PRE/9217). Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m12@80/2006/08.09.19.43>. Acesso em: 24 de novembro de 2009.

IBGE. **Manual técnico da Vegetação Brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 1992, 92p. (Manuais técnicos de Geociências, n. 1). Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ManuaisdeGeociencias/Manual%20Tecnico%20da%20Vegetacao%20Brasileira%20n.1.pdf>. Acesso em maio/ 2008.

IBGE. **Modernização da agricultura no sudoeste goiano**. Rio de Janeiro: IBGE, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IBAMA/SEMA/IAP). **Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP Nº 005, de 28 de março de 2008** (D.O.E.PR. Nº 0000 DE 00/03/2008). Define critérios para avaliação das áreas úmidas e seus entornos protetivos, normatiza sua conservação e estabelece condicionantes para o licenciamento das atividades neles permissíveis no Estado do Paraná e revoga a Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP, n. 45, de 25 de setembro de 2007. Diário Oficial do Estado do Paraná Curitiba, PR, março de

2008. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/iap/legislacao/rc2008005.doc>. Acesso de 28 de janeiro de 2009.

LACERDA FILHO, J. V. de; REZENDE, A.; SILVA, A. Programa Levantamento Geológicos Básicos do Brasil. **Geologia e Recursos Minerais do estado de Goiás e do Distrito Federal**. Escala 1:500.000. 2º Ed. Goiânia: CPRM/ METAGO/ UnB, 2000 (CD-ROM).

LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T.M. **Geomorfologia do Estado de Goiás**. Goiânia/Goiás: Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás, 2006 (CD-ROM).

LE MANUEL DE LA CONVENTION DE RAMSAR: GUIDE DE LA CONVENTION SUR LES ZONES HUMIDES (RAMSAR, IRAM, 1971), 4ª Ed. Gland: Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2006. Disponível em: http://cmsdata.iucn.org/downloads/lib_manual2006f.pdf. Acesso em novembro de 2008.

LESPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

LIBAULT, A. **Hipsometria**. IN: LIBAULT, A. Geocartografia. São Paulo: Comp. Ed. Nacional/ EDUSP, v. 2, 5ª parte, Cap. III, 1975, p. 319-324.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, Fapesp, 2000, p. 33-44.

LIMA, W.P. Função hidrológica da mata ciliar. **Simpósio sobre Mata Ciliar**. Fundação Cargill, 1989, p. 25-42.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P.G.P.; CALDAS, E.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S. TABOR, K.; STEININGER, M. Estimativa de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. **Conservação Internacional**. Brasília (DF), julho, 2004. Disponível em: <http://arruda.rits.org.br/oeco/reading/oeco/reading/pdf/cerrado.pdf>. Acesso em maio de 2010.

MAMEDE, L.; ROSS, J. L. S. e SANTOS, L. M. Geomorfologia. In: **Projeto RADAMBRASIL**, Folha SE-22. Goiânia: geologia geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1983. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 31).

MANTOVANI, W. Conceituação e fatores condicionantes. In: **Anais do 1º Simpósio sobre mata ciliar**. (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargill, Campinas, 1989, p.11-19.

MARCHETTI, D. A. B.; GARCIA, G. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo: Nobel, 1977, 254p.

MCGARIGAL, K & MARKS, B. J. **FRAGSTATS**: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland, OR USA, U. S. Forest Service General Technical Report. Oregon State University, USA, Forest Science Department, 1995. Disponível em: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. Acesso em outubro/ 2009.

MEIRELLES, M. S.; FERREIRA, E. A. B.; FRANCO, A. C. **Dinâmica sazonal do carbono em campo úmido do Cerrado**. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2006. 32p. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/download/1304/t>. Acesso em janeiro de 2010.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamento de matas ciliares no Vale de Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Florestalis**, n. 71, 149-154, agosto de 2006. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr71/cap15.pdf>. Acesso em junho, 2010.

METZGER, J. P. O que é ecologia da paisagem? **Biota Neotropica**. Campinas/ SP: v.1, n1/2, ISSN 1676-0611. Dez. 2001, p. 1 - 9. Artigo. Disponível em: http://eco.ib.usp.br/lepac/paisagem/Artigo_Jean/Metzger_biota_paisagem_2001.pdf. Acesso em 24 de novembro/ 2009.

METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 7, p.445-463, 1999. (Impresso).

