

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DAS TERRAS ÚMIDAS DO CERRADO: EXEMPLO DA ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA – ESTADO DE GOIÁS

Cláudia Adriana Bueno da FONSECA¹

Alfredo Borges DE-CAMPOS²

Resumo

Terras úmidas têm alta importância ambiental. Estudos de degradação ambiental associados à substituição de áreas úmidas por usos antrópicos são escassos no Cerrado, mas necessários para subsidiar planos de manejo ambiental e políticas públicas. Objetivou-se nesta pesquisa avaliar parâmetros de degradação ambiental das terras úmidas e relacioná-los com a evolução do uso em duas sub-bacias localizadas em Goiás. Dados da distribuição dessas terras e tipos de uso foram obtidos por interpretação de fotografias aéreas/ imagens de satélite dos anos 1965, 1975 e 2008 e tratados pelos programas ENVI, SPRING, ArcGis e FRAGSTATS. Resultados mostram que 60% das terras úmidas naturais presentes em 1965 foram substituídas por uso agropecuário e estavam bastante fragmentadas em 2008 portanto, com alto comprometimento ambiental. Atribui-se essa intensa degradação das áreas úmidas a expansão da fronteira agrícola e projetos de ocupação do Cerrado, como o POLOCENTRO, que priorizaram a produção agrícola em detrimento da preservação ambiental.

Palavras-chave: Terras Úmidas. Uso das Terras. Degradação Ambiental.

Abstract

Wetlands degradation in the cerrado biome: an example from the upper Araguaia river basin, state of Goiás, Brazil

Consequences of land use changes for wetlands conservation in the Cerrado Biome, Brazil are not well known. This study sought to evaluate environmental degradation parameters of land use changes in two representative Cerrado watersheds located in the State of Goiás. Data on wetland types and land use changes were gathered from aerial photographs and satellite images taken in 1965, 1975 and 2008 then treated by GIS and FRAGSTATS softwares. The results showed that about 60% of original wetlands identified in 1965 were replaced by agriculture or pasture and were highly fragmented in 2008. It is believed that government plans to expand agriculture areas in Central Brazil, e.g. POLOCENTRO, did not care about the environment and were responsible for the wetlands degradation.

Key words: Wetlands. Land Use. Environmental Degradation.

¹ Aluna do Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Goiás e Professora da Universidade Estadual de Goiás. Rua 302 nº 185 - Setor Norte Ferroviário. CEP.: 74063-390. Goiânia/ Goiás. E-mail: clabfonseca@hotmail.com

² Professor do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás/Departamento de Geografia e membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFG. End.: Universidade Federal de Goiás. Instituto de Estudos Sócio-Ambientais. Laboratório de Geologia e Geografia Física (LABOGEF). Campus Samambaia II. Goiânia/ Goiás. CEP.: 74001-970. E-mail: alfredo@iesa.ufg.br

INTRODUÇÃO

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).

Em meio tropical, entende-se por áreas úmidas aquelas 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).

Dentre as suas funções, as terras úmidas têm capacidade de reter e escoar água, sendo responsáveis pelo controle das cheias, e pela estabilização ambiental e manutenção da biodiversidade, em particular dos habitats de espécies como aves aquáticas, répteis, anfíbios, peixes, mamíferos, entre outros (MINTE-VERA, 1999). Tratam-se de ambientes vulneráveis às ações antrópicas, tendo em vista que são controlados por sistemas naturais complexos. Desse modo, esses ambientes estão entre os ecossistemas mais produtivos em que os solos são ricos em nutrientes e matéria orgânica (BERTONI; NETO, 1999) em relação a ecossistemas de terras altas como, por exemplo, áreas de campo natural ou cultivado.

Atualmente, em virtude da crescente escassez dos recursos naturais, principalmente a água, há necessidade de maior conhecimento a respeito da funcionalidade ambiental das terras úmidas para fins de gestão ambiental destas.

No Cerrado, o modelo de desenvolvimento econômico implantado na década de 70, intimamente ligado à expansão das fronteiras agrícolas resultou em intervenções sociais pouco ou nada compatíveis com princípios de funcionamento desses ambientes, o que ocasionou um processo de perda de estabilidade ambiental de vários ecossistemas, dentre estes aqueles das terras úmidas (COSTA, 2003).

Nesse contexto de transformação sócio-ambiental, se inserem as terras úmidas presentes nas sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas no extremo sudoeste do Estado de Goiás, as quais constituem o foco deste estudo. Estas são importantes sub-bacias da Alta Bacia do rio Araguaia que vêm passando por grandes alterações decorrentes do processo de uso e ocupação do solo e dos efeitos de técnicas de manejo não adequadas desde a década de 1970 (CASTRO et. al, 2004). Estas sub-bacias servem, portanto, como excelentes exemplos de degradação ambiental de terras úmidas em áreas de Cerrado decorrentes de mudanças no uso do solo.

Na perspectiva de investigar a degradação ambiental em terras úmidas do Cerrado, essa pesquisa teve como objetivo avaliar parâmetros de degradação ambiental dessas terras nas sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas e relacioná-los com a evolução do uso e ocupação de solo. Constituiu também um objetivo desse estudo avaliar se os processos de degradação das terras úmidas eram diferentes em distintas sub-bacias, considerando os aspectos físicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida nas seguintes etapas.

Inicialmente foi realizada a escolha das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas. Esta seleção foi baseada na análise integrada de informações geológicas, geomorfológicas, topográficas, pedológicas e hidrográficas referentes ao setor goiano da Alta Bacia do rio Araguaia. Estas foram compiladas das bases cartográficas digitais do SIEG³ (Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas) e de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e transferidas para ambiente SIG. Com base nestas informações foram gerados os mapas litológico, de declividade, hipsométrico, geomorfológico e de classes de solos. Para geração do mapa de declividade individualizou-se áreas com declives entre 0-8%, por estas serem classificadas como úmidas, de acordo com as normas estabelecida pela resolução conjunta (IBAMA/ SEMA/IAP, 2008) para o Estado do Paraná. Para confecção do mapa hipsométrico foram utilizados os critérios propostos por Libault (1975) e se adotou a escala altimétrica com intervalo de 200 metros. A seguir individualizou-se as diversas sub-bacias presentes no setor goiano da Alta Bacia do rio Araguaia. Procedeu-se então a análise espacial integrada das informações coletadas em escala 1:250.000 via os programas ENVI 4.3, SPRING 4.3 e ArcGis 9.2 e selecionou-se as sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas, por estas representarem ambientes naturais bastante distintos quanto aos aspectos físicos analisados.

A seguir foi realizada a identificação e delimitação das áreas úmidas não antropizadas presentes nas duas sub-bacias selecionadas para o ano de 1965. Para a identificação, utilizou-se fotografias aéreas do ano de 1965 em escala 1:60.000 (USAF, 1965) e adaptou-se a metodologia traçada pelo Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983), a qual se fundamenta no reconhecimento de fitofisionomias que ocorrem em ambientes úmidos para identificação destes. A fotointerpretação baseou-se nos elementos de reconhecimento dos seguintes fatores: tonalidades e texturas, formas topográficas e padrão (associadas às redes de drenagens) conforme Politano (1994). Foram então identificadas e delimitadas áreas com presença de Formações Florestais (Mata Ciliar e Mata Galeria), Formações Savânicas (Veredas e Buritizal) e Formações Campestres (Campo Limpo Úmido e Campo Sujo Úmido), além de brejos, várzeas e lagoas (RIBEIRO; WALTER, 1998; LESPSCH, 2002). Tendo em vista a escala regional de análise 1:250.000, os dados fitofisionômicos foram agrupados em duas classes: Floresta Ciliar (compreendendo as matas ciliar e de galeria, veredas, buritizal, brejos e várzeas) e o Campo Úmido (com destaque para Campo Limpo Úmido, Campo Sujo Úmido e lagoas). A figura 1 ilustra a distribuição das fitofisionomias relacionadas às áreas úmidas.

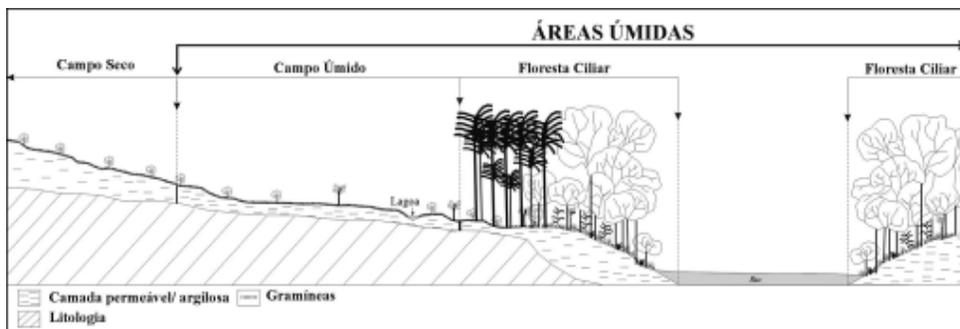


Figura 1 - Exemplo de um transecto em áreas úmidas do Cerrado

Adaptado de Ribeiro; Walter (1998)

³ <http://www.sieg.go.gov.br/>

A seguir procedeu-se a análise do uso e ocupação da terra das sub-bacias selecionadas para os anos de 1975 e 2008 e foram gerados os mapas de uso da terra para as duas sub-bacias, considerando as classes agricultura, pastagem e área urbana. Esta análise foi realizada a partir da classificação de imagens de satélite em ambiente SIG (ArcGis 9.2) disponibilizadas pelo catálogo do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais): LANDSAT 1 MSS (composição colorida RGB: 574) referente ao dia 16/06/1975 e LANDSAT 5 TM (composição colorida RGB: 543) referente ao dia 29/06/2008. Para análise das mudanças ocorridas nos períodos temporais (1975 e 2008) foi necessária a adequação das imagens para que tivessem a mesma resolução espacial. Desta forma, degradou-se a resolução da imagem TM de 30 metros para 80 metros de resolução, bem como os dados gerados para o mapa temático das terras úmidas das duas sub-bacias estudadas.

