

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
SUSTENTABILIDADE DE ECOSISTEMAS

**INFLUÊNCIA DA PECUÁRIA E SUA IMPLICAÇÃO NA  
SUSTENTABILIDADE DA MATA CILIAR DO RIO ZUTIUA, MARANHÃO,  
BRASIL**

CARULINE SILVA LAGO

Dissertação de Mestrado

São Luís

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA  
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE  
ECOSSISTEMAS

**INFLUÊNCIA DA PECUÁRIA E SUA IMPLICAÇÃO NA  
SUSTENTABILIDADE DA MATA CILIAR DO RIO ZUTIUA, MARANHÃO,  
BRASIL**

CARULINE SILVA LAGO

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação  
em Sustentabilidade de  
Ecosistemas da  
Universidade Federal do  
Maranhão para obtenção do  
Título de Mestre em  
Sustentabilidade de  
Ecosistemas

Orientadora:

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. LARISSA NASCIMENTO BARRETO

São Luis

2012

Lago, Caruline Silva.

Influência da pecuária e sua implicação na sustentabilidade da mata ciliar do rio Zutiua, Maranhão, Brasil./Caruline Silva Lago. -

São Luís, 2012.

66p.

Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas. Universidade Federal do Maranhão, 2012.

1. Mata ciliar 2. Pecuária 3. Paisagem. I. Título.

CDU -

*“À Deus,  
Senhor dos Exércitos...  
À minha família,  
Meu tesouro!”*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela sua imensa misericórdia e por ter nos abençoado com este mundo fascinante, cheio de vida.

A minha família, em particular aos meus pais, Maria do Socorro Silva Lago e Francisco Araújo Lago, pela educação, pelo apoio constante nas minhas decisões e aos meus irmãos, Rafael Silva Lago e Emerson Mateus Silva Lago.

A todos os meus amigos de Mestrado, Fabrícia, Ricardo, Odgley, Fabiana, Dhulia, James, Edivan, Jaqueline, Rafael, pelos momentos inesquecíveis de muita gargalhada, estudos, desentendimentos...

A todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial, Larissa Nascimento Barreto, minha orientadora, pelo seu apoio e confiança. Antonio Carlos (totó) e Paulo Cavalcante.

Especialmente aos meus companheiros de campo e trabalho, Fabrícia e Ricardo Tannus, pelas aventuras vividas pelo rio Zutuia.

À CAPES pela bolsa de Mestrado concedida.

À prefeita de Tufilândia, Marinalva Madeiro, pela logística, fundamental para a realização desse trabalho.

Ao projeto CAPES-Wageningen, que me presenteou com a oportunidade de ter essa grande experiência.

*“Morre lentamente,  
Quem não arrisca  
o certo pelo incerto  
Quem não se permite,  
pelo menos uma vez na vida,  
Fugir dos conselhos sensatos...”*

*Martha Medeiros*

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.....	14
CAPÍTULO 2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Mata ciliar.....	18
2.2 Fitossociologia.....	21
2.3 Ecologia da paisagem.....	24
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA GERAL.....	27
3.1 Área de estudo.....	27
CAPÍTULO 4. FITOSSOCIOLOGIA DE REMANESCENTES DE MATA CILIAR DO RIO ZUTIUA, MARANHÃO, BRASIL.....	30
Resumo.....	30
1. Introdução.....	31
2. Material e métodos.....	32
3. Resultados e discussão.....	34
Referências bibliográficas.....	43
CAPÍTULO 5. ESTRUTURA DA PAISAGEM.....	49
5.1 Metodologia específica.....	49
5.1.1 Influência da pecuária sobre a vegetação ciliar.....	49
5.1.2 Análise de buffer.....	50
5.2 Resultados e discussão.....	51
CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1- Relação com os dados por parcela: NI: número de indivíduos; NS: número de espécies..... 35

Tabela 4.2- Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na mata ciliar do Rio Zutiua, MA, Brasil. N: Número de indivíduos; DR: Densidade relativa (%); DoR: Dominância relativa (%); FR: Frequência relativa (%); IVI: Índice de Valor de Importância; IVC: Índice do Valor de Cobertura..... 37

Tabela 5.1- Número de parcelas e suas distâncias para área de uso (pecuária) (DAU). 50



## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Mapa de localização da Sub-bacia do Rio Zutiua. Fonte: LABGEO, 2010.....	28
Figura 3.2 Rio Zutiua.....	29
Figura 4.1- Pontos de coleta na porção média do Rio Zutiua, Tufilândia, Brasil. Fonte: Landsat 5TM 543 (RGB).....	34
Figura 4.2 - Touceira de <i>Bactris brongniartii</i> Mart. na margem do rio Zutiua.....	38
Figura 4.3 - Palmeiras de <i>Orbignya phalerata</i> Mart.....	39
Figura 4.4 - <i>Symmeria paniculata</i> Benth.....	40
Figura 4.5- Frutos de <i>Crataeva tapia</i> L.....	41
Figura 5.1- Altura média da vegetação ciliar do Rio Zutiua nos 10 pontos coletados a diferentes distâncias da área de uso (m).....	51
Figura 5.2- Diâmetro médio da vegetação ciliar do Rio Zutiua nos 10 pontos coletados a diferentes distâncias da área de uso (m).....	52
Figura 5.3- Número de indivíduos arbóreos nos 10 pontos coletados a diferentes distâncias da área de uso (m).....	52
Figura 5.4 - Número de espécies nos 10 pontos coletados a diferentes distâncias da área de uso (m).....	53
Figura 5.5 - Plantação de arroz na margem do rio Zutiua.....	55
Figura 5.6 - Gado bovino pastando na margem do rio Zutiua.....	57
Figura 5.7 - Fazenda de criação de gado próximo ao rio Zutiua.....	57
Figura 5.8 - Margens do rio Zutiua.....	58
Figura 5.9 - Ausência de vegetação ciliar na margem do rio Zutiua.....	58
Figura 5.10 - Efeito do pisoteio do gado bovino na margem do rio Zutiua.....	59

Figura 5.11 - “Buffer” gerado para a Sub-bacia do Zutiua..... 62

Figura 5.12 – Mapa de Unidade de Conservação e áreas afins, com delimitação em vermelho da sub-bacia do rio Zutiua e em azul, a Terra Indígena Araribóia..... 64

## **LISTA DE SIGLAS, SIMBOLOS E ABREVIATURAS**

APP - Área de Preservação Permanente

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

GPS - *Global Positioning System*

*ha - hectare*

*IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos LABGEO  
– Laboratório de Geoprocessamento*