MINTE-VERA, C. V. A Convenção Ramsar e a conservação das áreas úmidas. **Caderno Biodiversidade/ Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas**. Instituto Ambientais do Paraná. Curitiba (PR), v. 2 n.1, julho 1999, 42-52p. (Periódicos) (Impresso).

MITSCH, W. J.; GOSSELINK, J. G. **Wetlands**. John Wiley & Sons. New York, 2000.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa (MG): Ed. Aprenda Fácil. Viçosa, 2001.

MUELLER, C. C. **Políticas governamentais e expansão recente da agropecuária no Centro-Oeste**. In: _____. Planejamento e políticas Públicas. Brasília: IPEA, 1990. n.3, p.45-74.

MUELLER, C. C. **Dinâmica, condicionante e impactos sócio-ambientais da evolução da fronteira agrícola no Brasil**. Instituto Sociedade, População e Natureza. Documento de trabalho, n.7, 1992.

NASCIMENTO, M. A. L. S. do. O meio físico do cerrado: revisitando a produção teórica pioneira. IN: ALMEIDA, M.G. (Org.). **Abordagem geográfica de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade**. Goiânia: IESA, 2002. p. 47-89.

NUNES DA CUNHA, C. & JUNK, W.J. **Distribution of wood plant communities along the flood gradient in the Pantanal of Poconé, Mato Grosso, Brazil**. □ International Journal of Ecology and Environmental Sciences, International Scientific Publications, New Delhi, n. 27, 2001, p. 63-70.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição florística e estrutura comunitária da floresta de galeria do córrego Paciência, Cuiabá (MT). **Acta Botânica Brasilica** vol. 3(1), 1989. 91-112p. Artigo. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v3n1.pdf>. Acesso em janeiro/ 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A.T., ALMEIDA, R.J., MELLO, J.M. & GAVILANES, M.L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas

Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica** 1, 1994, p.67-85.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. Lavras (MG), **Revista Cerne**, 1994, vol.1 (1), p. 64-72. Disponível em: http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/16-02-20095308v1_n1_artigo%2010.pdf. Acesso em fevereiro/ 2010.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Padrões florísticos das matas ciliares da região do Cerrado e a evolução das paisagens do Brasil Central durante o Quaternário Tardio. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: FAPESP, 2000. Cap. 5, p. 73-89.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K.T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: Guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992.

PEREIRA, J. B. S.; ALMEIDA, J. R. Biogeografia e geomorfologia. IN: GUERRA, A. J.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p.195-247.

POLITANO, W. **Manual do emprego de imagens aéreas na avaliação do terreno**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 33p.

QUEIROGA, J. L.; RODRIGUES, E. Efeitos de borda em fragmentos do Cerrado em áreas de agricultura do Maranhão. **Anais**. V Congresso Brasileiro de Ecologia, Porto Alegre, 2001. Disponível em: http://www2.uel.br/cca/agro/ecologia_da_paisagem/tese/joel_borda.pdf. Acesso em fevereiro/ 2010.

RAMSAR COVENTION BUREAU. **The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands** (Ramsar, Iran, 1971) 2ª Ed. Gland, Switzerland: Ramsar Covention Bureau, 1997. Disponível em: http://www.ramsar.org/lib/lib_manual2004e.htm. Acesso em novembro/ 2008.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. **The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands** (Ramsar, Iran, 1971) 3rd ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland, 2004. Disponível em: http://www.ramsar.org/lib/lib_manual2004e.htm. Acesso em 5 novembro de 2008.

RAMSAR CONVENTION ON WETLANDS (2008). Disponível em: http://www.ramsar.org/index_key_docs.htm. Acesso em Janeiro 2009.

REATTO, A.; CORREIA J. R.; SPERA, S. T. MARTINS, E. S. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. IN: SANO, S.M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. EMBRAPA Cerrados. Brasília (DF): EMBRAPA Informações Tecnológica, v. 1, 2008, p.109-133.

RESCK, D. V. S.; SILVA, J. E. Importância das matas de galeria no ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica. IN: RIBEIRO, J. F. **Cerrado: mata de galeria**. Planaltina (DF): EMBRAPA, 1998, p.31-49.

REZENDE, A. V. Importância das matas de galerias: manutenção e recuperação. In: RIBEIRO, J. F. **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998, p.3-16.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998, p.89-166.