Tendo como base a espacialização das informações referentes às classes de áreas úmidas e de uso da terra nas duas sub-bacias, procedeu-se a análise de parâmetros métricos das classes utilizando-se o programa FRAGSTATS 3.3 (Quadro 1). Segundo McGarigal e Marks (1995), as métricas das classes (*Class Metrics*) faz uma integração de dados espaciais de todos os fragmentos de uma mesma classe (por exemplo, Floresta Ciliar ou agricultura). Essa integração permite analisar e quantificar separadamente cada classe por meio de uma matriz, a qual serve posteriormente de parâmetro comparativo entre as diferentes classes.

Quadro 1 – Definição dos Parâmetros Métricos

PARÂMETROS MÉTRICOS	UNIDADE	DESCRIÇÃO
Área da Classe	km ²	É a soma da área de todos os fragmentos da classe.
Porcentagem do Fragmento	%	Porcentagem de fragmento da mesma classe na paisagem.
Número de Fragmentos	Discreta	Número de fragmentos existente da classe.
Densidade de fragmentos	Contínua	Número de fragmentos de classe em 100 km ² da paisagem.
Comprimento Total das Bordas dos Fragmentos	m	É soma de todas as bordas da classe.
Tamanho médio dos fragmentos	km ²	Área média do fragmento.
Índice de Circularidade	Contínua	É igual a 1 menos a área do fragmento dividido pela área do menor círculo circunscrito.
Distância média entre os Fragmentos vizinhos	m	É igual à distância (m) para o próximo fragmento vizinho do mesmo tipo na menor distância de borda a borda.

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

A seguir foram analisados os graus de fragmentação das áreas úmidas (Floresta Ciliar e Campo Úmido) e suas relações com os diferentes tipos de usos nestas áreas (agricultura, pastagem e área urbana).

ÁREA DE ESTUDO

As sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas estão inseridas no âmbito da Alta Bacia do rio Araguaia localizada no sudoeste goiano (Figura 2).

A sub-bacia do rio Babilônia abrange uma área de 2.679,36 km² sendo constituída por uma rede de canais com densidade de drenagem de 0,88 km/ km² (Figura 2). Esta abrange os municípios de Portelândia, Mineiros e Santa Rita do Araguaia, em Goiás.

A área drenada pela sub-bacia do rio Piranhas engloba todo o município de Piranhas e parte dos territórios Bom Jardim de Goiás, Caiapônia e Arenópolis, em Goiás. Tem uma área de drenagem de 4.606,97 km² e densidade de drenagem de 1,44 km/ km², sendo seu rio principal (rio Piranhas) um importante afluente do rio Caiapó, um tributário do rio Araguaia (Figura 2).

Segundo a classificação de Köppen o clima da Alta Bacia do Rio Araguaia é do tipo Aw (tropical quente sub-úmido), caracterizado por duas estações bem definidas uma chuvosa (verão) e outra seca (inverno) (RIBEIRO; WALTER, 1998).

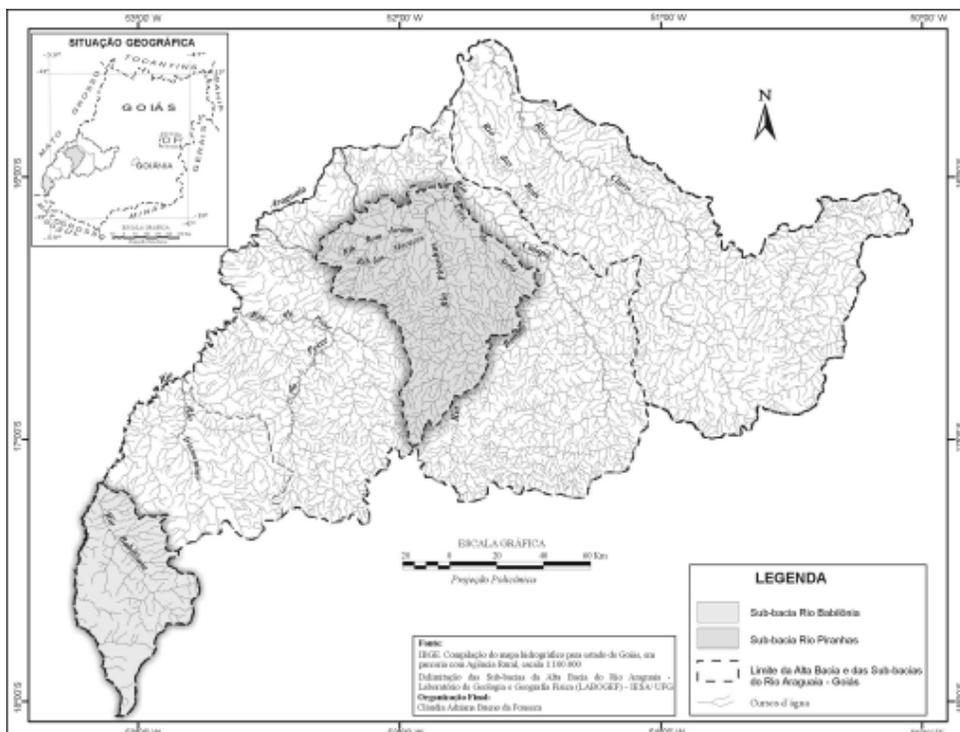


Figura 2 – Mapa de Localização e da Rede de Drenagem da Alta Bacia do Rio Araguaia com Destaque para as Sub-bacias dos Rios Babilônia e Piranhas

Caracterização dos aspectos físicos das sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas

Conforme exposto a seguir, as duas sub-bacias selecionadas são distintas em relação aos aspectos físicos analisados.

Sub-bacia do rio Babilônia

A sub-bacia do rio Babilônia caracteriza-se por pequena variabilidade em seus aspectos físicos. Esta encontra-se inserida na Bacia Sedimentar do Paraná onde as litologias predominantes são arenitos eólicos associados à Formação Botucatu (79% da área da sub-bacia); seguida pelos siltitos, folhelhos e silex da Formação Corumbataí (9%); sedimentos areno-argilosos da Formação Cachoerinha (7%); depósitos aluvionares de areia, argilas e cascalhos (3%); e basaltos e arenitos da Formação Serra Geral (2%).

As formas de relevo da sub-bacia em questão estão inseridas em sua totalidade no Planalto Setentrional da Bacia do Paraná (Mamede et al 1983), onde o mesmo é representado na área de estudo por superfície pediplanada em início de processo de dissecação.

Na escala de análise 1:250.000 utilizada, as classes de solos predominantes nessa sub-bacia são Latossolos Vermelho-escuro (61% da área da sub-bacia), seguidos por Neossolos Quartzarênicos (28%), Argissolos Vermelho-amarelo (6%), Neossolos Litólicos (5%) e Gleissolos (0,3%).

A classe de declividade predominante na área é aquela com 0-8% de declive (95% da área da sub-bacia), a qual se associa a relevos planos a suavemente ondulados onde predominam Latossolos e Neossolos Quartzarênicos. A altimetria varia de 500 a 1.100m, sendo a classe hipsométrica de 700 a 900m a que predomina na sub-bacia (91% da área da sub-bacia).

Sub-bacia do rio Piranhas

Diferentemente da sub-bacia do rio Babilônia, a sub-bacia do rio Piranhas caracteriza-se por apresentar uma grande variabilidade quanto aos aspectos físicos. Diversas unidades geológicas e tipos litológicos estão presentes na área. Predominam rochas metamórficas (45% da área da sub-bacia), caracterizadas principalmente por biotita-gnaisses pertencentes ao Grupo Granitos Sintectônicos (27%); metabasaltos, anfibolitos, metaperidotitos pertencentes ao Grupo Seqüência Metavulcanismo-sedimentares (12%); e filitos, quartzitos e xistos do Grupo Cuiabá (5%). Estas são seguidas por rochas sedimentares (42% da área da sub-bacia) onde predominam arenitos, conglomerados, siltitos e folhelhos do Grupo Paraná (24%); areias, argilas, cascalhos associadas a coberturas Terciárias e Quaternárias (12%); e arenitos vermelhos e siltitos pertencentes ao Grupo Aquidauana (5%). Ocorrem ainda rochas ígneas básicas (13% da área da sub-bacia) caracterizadas principalmente por alcalinogranitos, monzogranitos e sienogranitos associados ao Grupo Granitos Pós-Tectônicos (7%) e granodioritos, monzogranitos, quartzo-dioritos pertencentes ao Grupo Granitos Sin a Tarditectônicos (4%).

A maior parte da sub-bacia do rio Piranhas (51% da área total) está inserida na unidade geomorfológica da Depressão do Araguaia (Mamede et. al, 1983). A sudoeste e sul a sub-bacia assenta-se sobre relevos dissecados do Planalto dos Guimarães Alcantilados e Serra Negra (Mamede et al, 1983), o que corresponde a 47% da área da sub-bacia. As unidades geomorfológicas nessa sub-bacia encontram-se bastante dissecadas apresentando densa rede de drenagem com forte controle estrutural.