*SEMATUR - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo*

*SIG - Sistema de Informação Geográfica*

*T.I. - Araribóia Terra Indígena Araribóia*

## RESUMO

As matas ciliares são de extrema importância na conservação e manutenção dos serviços ecossistêmicos, sociais e econômicos, possuindo um papel fundamental na sustentabilidade de uma região. Baseado nisso, esta pesquisa teve como objetivo analisar a estrutura da vegetação ciliar do rio Zutiua em relação à influência de áreas de pecuária visando o planejamento sustentável da mata ciliar da região da sub-bacia do Zutiua, Maranhão. Foram alocadas 10 parcelas de 10x50m (500 m<sup>2</sup>) perpendicularmente ao curso do rio a diferentes distâncias da área de uso (pecuária). Foram incluídos na amostragem os indivíduos com diâmetro a 1,30 m de altura do solo (DAP)  $\geq$  5 cm e anotados a altura. Foram amostrados 538 indivíduos, 42 espécies, 34 famílias, obtendo-se uma densidade total de 978,18 indivíduos/ha. A altura e diâmetro médio foram respectivamente 5,11 m e 13,58 cm. O índice de diversidade de Shannon (H') para espécies foi de 2,452 e para as famílias foi 2,083 e o índice de equabilidade de Pielou (J') de 0,65. As famílias de maior riqueza foram Arecaceae, Myrtaceae, Leguminosae, Polygonaceae e Lecythidaceae. As espécies que obtiveram os maiores valores de IVI foram: *Symmeria paniculata* Benth., *Orbignya phalerata* Mart., *Bactris brongniartii* Mart., Sp. 2, *Inga cylindrica* Mart., *Pithecolobium* sp., *Crataeva tapia* L., Sp.12 e *Cecropia glaziovi* Snethlage. Os resultados mostram que os fragmentos são caracterizados pela presença de espécies secundárias e pelo grande número de indivíduos jovens. Na análise de regressão linear realizada para testar o efeito das diferentes distâncias da área de uso nos valores de altura, diâmetro, número de indivíduos e número de espécies, não obteve valor significativo, ou seja, os valores encontrados para esses parâmetros não tiveram relação com a distância da área de uso. Na análise de "buffer", o mapa gerado mostrou que a pecuária ainda não afetou a mata ciliar, fato que não foi observado "in loco", onde vastas áreas já não possuem vegetação ciliar no rio Zutiua, em decorrência da presença da pecuária. Toda a área estudada está sob constante pressão, independente de sua proximidade com os locais ocupados pela pecuária. Isso provavelmente deve-se ao uso contínuo dos recursos florestais pelos moradores da região, que utilizam algumas espécies e acabam fazendo, desse modo, uma forma de exploração seletiva de madeira, alterando a estrutura da vegetação. No entanto, é perceptível que o principal causador de perda de habitat e degradação da vegetação ciliar da região é a criação extensiva de gado bovino.

**Palavras-chave:** mata ciliar, fitossociologia, pecuária, estrutura da paisagem, rio Zutiua.

## ABSTRACT

Riparian forests are extremely important in the conservation and maintenance of ecosystem services, economic and social, having a key role in the sustainability of a region. Based on this, This study aimed to analyze the structure of riparian vegetation of the river Zutiua regarding the influence of livestock areas targeting the sustainable planning of riparian vegetation in the region of sub-basin Zutiua, Maranhão. We allocated 10 plots of 10x50m (500 m<sup>2</sup>) perpendicular to the river's course at different distances from the area of use (grazing). In the sampling, all individuals with a minimum of 5 cm diameter at 1.30 m at breast height were recorded and the total height of trees. Were sampled the 538 trees, 42 species, 34 families, resulting in a density of 978.18 plants / ha. The height and diameter were respectively 5.11 m and 13.58 cm. The Shannon diversity index ( $H'$ ) was 2.452 for species and families was 2.083 and the index of equability ( $J'$ ) of 0.65. The richest families were Arecaceae, Myrtaceae, Leguminosae, Polygonaceae and Lecythidaceae. The species that had the highest IVI values were *Symmeria paniculata* Benth., *Orbignya phalerata* Mart., *Bactris brongniartii* Mart., Sp 2, sp.4, *Pithecolobium* sp. *Crataeva tapia* L. Sp.12 and *Cecropia glaziovii* Snethlage. The results show that the remaining areas are characterized by the presence of secondary species and the large number of young individuals. In linear regression analysis performed to test the effect of different distances from the use area in the values of height, diameter, number of individuals and number of species, did not achieve significant value, in other words, the values found for these parameters were not associated with the distance from the area of use. In the buffer analysis, the generated map showed that the cattle have not affected the riparian forest, which was not observed "in situ", where vast areas have no riparian vegetation in the river Zutiua, due to the presence of livestock. This probably is due to the continued use of forest resources by local residents, who use and end up doing some species, thus a form of selective logging by changing the vegetation structure. However, it is apparent that the main cause of habitat loss and degradation of riparian vegetation in the region is the extensive breeding of cattle.

**Key words:** riparian vegetation, phytosociology, livestock, landscape structure, Zutiua River

## CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

As matas ciliares são formações vegetais que ocorrem ao longo dos cursos d'água, consideradas como extremamente importantes em termos ecológicos, devido a sua composição faunística, florística e de microorganismos, além de desempenharem papel importante na formação dos corredores de fluxo gênico, podendo interligar populações que foram separadas pelo processo de fragmentação (MACEDO, 1993; KAGEYAMA & GANDARA, 2000; OLIVEIRA-FILHO, 1994).

Além disso, as matas ciliares têm como funções principais: a proteção das margens dos rios contra a erosão, devido à resistência oferecida pelo emaranhado de raízes, proteção de mananciais, o tamponamento e filtragem de nutrientes e/ou agrotóxicos carregados pelas enxurradas, diminuindo impactos sobre a vida aquática, a navegação e a qualidade da água para consumo humano, geração de energia e irrigação, abastecimento do lençol freático, suavização e certa contenção do impacto da água da chuva e fornecimento de abrigo e/ou alimento para a fauna aquática e terrestre (MUELLER, 1998).

Levantamentos florísticos e fitossociológicos em fragmentos de florestas ciliares, realizados em diferentes regiões do Brasil, têm mostrado que essas áreas são muito diversas quanto à composição e estrutura fitossociológica como resultado da elevada heterogeneidade ambiental à qual estão associadas (SAMPAIO *et al.* 2000; SILVA JÚNIOR, 2001<sup>a</sup>; FELFILI *et al.* 2001). Assim, o levantamento fitossociológico tem sido importante para subsidiar práticas de manejo, recuperação e monitoramento de remanescentes florestais, total ou parcialmente degradados, especialmente de fragmentos de matas ciliares (BRAGA, 2006).

Entretanto, apesar da importância das matas ciliares e de sua proteção por legislação ambiental específica, Novo Código Florestal: Lei 4771/1965 (BRASIL, 1965), que a institui como Área de Preservação Permanente, a cobertura vegetal presente vem sendo crescentemente degradada, principalmente por atividades antrópicas. BRAGA (2006), estudando a mata ciliar do alto curso do rio Pericumã, estado do Maranhão, constatou diversas formas de uso da vegetação ciliar realizadas pelas populações nativas, entre as quais se destacam: a obtenção de material de construção, alimento humano, alimento animal, uso cultural (carvão, lenha, utensílios domésticos), uso medicinal e econômico, acarretando em um modelo de manejo

insustentável, favorecendo a perda de indivíduos e aumentando a pressão sobre a comunidade vegetal ciliar.

De acordo com MARTINS (2001), além do processo de urbanização, as matas ciliares sofrem com áreas diretamente afetadas por construção de hidrelétricas, abertura de estradas em regiões com topografia acidentada e implantação de culturas agrícolas e de pastagem. Essa generalizada destruição ou degradação das matas ciliares contribuem para intensificar a erosão dos solos, a destruição da vida silvestre, a mudança da paisagem à beira dos rios, e principalmente, o assoreamento e a degradação de rios, lagos e barragens (MUELLER, 1998; PAINE & RIBIC, 2002; CORBACHO *et al.* 2003).