RIBEIRO, J. F.; SILVA, J.C.S.; AZEVEDO, L. G. Estrutura e composição florística em tipos fisionômicos dos Cerrados e sua interação com alguns parâmetros do solo. In: Congresso Nacional de Botânica, 32, 1981, Teresina (PI): **Anais**: Teresina: Sociedade Botânica o Brasil, 1982, p. 141-156.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. L. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 1ª Ed. São Paulo: EDUSP, 2000, 320p.

RODRIGUES PINTO, J. R.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. **Perfil florístico e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil**. *Revista Brasileira de Botânica*. vol. 22 n.1. São Paulo, abril, 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84041999000100008#back. Acesso em maio/ 2009.

SANO, E. E.; ROSA, R. BRITO, J. L.; FERREIRA, L. C. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuárias Brasileira**, v. 43, n.1, p. 153-156, 2008

SANTANA, N. M. P. **Chuva, Erodibilidade Usos das Terras e Erosão Hídrica Linear na Alta Bacia do Rio Araguaia**. 2007. 162p. (Dissertação de Mestrado em Geografia – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007).

SANTOS, E. M. **Dinâmicas de macroinvertebrados em um lago costeiro do Sul do Brasil** (Lagoa da Reserva, Mostardas – RS). 2008. 40p. (Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2008). Disponível em: http://bdtd.unisinos.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=586. Acesso janeiro/ 2009.

SANTOS, E. V.; MARTINS, R. A; FERREIRA, I. M. Processo de Ocupação do Bioma Cerrado e a degradação do subistemas veredas no Sudoeste Goiano. **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Universidade Federal de Viçosa, de 06 a 10 de julho/ 2009. Disponível em: http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo2/005.pdf. Acesso em fevereiro de 2010.

SEPLAN. Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento. **Anuário Estatístico do Estado de Goiás - 2008**. Goiânia: SEPLAN, 2008.

SCHELHAS, J.; GREENBERG, R. Introducion : the value of Forest patches. In: SCHELHAS, J. GREENBERG, R. (Eds.). **Florest patch in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 1996, p. 15-36.

SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **Bioscience**, 2002, vol. 52, n. 3, p. 225-233. Disponível

em: http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-1507143/Biogeographic-patterns-and-conservation-in.html. Acesso em junho de 2010.

SILVA Jr., M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **Bioscience**, v. 52, n. 3, p. 225-233, 2002.

SOARES, A. P.; SOREAS, P. C. ASSINE, M. L. Areas e lagoas do Pantanal, Brasil: herança herança paleoclimática? **Revista Brasileira de Geociências**, vol. 33(2): 211-224, junho de 2003. Disponível em <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/rbg/article/viewFile/10314/7588>. Acesso em setembro/ 2008.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. 2ª Ed. Florianópolis (SC): UFSC/UFPR, 1990.

VALENTE, C. R. Caracterização geral e composição florística do Cerrado. In: GUIMARAÃES, L. D.; SILVA, M. A. D.; ANACLETO, T. C. (Org.). **Natureza viva Cerrado: caracterização e conservação**. Goiânia: Ed. UCG, 2006, p.21-44.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos de floresta naturais. In: Congresso Florestal Brasileiro. Campos de Jordão (SP). **Anais**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura / Sociedade de Engenheiros Florestais, 1990, p. 113-118.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. São Paulo: USP. **Série técnica IPEF**, v.12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998. Artigo. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr32/cap03.pdf>. Acesso em dezembro de 2009.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A. MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: **Congresso Nacional sobre Essências Nativas**, n.2, São Paulo, 1992. Anais. São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, 1992, p. 400-407.

VOLOTÃO, C. F. S. **Trabalho de análise espacial métricas do FRAGSTATS**. São José dos Campos, 1998 (Trabalho de Análise Espacial do curso de Mestrado do INPE. Orientado pelos professores: Dr. Antônio Vieira Monteiro e Dr. Gilberto Câmara Neto). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser431/trabalhos/fragstats.pdf>. Acesso em dezembro/ 2009.

WATRIN, O. S. **Estudo da dinâmica na paisagem do Amazônia Oriental através de técnicas de geoprocessamento**. (Dissertação de mestrado). INPE: São José dos Campos, 1994. 151p. (INPE-5631-TDI/555).