Uma gama de solos são encontrados na área dessa sub-bacia, com destaque para os Argissolos Vermelho-amarelo (63% da área da sub-bacia) e Latossolos Vermelho-amarelo

(21%). Secundariamente ocorrem Latossolos Vermelho-escuro (8%) e Cambissolos (4%), e em menor proporção Neossolos Quartzarênicos (2%) e os Neossolos Litólicos (2%).

A classe de declividade predominante na sub-bacia do rio Piranhas (84% da área da sub-bacia) é aquela entre 0 e 8%; seguida pela classe de declividade entre 8 e 20% (10% da sub-bacia), e acima de 20% (7% da sub-bacia), às quais se associam relevos suave ondulados a ondulados. A altimetria varia de 300 a 500m, sendo as classes hipsométricas de 300 a 500m (57% da área da sub-bacia) e 500 a 700m (26%) as que predominam na sub-bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão divididos em dois grupos: o primeiro grupo trata do estudo da evolução do uso da terra em áreas úmidas nos anos de 1965, 1975 e 2008 para as sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas. O segundo grupo aborda um estudo comparativo da degradação ambiental de áreas úmidas para as sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas para os anos considerados acima com uso do programa FRAGSTATS 3.3.

Evolução do uso da terra em áreas úmidas das sub-bacias dos rios babilônia e piranhas nos anos de 1965, 1975 e 2008

Sub-bacia do rio babilônia

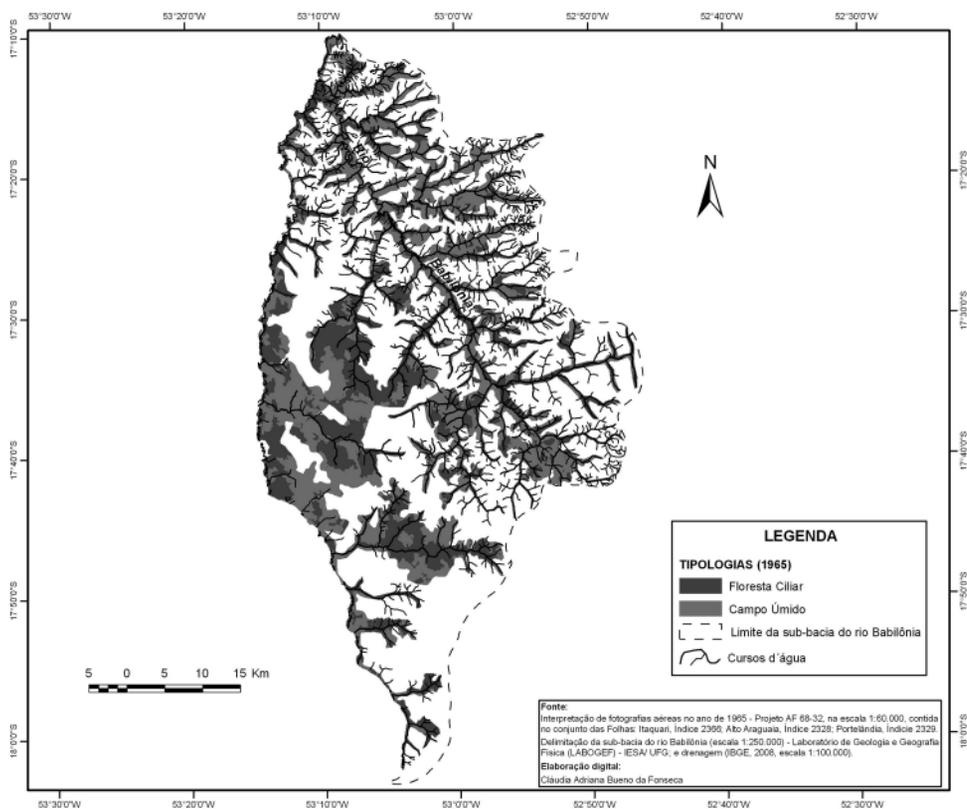
As terras úmidas não antropizadas da sub-bacia do rio Babilônia ocupavam uma área expressiva com 1.088,67 km² no ano de 1965, ou seja, 41% da área total da sub-bacia (Figura 3). Entre os anos de 1965 e 2008 constatou-se uma diminuição drástica de 57% no total das áreas úmidas desta sub-bacia (Tabela 1; Figuras 3, 4 e 5).

A figura 3 mostra as áreas úmidas presentes na sub-bacia do rio Babilônia no ano de 1965. Nesse ano, a tipologia Floresta Ciliar encontrava-se em proporção ligeiramente maior (51%) em relação à tipologia Campo Úmido (49%).

Tabela 1 – Tipologias de Terras Úmidas Não Antropizadas e Uso da Terra (1965, 1975 e 2008) na Sub-bacia do rio Babilônia

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS NÃO ANTHROPIZADAS	USO DA TERRA	ÁREA (Km ²)* (1965)	ÁREA (Km ²)* (1975)	ÁREA (Km ²)* (2008)
Campo úmido	Campo Úmido	536,95	176,04	9,70
Campo úmido	Agricultura	-----	232,09	226,34
Campo úmido	Pastagem	-----	132,08	123,02
Floresta ciliar	Floresta ciliar	551,72	540,42	459,58
Floresta ciliar	Agricultura	-----	7,71	189,73
Floresta ciliar	Pastagem	-----	-----	79,42
Floresta ciliar	Área urbana	-----	0,33	0,88
Total		1.088,67 Km²		

* Cálculo baseado na intersecção das áreas dos mapas das áreas úmidas de 1965 e uso da terra de 1975 e 2008 – Sub-bacia do rio Babilônia.



**Figura 3 - Áreas Úmidas não Antropizadas -
Sub-Bacia do rio Babilônia (1965)**

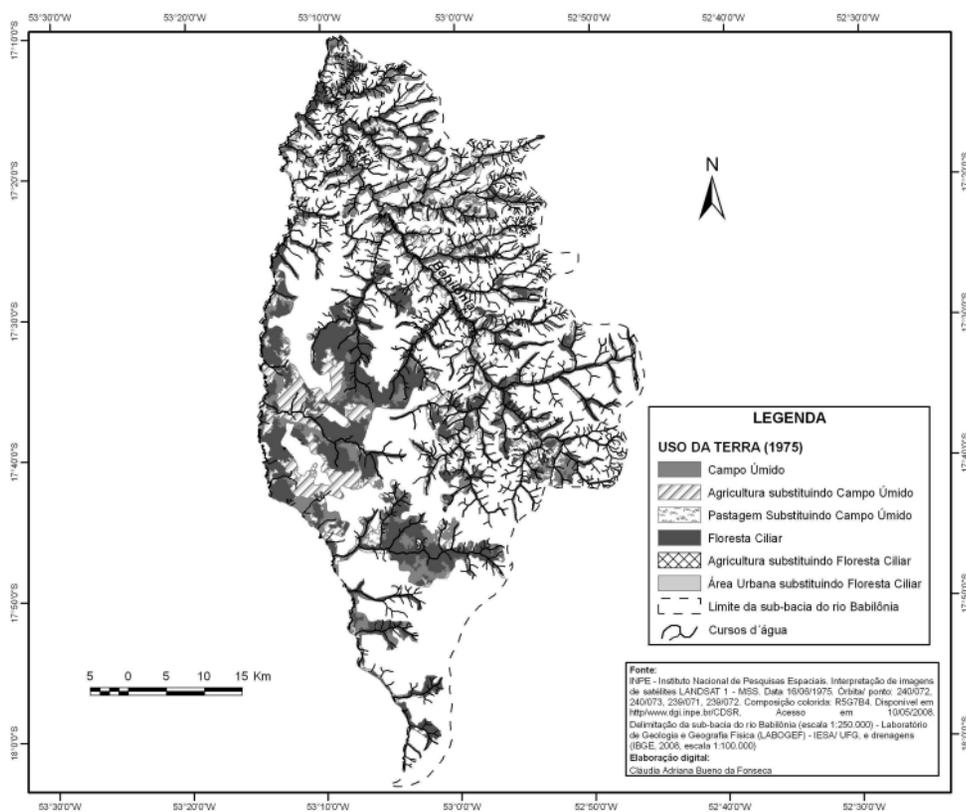


Figura 4 – Uso da Terra em 1975 nas Áreas Úmidas não Antropizadas Mapeadas em 1965 - Sub-Bacia do rio Babilônia

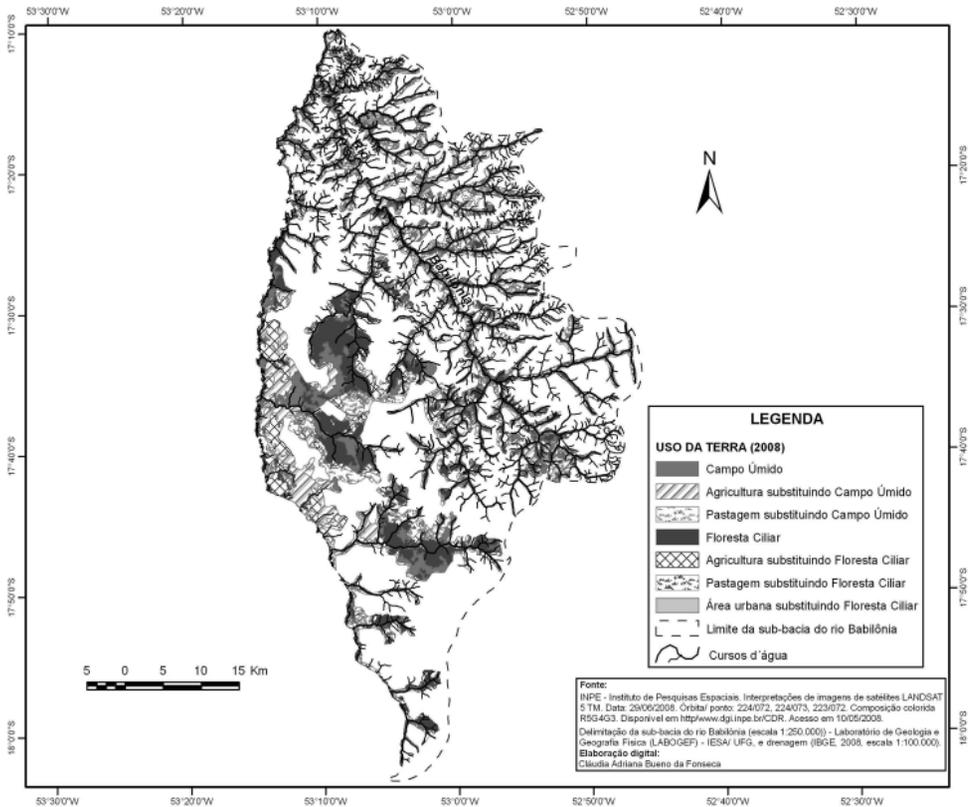


Figura 5 – Uso da Terra em 2008 nas Áreas Úmidas não Antropizadas Mapeadas em 1965 - Sub-Bacia do rio Babilônia