Na região estudada, na sub-bacia do Zutiua, o principal fator de degradação das matas ciliares é o desmatamento causado pela pecuária bovina em sistema extensivo, desenvolvida também em regiões de babaçu e florestas ombrófilas (LABGEO, 2010). Segundo MARGULLIS (2003), os dados de uso do solo na Amazônia mostram a pecuária como a principal atividade na região causadora dos desmatamentos. O final do processo de ocupação, não importa quais sejam os agentes originais, é quase inevitavelmente a pecuária. Caso ela não fosse financeiramente viável, os processos de extração de madeira e de abertura de estradas não resultariam em conversão de florestas ou desmatamentos na escala em que ocorrem, porque os agentes iniciais sequer cobririam seus custos de ocupação, desmatamentos e preparo do solo.

Haja vista a problemática em questão, ações voltadas pra o manejo e uso sustentável das matas ciliares são indispensáveis. Como apontado por OPDAM *et al.* (2003), o planejamento ambiental é uma atividade interativa, multidisciplinar e implica decisões sobre o futuro porque as paisagens devem ser planejadas de forma a integrar conservação da biodiversidade e desenvolvimento sustentável, e uma é justamente nesse contexto, que a ecologia da paisagem tem sido uma ferramenta indispensável.

A ecologia de paisagem baseia-se na premissa de que os padrões dos elementos da paisagem influenciam significativamente os processos ecológicos, alterando riscos de extinção e as possibilidades de deslocamento das populações e é atualmente uma ciência extremamente importante para o desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento da paisagem (PEREIRA *et al.* 2001; METZGER, 1999). Ela possibilita que a paisagem seja avaliada sob diversos aspectos, permitindo o estudo de seus processos ecológicos em diferentes escalas temporais e espaciais (TURNER, 1987). O entendimento de como os remanescentes de habitats estão distribuídos e configurados espacialmente é essencial

para o desenvolvimento de uma efetiva rede de áreas destinadas à conservação (MACGARIGAL & MARKS, 1995). Devido às dificuldades de análise e planejamento da paisagem antes da ocupação, o manejo de áreas modificadas deve ser realizado de forma a manter as funções ecológicas básicas de um ecossistema (FORMAN & COLLINGE, 1997).

Para FERRAZ & VETTORAZZI (2003), o manejo de áreas florestais utilizando metodologias de ecologia da paisagem tem como proposta o gerenciamento integrado dos aspectos econômicos, sociais e ambientais da atividade produtiva, envolvendo tomada de decisões que podem ser auxiliadas por técnicas de geoprocessamento.

Sabendo-se da importância da conservação e recuperação das matas ciliares para a manutenção e melhoria da qualidade de vida do homem e dos ecossistemas em que vive e da carência de estudos na região da Bacia do Rio Pindaré, que considerem ações de manejo sustentável, esta pesquisa têm como objetivo geral:

- Analisar a estrutura da vegetação ciliar do rio Zutiua em relação à influência de áreas de pastagem e a configuração estrutural da paisagem, visando o planejamento, implantação de programas de conservação e recuperação da mata ciliar da região. Além de subsidiar o Projeto Pindaré 008/09, Programa Capes\_Wageningen.

E como objetivos específicos:

- Fazer análise fitossociológica da mata ciliar em remanescentes florestais no rio Zutiua.
- Observar como o uso da terra (pastagem) está afetando a estrutura da vegetação ciliar.
- Utilizar análise de “buffer” para mapear uma zona limite de expansão da pecuária em direção a mata ciliar, sem que cause danos ao ecossistema natural.
- Criar subsídios para a implementação de programas de conservação e recuperação da vegetação ciliar na Sub-Bacia Zutiua, Bacia do Pindaré, objetivando a manutenção dos processos ecológicos e das condições hídricas de forma mais sustentável.



- Obter dados para subsidiar o Projeto Pindaré 008/09, Programa Capes\_Wageningen

## CAPÍTULO 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 MATA CILIAR

A expressão florestas ciliares envolve todos os tipos de vegetação arbórea vinculada à beira de rios. É um conceito que se confunde com o amplo sentido de matas beiradeiras ou matas de beira-rio. Fitoecologicamente trata-se da vegetação florestal às margens de cursos d'água, independentemente de sua área ou região de ocorrência e de sua composição florística e podem apresentar algumas características peculiares, como tolerância a inundações periódicas e capacidade de adaptação em terrenos com alto grau de declividade. Consideradas extremamente importantes em termos ecológicos, estendem-se por dezenas de metros a partir das margens, apresentando marcantes variações na composição florística e na estrutura comunitária, esse tipo de vegetação depende das interações que se estabelecem entre o ecossistema aquático e o ambiente terrestre adjacente (AB'SÁBER, 2000; OLIVEIRA-FILHO, 1994; SALAMENE, 2011).

Ela é extremamente importante para a manutenção da qualidade ambiental dos rios, pois atuam como barreira física, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, funciona dessa maneira como filtro, retendo poluentes que seriam carreados para o rio, reduzindo significativamente a possibilidade de contaminação dos cursos d'água por sedimentos, resíduos de adubos e defensivos agrícolas, o que afeta diretamente a quantidade e a qualidade da água e, finalmente, a fauna aquática e os recursos pesqueiros (MARTINS, 2001).

Em termos de conservação da biodiversidade, as florestas situadas ao longo dos rios podem proporcionar corredores de fluxo gênico vegetal e animal (METZGER *et al.* 1997). Segundo GREGORY *et al.* (1991), as zonas ripárias são comumente reconhecidas como corredores para movimentação de animais, mas elas também exercem uma importância potencial na dispersão de plantas e em períodos de rápida mudança climática, há um aumento da dispersão devido ao microclima mais favorável existente ao longo dos vales.

Os seus valores do ponto de vista do interesse de diferentes setores de uso da terra são bastante conflitantes: para a pecuária representam obstáculo ao livre acesso do gado à água; para a produção florestal, representam sítios bastante produtivos, onde crescem árvores de alto valor comercial; em regiões de topografia acidentada, proporcionam as únicas alternativas para o traçado de estradas; para o abastecimento de

água ou para a geração de energia, representam excelentes locais de armazenamento de água visando garantia de suprimento contínuo (BREN, 1993).

A intervenção humana em área de mata ciliar, além de ser proibida pela legislação federal, causa uma série de danos ambientais. Em 1965, o Código Florestal Brasileiro definiu as matas ciliares como florestas de preservação permanente, porém a inadequação e incoerência das políticas públicas brasileiras, associada ao descaso do poder público para as questões ambientais, com a quase a inexistência de fiscalização, tem resultado na eliminação e conseqüente fragmentação dessas florestas ciliares ao longo do tempo, principalmente em função das atividades agropecuárias, já que estas áreas contêm os solos mais férteis de uma bacia, estando mais propensas a serem derrubadas para fins agrícolas, do aumento da demanda do carvão vegetal, da expansão imobiliária e da construção de barragens para usinas hidrelétricas. Esse processo tem comprometido sua principal característica de eficiente detentora da biodiversidade (FERREIRA & DIAS, 2004; VAN DEN BERG & OLIVEIRA-FILHO, 2000; RODRIGUES & NAVE, 2000).