A tabela 1 e as figuras 3, 4 e 5 mostram os cenários das mudanças ocorridas no uso das áreas úmidas na sub-bacia nos anos de 1965, 1975 e 2008. Entre os anos de 1965 e 1975 a tipologia da Floresta Ciliar reduziu suas áreas em 1%, as quais foram ocupadas principalmente por agricultura (0,71%). Entretanto, para o mesmo período as áreas com Campo Úmido sofreram redução significativa de 33% na área mapeada em 1965 devido avanço da agricultura (21%) e pastagem (12%).

Enquanto ao longo do período 1975-2008, as terras úmidas não antropizadas (Floresta Ciliar e Campo Úmido) sofreram redução de 23% (Tabela 1). Nesses anos, registrou-se um avanço das atividades agropecuárias sobre a tipologia Floresta Ciliar que foi substituída em 17% pela agricultura, em 7% pela pecuária e em 0,05% por áreas urbanas. A tipologia Campo Úmido teve uma diminuição de suas áreas de menos de 1% devido sua substituição por atividades agropecuárias.

No período 1965-2008 a tipologia Floresta Ciliar perdeu espaço para a agricultura, pastagem e área urbana, as quais passaram a ocupar 17%, 7% e 0,1%, respectivamente, das terras úmidas não antropizadas desta sub-bacia. Enquanto, o Campo Úmido teve uma redução de 21%, devido a sua substituição pela agricultura, e de 11% 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% em relação à quantidade inicial mapeada em

1965, tendo sido o restante substituído por agricultura, pastagem e área urbana. Nota-se que a ocupação antrópica das áreas úmidas ocorreu principalmente na zona de domínio dos Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, que são solos propícios ao desenvolvimento de atividades agropecuárias.

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 espacialmente bastante fragmentadas (Tabela 1 e Figura 5). O avanço de áreas com pastagem e agricultura passa a ser uma ameaça para esses remanescentes, que ficam cada vez mais fragmentados.

A grande substituição das áreas úmidas por atividades agropecuárias observadas principalmente a partir de 1975, 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. Em tal período, o Cerrado das regiões sudoeste e sul goiano foi afetado 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). Atribui-se a essa política de expansão da fronteira agrícola a responsabilidade maior pela degradação das terras úmidas verificada nesta sub-bacia.

Sub-bacia do rio piranhas

A situação de uso antrópico das terras úmidas da sub-bacia do rio Piranhas não é diferente. A tabela 2 e as figuras 6, 7 e 8 mostram os tipos de uso em áreas úmidas na sub-bacia nos anos de 1965, 1975 e 2008.

A tabela 2 e a figura 6 mostram que em 1965 as terras úmidas ocupavam uma área de 2.148,87 km² (47% do total da sub-bacia) com predomínio da classe Floresta Ciliar (98%) sobre o Campo Úmido (2%). Estas classes de áreas úmidas não antropizadas sofreram uma redução de 43% em 1975, e de 61% em 2008 em relação ao total inicial mapeado em 1965 (Tabela 2; Figuras 7 e 8).

Tabela 2 – Tipologias de Terras Úmidas Não Antropizadas e Uso da Terra (1965, 1975 e 2008) na Sub-bacia do rio Piranhas

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS NÃO ANTROPIZADAS	USO DA TERRA	ÁREA (Km²)* (1965)	ÁREA (Km²)* (1975)	ÁREA (Km²)* (2008)
Campo Úmido	Campo Úmido	49,44	66,75	19,55
Campo Úmido	Agricultura	-----	6,21	29,87
Campo Úmido	Pastagem	-----	11,94	4,57
Floresta ciliar	Floresta ciliar	2099,43	1.164,50	828,85
Floresta ciliar	Agricultura	-----	444,97	1.229,33
Floresta ciliar	Pastagem	-----	452,13	33,50
Floresta ciliar	Área urbana	-----	2,37	3,20
Total		2.148,87 Km²		

* Cálculo baseado na intersecção das áreas dos mapas mapa das Áreas Úmidas de 1965 e uso da terra de 1975 e 2008 – Sub-bacia do rio Piranhas.

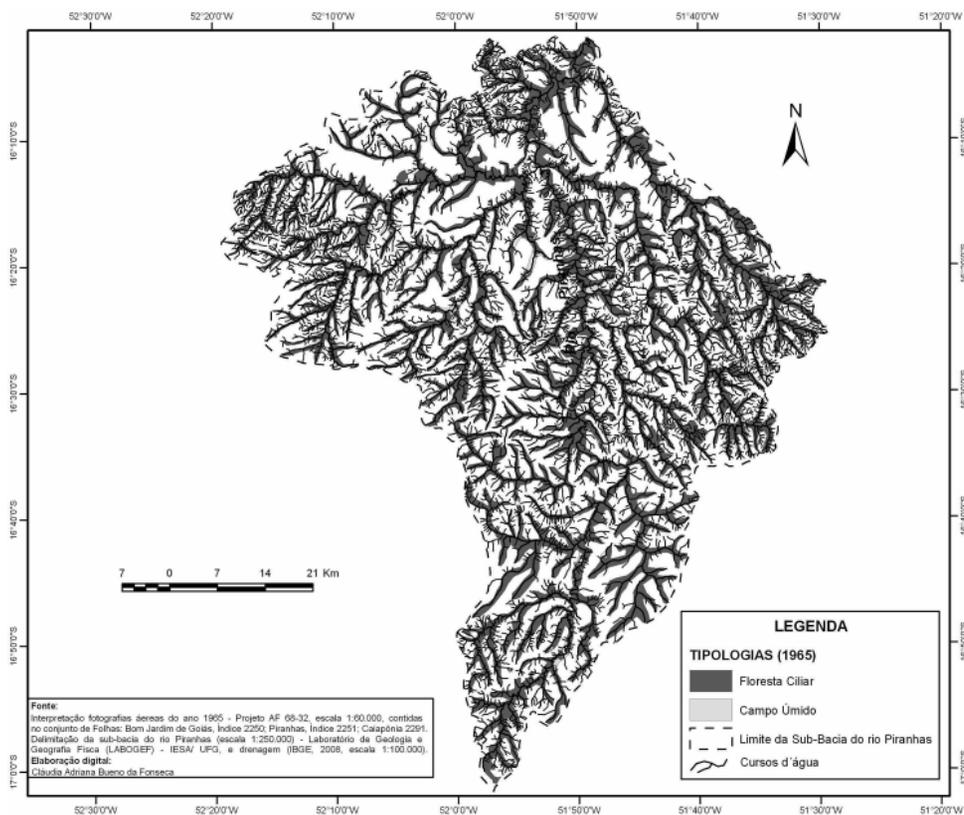


Figura 6 – Áreas Úmidas não Antropizadas - Sub-Bacia do rio Piranhas (1965)

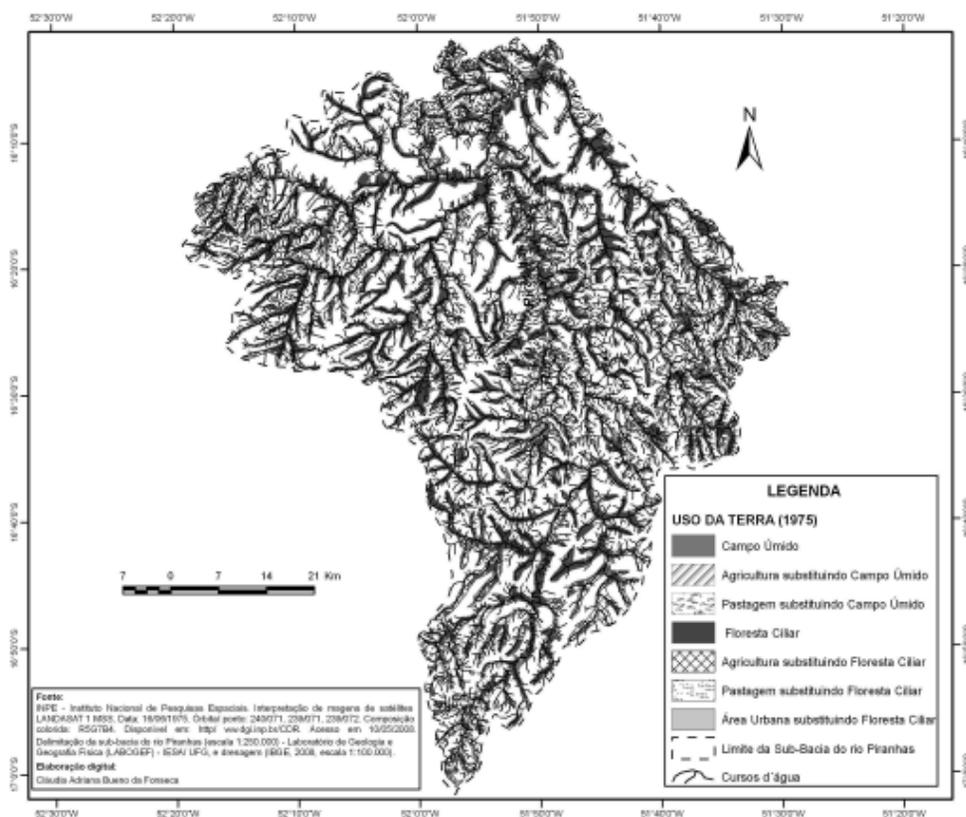


Figura 7 – Uso da Terra em 1975 nas Áreas Úmidas não Antropizadas Mapeadas em 1965 – Sub-Bacia do rio Piranhas

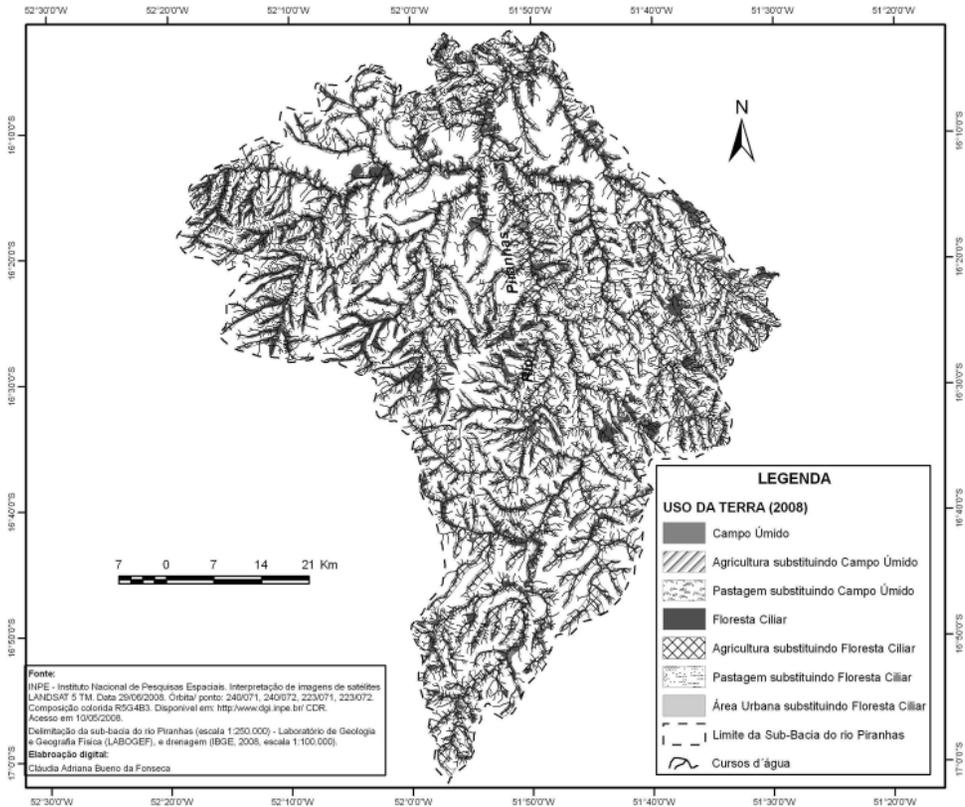


Figura 8 – Uso da Terra em 2008 nas Áreas Úmidas não Antropizadas Mapeadas em 1965 - Sub-Bacia do rio Piranhas

Entre os anos de 1965 e 1975, a vegetação natural das terras úmidas não antropizadas (Floresta Ciliar e Campo Úmido) da sub-bacia do rio Piranhas sofreu redução substancial. A tipologia Floresta Ciliar foi a que teve maior perda, tendo sido substituída em 22% pela agricultura, 21% pela pecuária e 0,11% pelas áreas urbanas. Enquanto, a tipologia Campo Úmido reduziu sua área em menos de 1% em função das atividades agropecuárias (Tabela 2; Figuras 6 e 7).

No intervalo 1975-2008, as tipologias Floresta Ciliar e Campo Úmido sofreram diminuição de 18% em suas áreas. A intervenção antrópica sobre esses terrenos úmidos estava presente quando se observa a mudança no tipo de uso das terras em áreas que continham Floresta Ciliar em 1975, sobre as quais a agricultura registrou um aumento de 37% e as áreas com pastagem uma redução de 19%, ao longo do período de 33 anos (Tabela 2; Figuras 7 e 8). Também a tipologia Campo Úmido teve suas áreas afetadas, as quais sofreram perda de seus espaços para agricultura (1%) e pecuária (<1%).

A tabela 2 e as figuras 6 e 8 mostram que em 2008 a Floresta Ciliar representava apenas 39% e o Campo Úmido 1% da área total das terras úmidas mapeadas em 1965. A agricultura ocupou boa parte das áreas da classe Floresta Ciliar (57%), seguida pela pecuária (2%) e áreas urbanas (0,15%). Enquanto, os Campos Úmidos tiveram suas áreas reduzidas em decorrência da substituição por agricultura e pastagem de 1,39% e 0,21%, respectivamente, da área inicialmente ocupada por Campo Úmido em 1965.

As atividades agropecuárias desordenadas desenvolvidas nas bordas das áreas úmidas 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, modificação no regime hidrológico, desenvolvimento de processos erosivos acelerados, assoreamento dos cursos d'água, extinção de espécies animais e vegetais dentre outros, conforme já alertado por Araújo et. al. (2008) em outras áreas sob uso agropecuário.

Também no caso dessa sub-bacia, a diminuição na área das terras úmidas não antropizadas (Floresta Ciliar e Campo Úmido) está interligada as atividades econômicas decorrentes do crescimento das fronteiras agrícolas originadas por programas como POLOCENTRO, que atraiu grandes lavouras de soja, milho, sorgo, banana, laranja e cana-de-açúcar para a região, conforme dados do SEPLAN (2008). Portanto, o crescimento econômico da região, e conseqüentemente as mudanças no uso da terra na sub-bacia, foi resultado das ações planejadas pelo Estado desde a década 1970, que por meio dos incentivos governamentais resultou no investimento em diversos setores como transporte, energia, telecomunicações e subsídios agrícolas (BECKER; EGLER, 1998; DEUS, 2002). Esses incentivos ocorreram em diversos terrenos, dentre estes os de terras úmidas.

Estudo comparativo da degradação ambiental de áreas úmidas para as sub-bacias dos rios Babilônia e Piranhas nos anos de 1965, 1975 e 2008 com uso do programa fragstats 3.3.

O estudo comparativo foi individualizado por sub-bacia e engloba os padrões espaciais dos fragmentos relacionados aos parâmetros métricos das classes, conforme apresentado no quadro 1.

Métricas da degradação ambiental das áreas úmidas na sub-bacia do rio Babilônia (1965, 1975 e 2008)

A figura 9 e a tabela 3 mostram os resultados da análise do uso da terra por meio do programa FRAGSTATS na sub-bacia do rio Babilônia para os anos analisados.

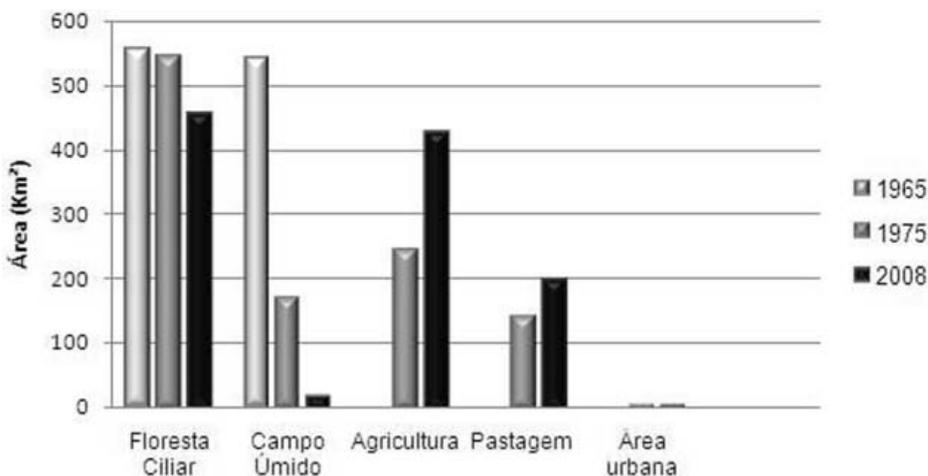


Figura 9 – Área das Classes de Uso das Terras Úmidas - Sub-bacia do rio Babilônia (1965, 1975 e 2008)

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

Tabela 3 – Métricas do Percentual de Uso da Terra nas Áreas Úmidas nos anos de 1965, 1975 e 2008 – Sub-bacia do Rio Babilônia

USO DA TERRA	Porcentagem do fragmento (1965)	Porcentagem do fragmento (1975)	Porcentagem do fragmento (2008)
Floresta ciliar	50,68%	50,23%	41,99%
Campo úmido	49,32%	15,50%	1,35%
Agricultura	-----	21,99%	38,19%
Pastagem	-----	12,26%	18,39%
Área urbana	-----	0,02%	0,08%

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

De acordo com os dados apresentados na figura 9 e tabela 3 constata-se que as terras úmidas foram fortemente substituídas pelas atividades agrícola e pecuária. Nas últimas décadas as influências antrópicas sobre os ecossistemas das terras úmidas têm causado degradação ambiental que se sucederam nessa sub-bacia, as quais deram origem aos processos de fragmentação da vegetação original, alterando área de vegetação nativa contínua, e resultando em fragmentos cada vez menores.