A fragmentação das florestas e a drástica eliminação das matas ciliares verificadas no Brasil nas últimas décadas têm causado um aumento significativo dos processos de erosão dos solos, contribuindo para o assoreamento, o aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias, a perda da perenidade, a erosão das margens de grande número de cursos d'água, além do prejuízo à hidrologia regional, evidente redução da biodiversidade e a degradação de imensas áreas submetidas a estas ações antrópicas (BARBOSA, 2000).

A conservação, recuperação das matas ciliares e o manejo sustentável de bacias hidrográficas afetam diretamente a qualidade e a quantidade de água, a manutenção do microclima da região e a preservação da fauna silvestre e aquática, entre outros (FERREIRA & DIAS, 2004). Sabe-se que a recuperação da vegetação ciliar contribui com o aumento da capacidade de armazenamento da água na microbacia ao longo da zona ripária, o que contribui para o aumento da vazão na estação seca do ano (ELMORE & BESCHTA, 1987). Entretanto, em vista da grave condição de preservação das matas ciliares, com o conseqüente comprometimento da qualidade ambiental das bacias hidrográficas, é urgente o desenvolvimento de modelos que visem não só a recuperação da vegetação ciliar, mas que considerem a reabilitação de suas características estruturais e funcionais, relacionadas à estabilidade do solo e margens dos cursos d'água, retenção de poluentes e sedimentos, habitat para ocupação de

espécies animais, além do fornecimento de alimento e abrigo para a fauna aquática, através da serapilheira despejada pelas árvores ao solo ou carregada diretamente para o curso d'água (NUNES & PINTO, 2007).

Baseado no conhecimento já acumulado dessas formações é possível afirmar que em regiões com formações naturais muito fragmentadas, qualquer proposta de recuperação ciliar, que tenha como objetivo não só o reflorestamento da área, mas também o restabelecimento das relações ecológicas, da diversidade, etc., têm suas possibilidades de sucesso ampliadas, se a diversidade das formações ciliares remanescentes daquela região for considerada na escolha das espécies. Essa consideração se deve a baixa similaridade florística constatada entre os remanescentes florestais ciliares, como resultado da heterogeneidade ambiental característica dessa condição (RODRIGUES & NAVE, 2000).

## 2.2 FITOSSOCIOLOGIA

A fitossociologia como ciência, é o ramo da Ecologia Vegetal que se refere ao estudo das comunidades vegetais, do ponto de vista florístico, ecológico e histórico, conforme proposto por BRAUN-BLANQUET (1979). Para MARTINS (1989), a fitossociologia é o estudo quantitativo das inter-relações das espécies vegetais no espaço e no tempo, envolvendo a análise da composição, estrutura, funcionamento, dinâmica, história, distribuição e relações ambientais da comunidade vegetal. A Fitossociologia Florestal é uma área de conhecimentos com inúmeras interfaces na Engenharia Florestal, especialmente com as áreas de manejo, silvicultura e recuperação de áreas, esta ciência proporcionou uma nova fase nos estudos de vegetação de forma mais detalhada (SCHORN, 2001; AGUIAR, 2003).

As comunidades vegetais em geral apresentam um alto nível de complexidade de relações entre espécies e indivíduos, tornando-se necessária a estruturação de técnicas que pudessem auxiliar ecologistas e manejadores de ambientes a compreender estas relações. Diferentes sistemas de classificação da vegetação têm sido desenvolvidos para grande variedade de escalas e propósitos (MUELLER- DOMBOIS & ELLENBERG, 1974). Mesmo considerando as diferentes abordagens, as descrições da composição, estrutura e funcionamento formam o corpo principal do conhecimento da vegetação, o componente dominante e mais acessível das comunidades ecológicas terrestres (SHIMWELL, 1971; KENT & COKER, 1992).

Uma das tecnologias aplicadas para tal finalidade é a análise fitossociológica, que é um conjunto de técnicas consideradas tecnologia básica para o conhecimento ecológico das comunidades vegetais (DANIEL, 2005).

De acordo com MARTINS (1989), o início da fitossociologia no Brasil ocorreu a partir da década de 30 do século passado, estando ligada ao renomado Instituto Oswaldo Cruz, com o objetivo de buscar informações fundamentadas das epidemias de febre amarela e malária. Mas os primeiros trabalhos só começaram a ser desenvolvidos na década de 40 por VELOSO (1945) e DAVIS (1945), realizados na serra dos Órgãos, no estado do Rio de Janeiro, abrangendo principalmente as formações da Floresta Ombrófila Densa (MARTINS, 1989; SCHORN, 2001).

Mas somente na década de 80, a fitossociologia se firmou como uma área de pesquisa das mais relevantes em ecologia, com massa crítica de trabalhos que

permitiram bons diagnósticos de parte da estrutura de diversos biomas brasileiros, principalmente o cerrado e as florestas ciliar, estacional semidecidual e pluvial tropical. Em relação às publicações internacionais, a fitossociologia teve seu auge na década de 60, sendo desenvolvida aqui, portanto, com 20 anos de atraso (MANTOVANI, 2012).

Os índices utilizados nos estudos de estrutura fitossociológica são descritos por vários autores, dentre eles, LAMPRECHT (1964), ORIGGI (1970) e SCOLFORO (1993). Na caracterização da vegetação arbórea de uma determinada área, pode-se realizar uma avaliação da estrutura horizontal e vertical da floresta, com a finalidade de verificar seu crescimento (HACK *et al.* 2000). A estrutura horizontal de uma comunidade vegetal pode ser descrita através da estimativa de índices como a Densidade (expressa o número de indivíduos por unidade de área), Dominância (representa o espaço ocupado pela espécie na comunidade) e Frequência (porcentagem de unidades amostrais em que determinada espécie está presente) das espécies individualmente (valores absolutos) e em relação umas às outras (valores relativos) (DANIEL, 2005; DURIGAN, 2004).

A estrutura vertical da floresta é composta por estudos da regeneração natural e da posição sociológica das espécies com relação à estratificação (FINOL, 1971). Os índices do plano vertical dão uma idéia da distribuição dos indivíduos na estrutura da comunidade, quanto à regularidade e gradiente de ocorrência. Pode ainda fornecer indícios sobre o estágio sucessional em que se encontra uma dada espécie (CALEGARIO, 1993).

Existem vários métodos de amostragem na fitossociologia, sendo que os mais utilizados são: as parcelas e pontos quadrantes. A escolha do método a adotar depende essencialmente das questões que se pretende responder sobre a vegetação (DURIGAN, 2004). Há diversas obras trazendo detalhadas explanações sobre métodos fitossociológicos, destacando-se MÜLLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974) e PIELOU (1975).

O método de ponto quadrante é o mais adotado no Brasil, dada a facilidade e rapidez de sua execução, no entanto, o melhor método considerado pelos pesquisadores é o de parcelas, que apesar de ser um método demorado de amostragem, fornece dados precisos de densidade e dominância. As parcelas devem ser demarcadas com o uso de bússola, GPS e trena, para que tenham a forma e as dimensões corretas (DURIGAN, 2004).

O método de ponto quadrante pode acarretar um erro grande na estimativa de densidade e, conseqüentemente, na dominância da vegetação, conforme o nível de agregação dos indivíduos da comunidade. Ou seja, se os parâmetros absolutos são essenciais, há que se ter precaução na utilização desse método, uma vez que é impossível dimensionar o erro e corrigi-lo (DURIGAN, 2004).