Em 1975 as áreas úmidas não antropizadas eram mais extensas e ocupavam um percentual de 66% do total de uso. Estas sofreram uma redução de 22% em 2008 em decorrência das expansões das atividades agropecuárias. Observa-se que o percentual de áreas úmidas substituídas pela agricultura apresentou aumento de 16% ao longo desses anos. Enquanto a pecuária, que em 1975 havia substituído 12% das áreas úmidas, em 2008 apresentou um percentual de substituição de 18% mostrando, portanto, um aumento de 6%. As áreas urbanas avançaram pouco sobre os espaços úmidos, tendo estas substituído apenas 0,05% dos terrenos úmidos ao longo do período 1975-2008.

Para o ano de 1965 observou-se que as tipologias de terras úmidas não antropizadas apresentaram valores com ordem de grandeza semelhantes em relação aos parâmetros analisados (Tabela 4). O número de fragmentos presentes apontava uma menor fração de densidade de fragmentos para Floresta Ciliar e tamanho médio de suas áreas superior a classe Campo Úmido. De acordo com o índice de circularidade dos fragmentos, estes se apresentavam alongados (valores 0.63 e 0.65), incluindo variações que correspondem a formas circulares e arredondadas. O comportamento do grau de fragmentação entre os fragmentos de mesma classe eram representados pela distancia borda a borda que apresentava valores de 41m para Floresta Ciliar e 42m para o Campo Úmido (Tabela 4).

Os valores registrados em 1965 foram significativamente alterados. Em 1975 foram identificados 1.070 fragmentos de áreas úmidas não antropizadas, agricultura e pastagem, enquanto em 2008 esse número praticamente dobrou (Tabelas 5 e 6). 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. (Tabelas 5 e 6).

Tabela 4 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas nas Áreas Úmidas no ano de 1965 – 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	283	26,01	1.949	0.63	41
Campo Úmido	317	29,13	1.691	0.65	42

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

Tabela 5 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra nas Áreas Úmidas 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	40
Campo Úmido	201	18,68	829	0.64	70
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
Pastagem	270	25,10	487	0.63	56

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

Tabela 6 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra nas Áreas Úmidas no ano de 2008 – 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	411	38,14	1.100	0.65	28
Campo Úmido	72	6,68	202	0.62	111
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	927	86,03	443	0.61	27
Pastagem	786	72,94	251	0.62	38

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

Observa-se (Tabelas 5 e 6) que a tipologia Campo Úmido em 2008 sofreu redução no número de fragmentos em torno de 179%, conseqüentemente, reduziu o tamanho médio das áreas sob uso com Campo Úmido em 310%. Isso se deve ao aumento de 55% no número de fragmentos sob uso com Floresta Ciliar em 2008 em relação a 1975 e diminuição no tamanho

médio dos fragmentos de Floresta Ciliar de 85%. Em 2008 os ambientes da Floresta Ciliar também se encontravam fortemente alterados, e em franco processo de fragmentação de suas áreas originais.

Interessante notar que no período de 1965-1975 a classe Campo Úmido foi preferencialmente substituída pelas atividades agropecuárias. A classe Floresta Ciliar somente sofreu substituição significativa por essas atividades no período subsequente de 1975-2008. Isso demonstra que as atividades agropecuárias nessa sub-bacia avançaram primeiro sobre áreas de Campo Úmido, talvez pela facilidade de mecanização, e somente depois expandiram sobre as áreas com Floresta Ciliar. A franca ocupação das áreas com Floresta Ciliar a partir de 1975 indica a forte presença da agropecuária mecanizada, capaz de derrubar áreas com matas e rapidamente substituí-las por agricultura ou pastagem. Esse processo coincide com a implantação do POLOCENTRO, o qual fomentou o uso da mecanização em larga escala sem adotar planos de manejo e gestão das terras adequadas.

Nas terras úmidas não antropizadas dessa sub-bacia, observou-se em 2008 significativo aumento do número de fragmentos associados à agricultura e pecuária (Tabelas 4 e 5). O número de fragmentos identificados para agricultura em 2008 foi quase o triplo daquele presente em 1975. Tendência similar foi observada para pecuária, que apresentou aumento no número de fragmentos de 191% entre os anos de 1975 e 2008.

A figura 10 mostra as métricas do comprimento total das bordas dos fragmentos de mesma classe para a sub-bacia do rio Babilônia para o período 1965-2008.

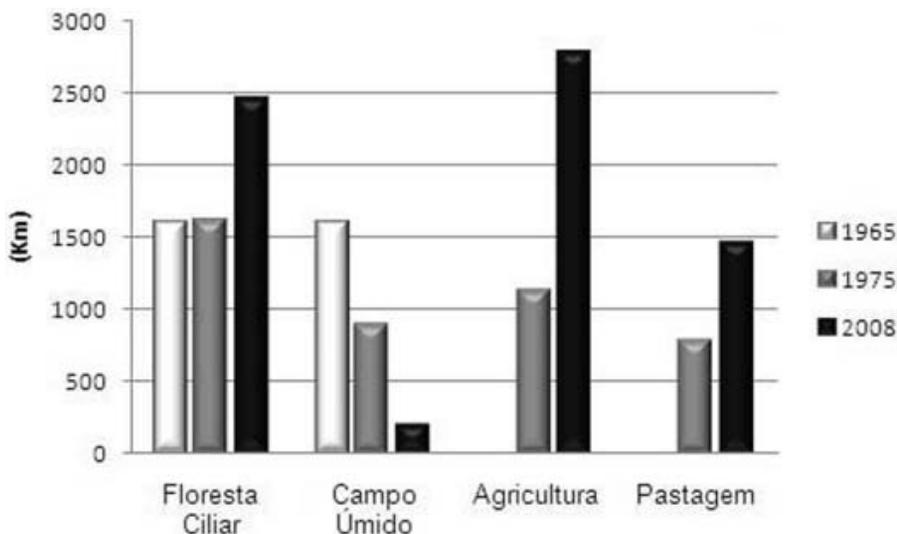


Figura 10 – Comprimento Total das Bordas dos Fragmentos das Classes de Uso da Terra – Sub-bacia do rio Babilônia (1965, 1975 e 2008)

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

Os resultados referentes ao aumento no comprimento total das bordas dos fragmentos indicam significativo aumento na atividade antrópica na região (Figura 10). Em 1965 os comprimentos totais das bordas dos fragmentos das tipologias de terras úmidas não antropizadas (Floresta Ciliar e Campo Úmido) eram equivalentes, indicando presença de menor número de fragmentos e portanto maior biodiversidade e proteção do solo (Figura 10). Em 2008 houve um acréscimo de 53% no comprimento total das bordas dos fragmentos

para a classe Floresta Ciliar, o que resultou num aumento na densidade de fragmentos de 54% e redução do tamanho médio das áreas sob uso com Floresta Ciliar de 85% (Figura 10; Tabelas 5 e 6). Enquanto o Campo Úmido reduziu o comprimento total das bordas dos fragmentos em 382%, conseqüentemente, havendo redução na densidade de fragmentos de 180% e no tamanho médio da área dos fragmentos de Campo Úmido de 311%. Assim, os fragmentos dessa classe ficaram cada vez menores e mais distantes de seus vizinhos (Figura 10; Tabelas 5 e 6).

Ao contrário das áreas úmidas não antropizadas, em 2008 as áreas úmidas sob uso agrícola sofreram aumento significativo no comprimento total das bordas dos fragmentos de 150%, enquanto a densidade de fragmentos sob agricultura praticamente dobrou e o tamanho médio das áreas dos fragmentos ocupados com agricultura reduziu de 60% (Figura 10; Tabelas 5 e 6). As áreas úmidas substituídas por pecuária tiveram aumento de 87% no comprimento total das bordas dos fragmentos, que foi acompanhado por aumento na densidade de fragmentos de 191% e redução no tamanho médio da área dos fragmentos de 94%. A redução na área dos fragmentos e aumento do número de fragmentos ocupados por agricultura e pecuária indicam uma alta fragmentação das áreas úmidas não antropizadas, o que potencialmente ocasionou uma maior degradação destas.

Em 1975, a distância média entre os fragmentos mais próximos ficou em 40m para Floresta Ciliar e 70m para Campo Úmido (Tabela 5). Já em 2008, os fragmentos mostraram aumento no seu distanciamento de 40% para Floresta Ciliar e 44% para Campo Úmido, isso devido ao grau de fragmentação das áreas úmidas ocasionado pelas atividades agropecuárias (Tabelas 5 e 6).

Do ponto de vista ecológico, estes índices métricos são preocupantes, pois quanto maior a distância entre fragmentos menor será a taxa de recolonização das espécies decorrente da migração, e conseqüentemente, no caso das plantas, menor mobilidade dos dispersores e polinizadores (VIANA; PINHEIRO, 1998). Com a diminuição da biodiversidade e cobertura do solo, a superfície do solo e, conseqüentemente, o ambiente podem ficar mais expostos aos fatores que condicionam a degradação de áreas úmidas não antropizadas.

Os índices de circularidade (Tabelas 5 e 6) indicam que as terras úmidas apresentam formas alongadas, o que favorece efeitos de bordas aumentando a vulnerabilidade destas terras à degradação ambiental.

Nesse contexto de transformação sócio-ambiental, e especialmente nos últimos anos, as terras úmidas da sub-bacia do rio Babilônia vem 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 1970, em conformidade com o que foi verificado por Castro et. al. (2004) para a toda a região da Alta Bacia do Rio Araguaia. Esses tipos de alterações contribuíram decisivamente para a mudança da paisagem das áreas úmidas na sub-bacia analisada. Essa mudança pode comprometer o regime hidrológico, a umidade do solo através do desmatamento, além disso, pode afetar algumas espécies em sua diversidade e quantidade, as quais não se adaptam aos efeitos de bordas e tendem à extinção. Podem também afetar processos ecológicos de polinização (METZGER, 1999; VIANA; PINHEIRO, 1998; COSTA, 2003).

Métricas da degradação ambiental das áreas úmidas na sub-bacia do rio piranhas

A figura 11 e a tabela 7 apresentam as distribuições das métricas da paisagem relativas às áreas úmidas não antropizadas, área urbana e áreas sob uso com atividades agropecuárias nos anos de 1965, 1975 e 2008 na sub-bacia do rio Piranhas.

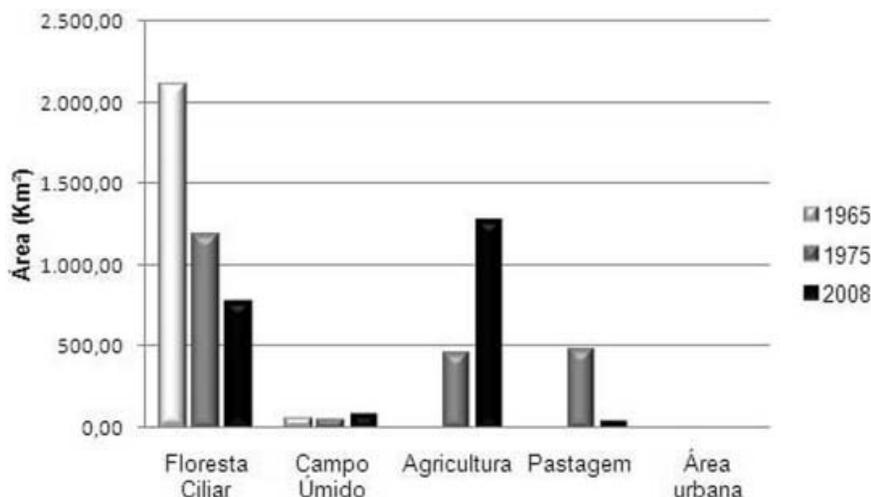


Figura 11 – Área das Classes de Uso de Terras Úmidas - Sub-bacia do rio Piranhas (1965, 1975 e 2008)

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

Tabela 7 – Métricas do Percentual de Uso da Terra nas Áreas Úmidas nos anos de 1965, 1975 e 2008 – Sub-bacia do Rio Piranhas

USO DA TERRA	Porcentagem do fragmento (1965)	Porcentagem do fragmento (1975)	Porcentagem do fragmento (2008)
Floresta ciliar	97,69%	54,91%	35,61%
Campo úmido	2,31%	2,14%	3,90%
Agricultura	-----	21,16%	58,74%
Pastagem	-----	21,68%	1,60%
Área urbana	-----	0,11%	0,15%

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

A figura 11 e a tabela 7 mostram que em 1965 a tipologia Floresta Ciliar era dominante. Entretanto, essa tipologia foi intensamente degradada e substituída ao longo dos anos subsequentes. Diferentemente da sub-bacia do rio Babilônia, a tipologia mais afetada pelo avanço das atividades agropecuárias foi a classe Floresta Ciliar. Particularmente, no período 1965-1975 a tipologia Floresta Ciliar foi substituída em 43% da área total modificada em 1965, as quais foram ocupadas pelas atividades econômicas (agricultura 21%; pecuária 22%) e área urbana (0,11%). Enquanto, para o mesmo período a classe Campo Úmido reduziu sua área total em menos de 1%. Provavelmente o avanço das atividades agropecuárias sobre a classe Floresta Ciliar ocorreu em virtude desta constituir a quase totalidade das áreas úmidas não antropizadas dessa sub-bacia.

Entre 1975 e 2008, a tipologia Floresta Ciliar teve uma redução de 54% em relação a 1975, enquanto ao contrário a tipologia Campo Úmido aumentou sua área em 84% em relação à área mapeada em 1975. Este dado indica que talvez haja uma tendência de aumento da tipologia Campo Úmido nessa sub-bacia, o que é um indicador positivo de recuperação dessa tipologia.

Os resultados apontam que houve uma mudança notável no uso do solo devido à substituição da pastagem, que foi substituída pela agricultura em cerca de 1.000%, a qual por sua vez aumentou 53% em relação à área mapeada em 1975. As áreas urbanas tiveram um acréscimo de apenas 0,04% em 2008 (Figura 11 e Tabela 7).

Os dados estatísticos mostram (Tabela 8) que no ano de 1965 existia um número total pequeno de fragmentos de áreas úmidas não antropizadas. 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. Estes últimos constituíam fragmentos menores situados em superfícies planas e suaves, sobre solos bem drenados próximos aos pequenos curso d' água, apresentando baixa densidade de fragmentos.

O tamanho médio dos fragmentos da tipologia Floresta Ciliar em 1965 se apresentou muito maior em relação ao Campo Úmido (Tabela 8). O grande tamanho dos fragmentos era um fator positivo para a tipologia Floresta Ciliar, que apresentava menor número de fragmentos e ainda possuía baixa densidade e menor distância entre fragmentos, em comparação com os fragmentos das áreas úmidas não antropizadas da sub-bacia do rio Babilônia e com a classe Campo Úmido da sub-bacia em análise (Tabelas 4 e 8). Quanto à morfologia, os dados métricos indicam que os fragmentos das tipologias Floresta Ciliar e Campo Úmido, semelhantemente a outra sub-bacia, apresentavam forma preferencialmente alongada.

As métricas do uso das áreas úmidas demonstram que na sub-bacia do rio Piranhas estas já se encontravam bastante fragmentadas em 1975 (Tabela 9). Do total de fragmentos de áreas úmidas não antropizadas em 1975, 36% dos fragmentos eram representados pela tipologia Floresta Ciliar, enquanto, o Campo Úmido representava 5%, as atividades agrícolas 29% e a pastagem 31% dos fragmentos presentes na sub-bacia (Tabela 9).

Tabela 8 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas nas Áreas Úmidas no ano de 1965 – Sub- Bacia do rio Piranhas

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS	Número de fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km ²	Tamanho médio dos fragmentos (km ²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Floresta Ciliar	45	2,09	4.665	0.61	30
Campo Úmido	120	0,55	412	0.59	94

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

Tabela 9 – Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra nas Áreas Úmidas no ano de 1975 – Sub- Bacia do rio Piranhas

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS	Número de fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km ²	Tamanho médio dos fragmentos (km ²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Floresta Ciliar	763	35,80	1.533	0.62	35
Campo Úmido	101	4,74	452	0.62	145
USO DA TERRA	Número de fragmentos	Densidade dos fragmentos em 100 km ²	Tamanho médio dos fragmentos (km ²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Agricultura	618	29,00	729	0.62	50
Pastagem	665	31,20	694	0.61	45

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

Tabela 10 - Métricas das Tipologias de Terras Úmidas e Uso da Terra nas Áreas Úmidas no ano de 2008 – Sub- Bacia do rio Piranhas

TIPOLOGIAS DE TERRAS ÚMIDAS	Número de fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km ²	Tamanho médio dos fragmentos (km ²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Floresta Ciliar	1.446	67,51	527	0.63	25
Campo Úmido	584	27,27	144	0.62	75
USO DA TERRA	Número de fragmentos	Densidade de fragmentos em 100 km ²	Tamanho médio dos fragmentos (km ²)	Índice de circularidade	Distância média entre os fragmentos vizinhos (m)
Agricultura	1.270	59,29	990	0.61	24
Pastagem	190	8,87	176	0.59	130

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

Observa-se que em 2008, houve aumento considerável no número total de fragmentos que aumentou 63% em relação a 1975 (Tabelas 9 e 10). A fragmentação ocorrida atingiu fortemente as áreas ocupadas pela classe Floresta Ciliar, a qual teve aumento na sua fragmentação de 90% entre os anos de 1975 e 2008. Entretanto, o aumento maior na fragmentação ocorreu nas áreas ocupadas pela tipologia Campo Úmido, que aumentou em 478% 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%. Do ponto de vista ecológico esses valores indicam que a conectividade entre fragmentos de terras úmidas não antropizadas (Floresta Ciliar e Campo Úmido) diminuiu e que, portanto, estas áreas ficaram restritas a fragmentos menores.

Outro dado interessante observado nas tabelas 9 e 10 se refere à substituição no tipo de uso antrópico nessa sub-bacia. Os dados mostram que as áreas com pastagem estão sendo substituídas por agricultura. Por exemplo, se subtrairmos na classe pastagem o valor 665 de 190 obtemos 475; depois, se subtrairmos na classe agricultura o valor 1.270 de 618 obtemos 652. Os valores obtidos de 475 e 652 são relativamente próximos e indicam que a maior parte das áreas com pastagem foram substituídas pela agricultura.