Os levantamentos da composição florística e da estrutura comunitária da vegetação são de grande importância, pois, além de gerarem informações sobre a distribuição geográfica e abundância das espécies, fornecem bases consistentes para a criação de unidades de conservação (GOMES *et al.* 2004). Além disso, estudos que conjuguem levantamentos de vegetação com interpretação ambiental podem auxiliar muito no entendimento dos mecanismos e processos ecológicos atuantes em sistemas naturais, contribuindo para o planejamento do uso da terra e para uma política de conservação e sustentabilidade ambiental (OLIVEIRA & MARTINS, 1986).

## 2.3 ECOLOGIA DA PAISAGEM

Um dos principais problemas em ecologia e biologia da conservação é a drástica mudança de paisagens devido às pressões antrópicas, implicando na perda e fragmentação do habitat selvagem, que reduz e isola as áreas propícias à sobrevivência dos organismos, ocasionando a ruptura dos fluxos gênicos entre as populações e consequentemente na extinção de muitas espécies (BENTON *et al.*, 2003; MEZTGER, 1999).

Os ecólogos têm perguntado sobre as abordagens mais adequadas e eficazes para o estudo de populações em paisagens fragmentadas (TILMAN & KAREIVA, 1997). A paisagem é estruturalmente um mosaico heterogêneo composto por um complexo de unidades interativas com múltiplos recursos (em geral, ecossistemas, unidades de vegetação ou de uso e ocupação das terras) cuja estrutura pode ser definida pela área, forma e disposição espacial, em alguma escala espacial ou temporal. Do ponto de vista de um indivíduo, é um mosaico de alimentos, predação e competições. É também um mosaico de uso da terra, da propriedade da terra, manejo e jurisdição (FORMAN, 2002; METZGER, 1999).

O tratamento da paisagem como um mosaico, com a atenção dada às características dominantes de seu contexto e como elas interagem determinando o destino das populações foi fortemente defendido por ecologistas da paisagem (FORMAN, 2002). Esse mosaico heterogêneo é essencialmente visto na “abordagem geográfica” pelos olhos do homem, de seus anseios, necessidades e planos de ocupação territorial, através do conhecimento dos limites e das potencialidades de uso econômico de cada unidade da paisagem, e a “abordagem ecológica”, dá maior ênfase às paisagens naturais, à aplicação de conceitos da ecologia de paisagens para a conservação da diversidade biológica e ao manejo de recursos naturais, ao olhar das espécies ou comunidades, de suas características biológicas, de suas necessidades em termos de área de vida, alimentação, abrigo e reprodução (METZGER, 2001).

No contexto geral, a ecologia de paisagem é definida por FORMAN & GODRON (1986), como o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos. Ela desenvolveu-se a partir da necessidade de se compreender como a estrutura da paisagem afeta a abundância e distribuição dos organismos, possibilitando que a paisagem seja avaliada sob diversos aspectos,



permitindo o estudo de seus processos ecológicos em diferentes escalas temporais e espaciais (TURNER, 1987).

A configuração estrutural da paisagem interfere na dinâmica de populações, alterando os riscos de extinção e as possibilidades de distribuição e deslocamento das populações pela paisagem (METZGER, 1999). Tem sido usada como indicador (em inglês "surrogate") de biodiversidade em diferentes etapas do planejamento voltado à conservação, especialmente na seleção de áreas prioritárias para restauração e conservação (RIBEIRO, 2010).

O foco principal da ecologia da paisagem é o conceito de conectividade, ou seja, o grau em que a estrutura da paisagem facilita os movimentos de organismos entre as manchas de habitat (TAYLOR *et al.* 1993). A conectividade estrutural, (BAUDRY & MERRIAM, 1988), é o grau de ligação física entre manchas de habitat medidos na paisagem (principalmente através de corredores e a permeabilidade da matriz) independentemente das exigências de organismos particulares. Conectividade funcional refere-se a um comportamento específico da espécie em resposta à estrutura da paisagem (TISCHENDORF & FAHRIG, 2000).

A gestão de paisagens para a conservação biológica e o uso ecologicamente sustentável dos recursos naturais são questões globais cruciais (LINDENMAYER *et al.*, 2008). A redução de áreas de florestas, quando orientada por um estudo de paisagem, pode diminuir significativamente os efeitos danosos sobre o ambiente, através do entendimento dos processos ecológicos essenciais para um bom planejamento (CEMIN *et al.* 2009).

O processo da análise espacial compreende um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno. Os procedimentos iniciais da análise incluem o conjunto de métodos genéricos de análise exploratória e a visualização dos dados, em geral através de mapas. Essas técnicas permitem descrever a distribuição das variáveis de estudo, identificar observações atípicas não só em relação ao tipo de distribuição, mas também em relação aos vizinhos e buscar a existência de padrões na distribuição espacial (CÂMARA *et al.* 2002).

Trabalhos que envolvem o planejamento ou o gerenciamento ambiental requerem um bom diagnóstico da área de interesse, o qual deve abranger a caracterização fisiográfica, biológica e humana do local ou região, bem como as inter-relações entre esses fatores, possibilitando a compreensão de sua dinâmica. É grande a

quantidade de informações necessárias para se chegar a tal diagnóstico, bem como é difícil sua manipulação se não se dispuser de um sistema organizado e, preferencialmente, informatizado, que auxilie nessa tarefa. Os SIG atuais podem ser considerados como um tipo de Sistema de Informação, que envolve de forma sistêmica e interativa Banco de Dados, Tecnologia e Pessoal, sendo capaz de realizar análises espaciais, armazenar, manipular, visualizar e operar dados georeferenciados para a obtenção de novas informações (DANTAS *et al.* 1996).

A análise espacial num SIG pressupõe o conhecimento das relações espaciais entre as entidades geográficas fundamentais. OLIVEIRA (1997) apresenta uma relação das diversas áreas de aplicação de SIG, sendo que umas das principais em termos de conservação ambiental, é o relacionado ao uso da terra, que envolve o planejamento agropecuário, estocagem e escoamento da produção agrícola, classificação de solos, gerenciamento de bacias hidrográficas, planejamento de barragens, cadastramento de propriedades rurais, levantamento topográfico e o mapeamento do uso da terra. Conforme se pode observar, a capacidade de armazenamento e de associação da informação ao espaço geográfico através de um SIG torna a análise espacial uma ferramenta de grande auxílio aos planejadores e tomadores de decisão. Sendo na atualidade, uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento, manejo e conservação da paisagem.

## **CAPÍTULO 3. METODOLOGIA GERAL**

### **3.1 ÁREA DE ESTUDO**

A sub-bacia do Zutiua localiza-se na região do centro-oeste maranhense, na Bacia do Pindaré, ocupa uma área de 9.825 km<sup>2</sup> (Figura 3.1). O rio Zutiua (Figura 3.2) é afluente pela margem esquerda e sua sub-bacia é constituída por treze municípios: Altamira do Maranhão, Alto Alegre do Pindaré, Amarante do Maranhão, Arame, Brejo de Areia, Buriticupu, Grajaú, Marajá do Sena, Paulo Ramos, Pindaré-Mirim, Santa Inês, Santa Luzia e Tufilândia (BRITO, 2011). O município de Santa Luzia possui a maior contribuição territorial (60,14%), seguido dos municípios de Amarante do Maranhão (15,51%) e Arame (14,51%) da área total da sub-bacia (LABGEO, 2010).