No contexto da sub-bacia do rio Piranhas, esta se destaca pelo fato das transformações no uso das terras úmidas prosseguirem até recentemente em decorrência da expansão da agricultura, sobretudo a produção de arroz, soja, milho, sorgo, banana, laranja e cana de açúcar, conforme confirmam os dados da SEPLAN (2008) referentes aos anos 2003 e 2008. Nesse sentido, a economia da região foi aos poucos substituindo a agricultura tradicional alicerçada na pecuária extensiva e agricultura de subsistência por uma agricultura moderna, através do incremento de novas de técnicas de produção, como a incorporação dos insumos e fertilizantes para correção dos solos do Cerrado (DEUS, 2002).

No mapa de uso das terras úmidas de 1965 da sub-bacia do rio Piranhas (Figura 6), pode se observar que os fragmentos das tipologias Floresta Ciliar possuíam formas alongadas (valor de 0.63) seguindo a orientação de cursos fluviais (Tabela 10). Estas áreas foram fortemente substituídas e hoje se apresentam bastante fragmentadas e com tendência a aumento em sua morfologia alongada (Figura 8 e Tabela 10).

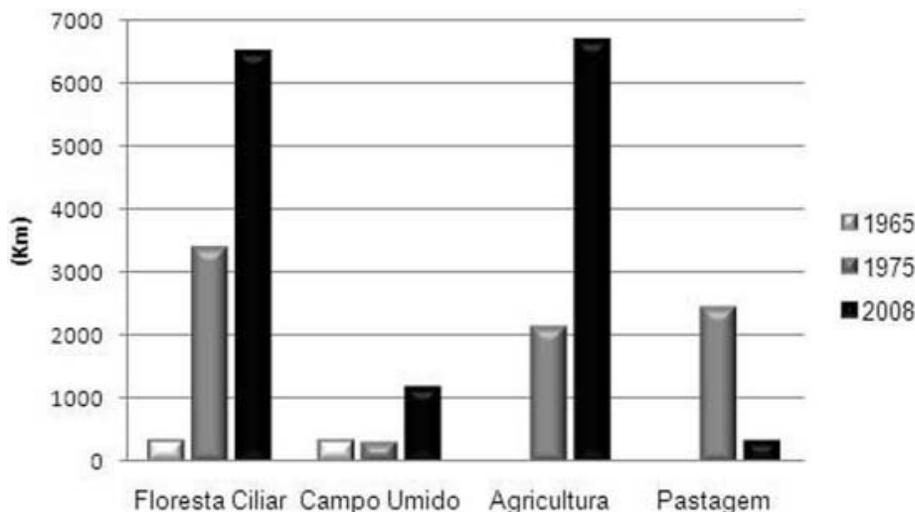


Figura 12 – Comprimento Total das Bordas dos Fragmentos das Classes de Uso da Terra – sub-bacia rio Piranhas (1965, 1975 e 2008)

Fonte: FRAGSTATS 3.3.

Em 2008 as de terras úmidas não antropizadas se apresentavam mais fragmentadas e isoladas do que em 1975 (Tabelas 9 e 10). Isso é percebido com aumento no valor representado pelo comprimento total das bordas dos fragmentos da tipologia Floresta Ciliar de 94% (Figura 12), o que, conseqüentemente, ocasionou aumento na densidade de fragmentos de 89% e reduziu o tamanho médio da área destes em 191%. Enquanto a tipologia Campo Úmido aumentou o comprimento total das bordas dos fragmentos de 289%, o que causou diminuição do tamanho médio dos fragmentos em 214% e aumentou a densidade de fragmentos em 475%. A agricultura teve um aumento de 213% no comprimento total das bordas dos fragmentos, como também aumentou o tamanho médio dos fragmentos em 35,80% e duplicou a densidade de fragmentos. Ao contrário, as áreas úmidas sob pastagem tiveram uma redução de sete vezes no comprimento total das bordas e o tamanho médio dos fragmentos foi reduzido em 294%, logo a densidade dos fragmentos também diminuiu em 252%.

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 9 e 10). Segundo Costa (2003), o isolamento das comunidades vegetacionais causado pela fragmentação pode acarretar a extinção local da população e mesmo das espécies vegetais. Portanto, tanto nessa sub-bacia como na sub-bacia do rio Babilônia há risco de extinção de comunidades vegetais em consequência do aumento na fragmentação das classes de áreas úmidas não antropizadas.

Quando se analisa em conjunto as métricas do uso das terras úmidas, comprimento total das bordas dos fragmentos (Figura 12), tamanho médio dos fragmentos e densidade de fragmentos (Tabela 8, 9 e 10); observa-se que os fragmentos existentes no ano de 1965 apresentavam baixo comprimento total de bordas, maior tamanho médio e menor densidade de fragmentos em relação a 1975 e 2008. Isso indica que em 1965 os fragmentos existentes talvez fossem suficientes para a manutenção adequada da biodiversidade, embora já devessem haver problemas de conservação relacionados a variabilidade e vulnerabilidade das espécies.

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

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da interpretação de fotografias aéreas de 1965 das tipologias de terras úmidas, e relacionando-as ao uso da terra de 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.

Para sub-bacia do rio Babilônia, entre 1965 e 2008 houve uma redução das tipologias de terras úmidas de 57%. Os principais fatores que acarretaram essa diminuição foram 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 61% nas áreas úmidas não antropizadas que foram substituídas em sua maioria por agricultura mecanizada.

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 levaram 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 atual 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 nortear ações de gestão e conservação das áreas úmidas, pois mostram como uma análise evolutiva do uso do solo apoiada em métricas da paisagem pode ajudar a explicar as transformações na paisagem e dar suporte a implementações de ações de planejamento ambiental e de uso da terra.

A expansão agropecuária nas áreas do Cerrado, que teve início na década 1970, não levou em conta os aspectos ambientais das áreas úmidas, que constituem ambientes altamente vulneráveis às ações antrópicas. Essas vêm sofrendo com uma intensa fragmentação de seus remanescentes nos últimos trinta anos, o que resultou no processo de substituição da vegetação natural por lavouras e pastos através do desmatamento, e acarretou na perda da estabilidade ambiental e biodiversidade de seus ecossistemas.

Essas mudanças no uso da terra em áreas úmidas, que vêm ocorrendo com maior frequência a partir da década de 1970, estão intimamente ligadas às fronteiras econômicas e aos programas de governos para ocupação do Cerrado. Geralmente, estes programas, como por exemplo, POLOCENTRO e o PROCEDER têm estreita ligação com as estratégias produtivas, prioridade dos cultivos comerciais, articulação do poder local e políticas de incentivos fiscais (GOBBI, 2004; GOMES; TEIXEIRA NETO, 1993), que na maioria das vezes não levam em conta os aspectos ambientais (COSTA, 2003).

Em conseqüência da adoção destas políticas, com finalidade bastante econômica e muito pouco ambiental, a intensa fragmentação das áreas úmidas nas duas sub-bacias dos rios Babilônia e do Piranhas está intimamente relacionada ao tipo de uso da terra, que envolve a produção agrícola em larga escala, principalmente de soja, algodão, milho, giras-

sol, e pela nova fase de expansão da cana de açúcar para produção do biocombustível, além da tradicional pecuária extensiva.

Nesse sentido, os ecossistemas de áreas úmidas estão sendo submetidos a um manejo de caráter econômico baseado no largo uso de agrotóxicos, fertilizantes, herbicidas, além da adoção da prática das queimadas para renovação de pastagem ou abertura das lavouras. Este tipo de manejo pode trazer conseqüências ambientais, como perda da biodiversidade e deteriorização da paisagem, o que contribui para desencadear enchentes, acelerar os processos erosivos, aumentar a perda de solos, a contaminação, o assoreamento dos canais fluviais, dentre outros efeitos negativos ao meio ambiente.

No entanto, a manutenção das áreas úmidas é de vital importância para conservação dos ecossistemas do Bioma Cerrado, pois estes representam importantes áreas de conectividade ecológica entre paisagens e asseguram a sustentabilidade dos solos e a permanência da biodiversidade ao longo dos cursos d'água das sub-bacias pesquisadas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 320p.
- BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Brasil: uma nova potência regional na economia-mundo**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 253p.
- BERTONI, J.; NETO, F. L. **Conservação do solo**. 4ª ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355p.
- 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).
- 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, 13. Ouro Preto (MG), 4 a 8 de novembro de 2002. **Anais...** 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.; XAVIER, L. S.; BARBALHO, M. G. S. **Atlas geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguaína**: condicionantes dos processos erosivos lineares. Goiânia: Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás, 2004. 76p.
- COSTA, R. B. (Org.) **Fragmentação florestal e alternativa de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, 2003. 246p.
- 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.
- 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 (MG), v.11, fevereiro, 2004. Disponível em: http://www.ig.uf.br/caminhos_de_geografia.html. Acesso em 27 de julho de 2008.
- GOMES, H.; TEIXEIRA NETO, A. **A geografia de Goiás/ Tocantins**. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico, UFG, 1993. 227p.
- LESPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 178p.

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

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).

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/documents/fragstats_documents.html. Acesso em 2 agosto/2009.

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

MINTE-VERA, C. V. A Convenção Ramsar e a conservação das áreas úmidas. **Caderno Biodiversidade**, Curitiba: v. 2, n. 1, p. 42-52, 1999.

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**, New Delhi, n. 27, p. 63-70, 2001.

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>.

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). 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.

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

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. 89-166p.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO (SEPLAN). **Anuário Estatístico do Estado de Goiás - 2008**. Goiânia: SEPLAN, 2008. 815p.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Conservação da biodiversidade**. Série técnica IPEF, São Paulo: USP, v.12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr32/cap03.pdf>. Acesso em 3 dezembro de 2009.

Recebido em junho de 2010

Aceito em outubro de 2010