De acordo com o mapeamento de uso e cobertura realizado por LABGEO (2010), a região é predominantemente coberta por três classes: floresta ombrófila (30% da área), vegetação secundária com palmeiras (29,1%) e atividade pecuária bovina (28,7%), sendo que as atividades antrópicas estão em pleno crescimento nos últimos anos (IMESC, 2009). A soma das áreas de vegetação secundária e atividade pecuária bovina representam 57,8% da área total da sub-bacia (BRITO, 2011).

# MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ZUTIUA



Figura 3.1 - Mapa de localização da Sub-bacia do Rio Zutiua. Fonte: LABGEO, 2010.



Figura 3.2 - Rio Zutiua.

## **CAPÍTULO 4. Fitossociologia de remanescentes de mata ciliar do Rio Zutiua, Maranhão, Brasil.**

Caruline Silva Lago<sup>2 3</sup>, Larissa Nascimento Barreto<sup>2</sup>.

### **RESUMO**

O presente estudo teve como objetivo fazer a análise da estrutura da vegetação de remanescentes de mata ciliar do rio Zutiua, MA, Brasil. Foram alocadas 10 parcelas de 10x50m (500 m<sup>2</sup>) perpendicularmente ao curso do rio. Foram incluídos na amostragem os indivíduos com diâmetro a 1,30 m de altura do solo (DAP)  $\geq$  5 cm e anotados a altura. Foram amostrados 538 indivíduos, 42 espécies, 34 famílias, obtendo-se uma densidade total de 978,18 indivíduos/ha. A altura e diâmetro médio foram respectivamente 5,11 m e 13,58 cm. O índice de diversidade de Shannon (H') para espécies foi de 2,452 e para as famílias foi 2,083 e o índice de equabilidade de Pielou (J') de 0,65. As famílias de maior riqueza foram Arecaceae, Myrtaceae, Leguminosae, Polygonaceae e Lecythidaceae. As espécies que obtiveram os maiores valores de IVI foram: *Symmeria paniculata* Benth., *Orbignya phalerata* Mart., *Bactris brongniartii* Mart., Sp. 2, *Inga cylindrica* Mart., *Pithecolobium* sp., *Crataeva tapia* L., Sp.12 e *Cecropia glaziovi* Snethlage. No IVC, *S. paniculata* Benth., *O. phalerata* Mart., *B. brongniartii* Mart., Sp. 2 e Sp.12 foram as principais. Os resultados mostram que os fragmentos são caracterizados pela presença de espécies secundárias e pelo grande número de indivíduos jovens.

**Palavras-chave:** comunidade arbórea, fitossociologia, mata ciliar, rio Zutiua.

### **ABSTRACT**

The present study aimed to examine the structure of the vegetation of the riparian patches of Zutiua River, MA, Brasil. We allocated 10 plots of 10x50m (500 m<sup>2</sup>) perpendicular to the river's course. In the sampling, all individuals with a minimum of 5 cm diameter at 1.30 m at breast height were recorded and the total height of trees. Were sampled the 538 trees, 42 species, 34 families, resulting in a density of 978.18 plants / ha. The height and diameter were respectively 5.11 m and 13.58 cm. The Shannon diversity index (H') was 2.452 for species and families was 2.083 and the index of equability (J') of 0.65. The richest families were Arecaceae, Myrtaceae, Leguminosae, Polygonaceae and Lecythidaceae. The species that had the highest IVI values were *Symmeria paniculata* Benth., *Orbignya phalerata* Mart., *Bactris brongniartii* Mart., Sp 2, sp.4, *Pithecolobium* sp. *Crataeva tapia* L. Sp.12 and *Cecropia glaziovi* Snethlage. In IVC the main species were, *S. paniculata* Benth., *O. phalerata* Mart., *B. brongniartii* Mart., Sp 2 and Sp.12. The results show that the remaining areas are characterized by the presence of secondary species and the large number of young individuals.

**Key words:** community of trees, phytossociology, riparian vegetation, Zutiua River.

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor

<sup>2</sup> Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas, São Luís, Maranhão, Brasil.

<sup>3</sup> Autor para correspondência: [carulinelago@yahoo.com.br](mailto:carulinelago@yahoo.com.br)

## 1. Introdução

A fragmentação florestal e o desmatamento das matas ciliares são fenômenos extremamente marcantes e graves, oriundos principalmente do processo de expansão da fronteira agro-industrial no Brasil. Os fragmentos florestais, resultantes de vegetações desgastadas por vários anos de degradação progressiva, constituem hoje um dos maiores desafios para a conservação (Viana *et al.* 1992).

A vegetação que normalmente ocupa a zona ripária constitui uma APP (Área de Preservação Permanente) sendo protegida pela Lei 4771/1965 do Código Florestal Brasileiro (Brasil 1965), no entanto, ela continua a ser devastada, sendo alvo de todo tipo de degradação. As matas ciliares apresentam em geral, uma alta variação em termos de estrutura, composição e distribuição espacial. Esta variação deve ocorrer tanto ao longo do curso d'água, refletindo variações de micro-sítios resultantes da dinâmica dos processos fluviomórficos, que resultam em trechos característicos de deposição de sedimentos, assim como trechos característicos de erosão fluvial. Lateralmente, as condições de saturação do solo diminuem à medida que se distancia do canal, o que deve, também, influenciar a composição das espécies (Lima & Zakia 2000). Além disso, possui algumas características peculiares, como tolerância a inundações periódicas e capacidade de adaptação em terrenos com alto grau de declividade (Salamene *et al.* 2011).

Elas são de vital importância para a manutenção da qualidade dos mananciais, controlando a chegada de nutrientes, sedimentos e a erosão das ribanceiras, atuam na interceptação e absorção da radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica da água, determinando, assim, as características físicas, químicas e biológicas dos cursos d'água (Delitti 1989). Essas florestas também possibilitam a movimentação de animais, atuando como corredores de fluxo gênico entre as manchas de habitat, além de oferecerem refúgio, alimento e água para as espécies não florestais (Redford & Fonseca 1986).

Em contrapartida, sua destruição acarreta graves consequências, contribuindo para intensificar a erosão dos solos, a destruição da vida silvestre e principalmente, o assoreamento e a degradação de rios, lagos e barragens (Mueller 1998). Isso traz, além dos danos ambientais e ecológicos, prejuízos econômicos para o país, uma vez que os recursos hídricos são utilizados no abastecimento de água e na geração de energia elétrica (Salvador 1986).

As ações de manejo e restauração das florestas ciliares ainda não são passíveis de generalizações, devendo ser definidas respeitando as particularidades de cada caso, sob o risco de comprometimento da biodiversidade e do sucesso da proposta, sendo fundamental o conhecimento estrutural e florístico da área em questão (Rodrigues & Gandolfi 1996; 1998, Silva Júnior *et al.* 1998).

A Sub-bacia do Rio Zutiua, que pertence à Bacia do rio Pindaré no estado do Maranhão, contém uma valiosa diversidade biológica, tendo em vista que a região é de transição entre os biomas da Amazônia e Cerrado, sendo uma área de pronunciada importância ecológica. Atualmente está sofrendo com o avanço do desmatamento, principalmente da floresta amazônica oriental para os mais diversos fins, seja para o comércio da madeira, como para a pecuária e a implantação de usinas siderúrgicas na região, dentre outras indústrias. Como consequência, a área está sujeita a sérios processos de erosão das margens do Rio Pindaré e seus tributários (Barreto 2008).

Apesar de toda sua relevância pesquisas nessa região ainda são raras ou ausentes. Salvo no baixo Pindaré, onde está localizada a Baixada Maranhense. Este estudo foi realizado baseado nessa atual situação e na fundamental importância ecológica e social da conservação da mata ciliar para a sustentabilidade local e regional, tendo como principal objetivo a análise da estrutura da vegetação ciliar do rio Zutiua, contribuindo dessa forma para o conhecimento florístico da região e auxiliando no processo de desenvolvimento de modelos para a recuperação dessas formações vegetais. Além disso, este trabalho servirá de base para o planejamento territorial e delineamento de estratégias de recuperação e conservação na região, inserido no objetivo geral do Projeto Pindaré, Programa Capes\_Wageningen.

## **2. Material e métodos**

Área de estudo - O presente estudo foi realizado em remanescentes de mata ciliar inundável (igapó) e de terra firme do Rio Zutiua, localizados no município de Tufilândia, Maranhão, Brasil. O rio Zutiua pertence à sub-bacia do Zutiua, é o principal afluente do rio Pindaré, com 271 km de extensão. O rio Pindaré nasce na serra do Gurupi, tem cerca de 720 km e desemboca no rio Mearim, antes da baía de São Marcos. Possui uma área de 34.030 km<sup>2</sup> (Sematur 1991). A BRP contém 20.2% das indústrias do estado e a Estrada de Ferro Carajás atravessa todo o vale do Pindaré. É navegável desde



a nascente do Rio Mearim até a nascente do Rio Buriticupu (Barreto 2008). A vegetação da região pertence ao bioma Amazônico.

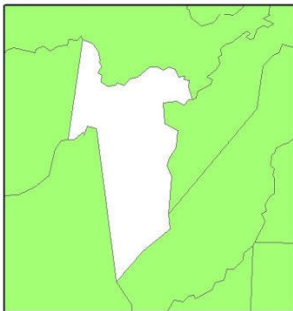
Amostragem - Foram delimitados 10 pontos e em cada ponto foi alocada uma parcela, totalizando 10 parcelas de 10x50m (500 m<sup>2</sup>) para amostrar os indivíduos arbóreos (Figura 4.1). As parcelas foram dispostas perpendicularmente ao curso do rio, com o propósito de amostrar desde espécies que estão nas áreas mais baixas e sujeitas a inundações sazonais até as áreas mais altas e não afetadas pela inundação, observando assim mudanças fisionômicas da vegetação. Foram incluídos na amostragem todos os indivíduos com diâmetro do tronco a 1,30m do solo (DAP) igual ou superior a 5 cm. De cada indivíduo foram anotados o DAP e a altura total e coletadas amostras de material botânico. Este foi prensado em jornal e seco em estufa para posterior identificação.

Os parâmetros fitossociológicos analisados no trabalho foram: riqueza florística, densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR), frequência relativa (FR) , IVI (índice de valor de importância), IVC (índice de valor de cobertura), diâmetro médio e altura média, utilizando o programa FITOPAC (Shepherd 1995). Foi usado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J') (Magurran 1988).

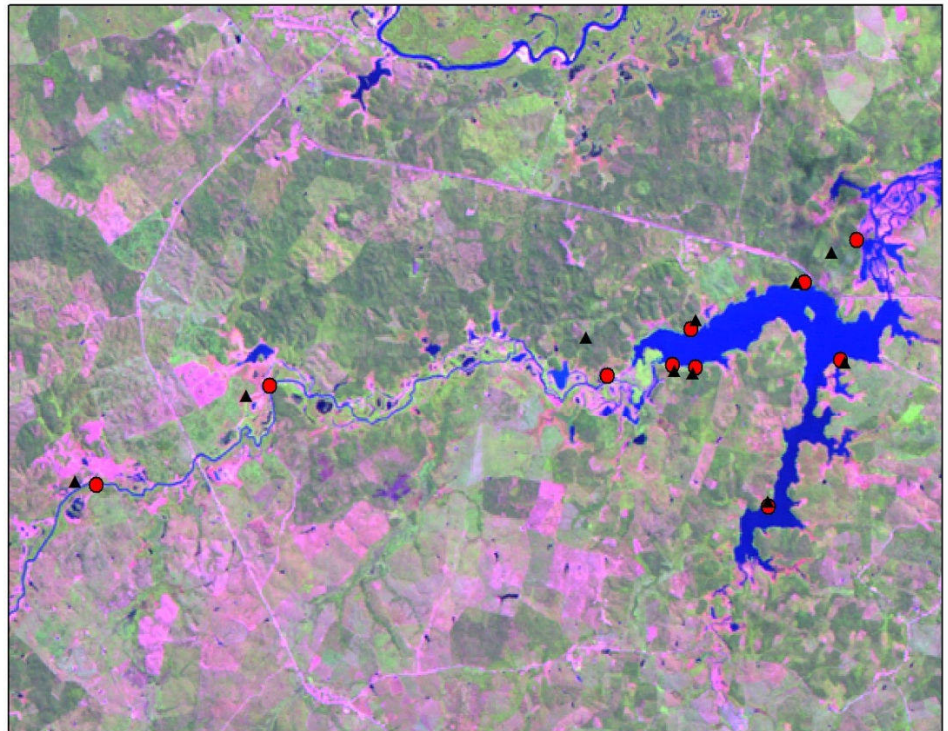
Estado do Maranhão



Município de Tufilândia



Porção média do Rio Zutiua, Mun. em Tufilândia



Legenda\_C

- Ponto de coleta
- ▲ Área de uso

Landsat 5TM 543 (RGB)  
Órbita/ponto; 221/063  
Projeção: UTM  
Datum: WGS84



Layout: Ricardo Tannús

00,38,7 1,4 2,1 2,8 Km

Figura 4.1- Pontos de coleta na porção média do Rio Zutiua, Tufilândia, Brasil. Fonte: Landsat 5TM 543 (RGB).

### 3. Resultados e discussão

Nos remanescentes de mata ciliar foram amostrados ao todo 538 indivíduos arbóreos, 42 espécies, pertencentes a 31 famílias, obtendo-se uma densidade total de 978,18 indivíduos/ha. Os dados de riqueza e número de indivíduos por parcela e as distâncias destas para área de uso estão descritas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1- Relação com os dados por parcela: NI: número de indivíduos; NS: número de espécies.

Parcela	NI	NS
1	54	6
2	50	8
3	62	9
4	48	11
5	25	11
6	59	21
7	78	8
8	65	9
9	44	5
10	53	6

A altura e diâmetro médio foram respectivamente 5,11 m e 13,58 cm. Segundo Nunes *et al.* (2003), regiões que sofreram severas perturbações no passado possuem maiores densidades de árvores finas e baixas, caracterizando estágio de regeneração inicial.

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) para espécies foi de 2,452 e para as famílias foi 2,083 e o índice de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) de 0,65. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Souza (2010), que estudando diferentes unidades de paisagem, entre elas, mata de igapó e terra firme (mata ciliar não-inundável), obteve os seguintes valores para o índice de Shannon e equabilidade de Pielou, 3,28 e 0,67, respectivamente. É provável, que esse valor de diversidade um pouco superior ao encontrado neste trabalho, seja resultante da amostragem em diferentes unidades da paisagem. No presente estudo, as coletas foram realizadas apenas nas áreas de mata de igapó e mata ciliar não-inundável (mata ciliar). Já os valores de equabilidade encontrados nos dois trabalhos foram bem semelhantes.

As famílias de maior riqueza foram Leguminosae, com 5 espécies, Arecaceae e Myrtaceae e Lecythidaceae com 3 espécies cada, Polygonaceae com 2 espécies. As demais famílias estão representadas por apenas uma espécie. Já as famílias com maior número de indivíduos foram Arecaceae (representada pelas espécies: *Orbignya phalerata* Mart., *Bactris brongniartii* Mart. e *Astrocaryum vulgare* Mart.), com 188 indivíduos e Polygonaceae (com as espécies: *Symmeria paniculata* Benth. e *Coccoloba ovata* Benth.) com 151 indivíduos.

Este resultado é semelhante ao encontrado por Gama *et al.* (2002), onde as famílias Leguminosae e Arecaceae, foram as mais representativas em relação a riqueza de espécies em uma floresta secundária no estuário amazônico, no estado do Pará. Leitão-Filho (1982) descreve que a família Leguminosae é uma das mais importantes e representativas na composição das matas ciliares, possuindo elevada dominância.

A família Polygonaceae foi representada principalmente pela espécie *Symmeria paniculata* Benth., que é uma espécie típica de ambientes inundados. Segundo Maia (1997), um aspecto importante nos ambientes de vegetação inundável é a presença de indivíduos adaptados à submersão parcial ou total durante um período prolongado.

A família Arecaceae apresentou densidade absoluta de 341,8 indivíduos/ha e densidade relativa de 34,94%. Seguida da família Polygonaceae com 274,5 indivíduos/ha e 28,07%, respectivamente. A família Polygonaceae foi a mais frequente, com 10,59%.

Com 38,48%, a família Arecaceae é a mais dominante, depois a Polygonaceae em segundo com 17,98%. Cattanio *et al.* (2002) estudaram a composição florística de uma floresta de várzea perto do porto amazônico de Belém, Brasil, e a família Arecaceae obteve o maior valor de dominância relativa. Especificamente, diversidade reduzida e alta representação de palmeiras em locais que sofrem com inundações sazonais, podem refletir a falta de oxigênio nos solos encharcados de tais locais, o que limita o estabelecimento e sobrevivência de mudas de muitas espécies de plantas (Esaú 1967, Lunt *et al.* 1973, Crawford 1989).

A família Arecaceae obteve o maior valor de IVI (81,66), devido os valores relativos de densidade, dominância e frequência obtidos pelas espécies que compõem essa família (*Bactris brongniartii* Mart., *Orbignya phalerata* Mart. e *Astrocaryum vulgare* Mart.). A família Polygonaceae ficou em segundo, com 56,64. O IVC também obteve como as famílias principais a Arecaceae (73,43) e Polygonaceae (46,05).

As principais espécies em número de indivíduos foram: *Bactris brongniartii* Mart., com 145 e *Symmeria paniculata* Benth. com 134 indivíduos (Tabela 2). *Bactris brongniartii* Mart. é uma espécie que ocupa áreas inundáveis de igapó, áreas não inundáveis e também os ambientes de transição entre esses dois, distribui-se de maneira agregada, formando touceiras (Figura 4.2) (Souza 2010).

Tabela 4.2- Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na mata ciliar do Rio Zutiua, MA, Brasil. N: Número de indivíduos; DR: Densidade relativa (%); DoR: Dominância relativa (%); FR: Frequência relativa (%); IVI: Índice de Valor de Importância; IVC: Índice do Valor de Cobertura.

<b>Espécies</b>	<b>N</b>	<b>DR</b>	<b>DoR</b>	<b>FR</b>	<b>IVI</b>	<b>IVC</b>
<i>Symmeria paniculata</i> Benth.	134	24.91	16.59	9.57	51.07	41.50
<i>Orbignya phalerata</i> Mart.	28	5.20	31.98	4.26	41.44	37.18
<i>Bactris brongniartii</i> Mart.	145	26.95	4.37	5.32	36.64	31.32
sp.2	53	9.85	9.38	8.51	27.74	19.23
<i>Inga cylindrica</i> Mart.	24	4.46	4.87	6.38	15.71	9.33
<i>Pithecolobium</i> sp.	11	2.04	6.62	5.32	13.98	8.66
<i>Crataeva tapia</i> L.	19	3.53	3.81	6.38	13.72	7.34
sp.12	9	1.67	8.54	2.13	12.34	10.21
<i>Cecropia glaziovi</i> Snethlage	14	2.60	3.20	4.26	10.06	5.80
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	15	2.79	2.14	2.13	7.05	4.92
<i>Coccoloba ovata</i> Benth.	17	3.16	1.39	2.13	6.68	4.55
<i>Gustavia augusta</i> L.	8	1.49	0.27	3.19	4.95	1.76
<i>Spondias mombin</i> L.	11	2.04	0.57	2.13	4.74	2.61
sp.34	4	0.74	0.19	3.19	4.12	0.93
sp.24	3	0.56	2.23	1.06	3.85	2.79
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	4	0.74	0.15	2.13	3.02	0.90
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC) Mori	3	0.56	0.21	2.13	2.90	0.77
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	3	0.56	0.17	2.13	2.86	0.73
sp.32	2	0.37	0.30	2.13	2.80	0.68
sp.28	4	0.74	0.99	1.06	2.80	1.73
sp.18	2	0.37	0.15	2.13	2.65	0.52
sp.38	2	0.37	0.35	1.06	1.79	0.72
sp.31	2	0.37	0.17	1.06	1.61	0.55
sp.41	2	0.37	0.15	1.06	1.59	0.53
sp.36	1	0.19	0.26	1.06	1.51	0.44
sp.35	1	0.19	0.25	1.06	1.50	0.43
sp.22	2	0.37	0.05	1.06	1.49	0.42
<i>Macrolobium acaciaefolium</i> Bent	1	0.19	0.17	1.06	1.42	0.35
<i>Bocageopsis multiflora</i> Mart.	1	0.19	0.08	1.06	1.33	0.27
sp.30	1	0.19	0.07	1.06	1.32	0.26
sp.29	1	0.19	0.05	1.06	1.30	0.24
sp.26	1	0.19	0.04	1.06	1.29	0.23
sp.40	1	0.19	0.04	1.06	1.29	0.23
sp.11	1	0.19	0.03	1.06	1.28	0.21
sp.21	1	0.19	0.02	1.06	1.27	0.21
sp.19	1	0.19	0.02	1.06	1.27	0.21
sp.42	1	0.19	0.02	1.06	1.27	0.21
<i>Bauhinia glabra</i> Jacq.	1	0.19	0.02	1.06	1.27	0.21
<i>Lecythis lurida</i>	1	0.19	0.02	1.06	1.27	0.21
sp.37	1	0.19	0.02	1.06	1.27	0.20
sp.39	1	0.19	0.01	1.06	1.26	0.20
<i>Psidium Kennedyanum</i> Morong	1	0.19	0.01	1.06	1.26	0.20



Figura 4.2 - Touceira de *Bactris brongniartii* Mart. na margem do rio Zutiua.

As espécies com os maiores valores de densidade relativa são *Bactris brongniartii* Mart. (26,95%), densidade absoluta (263,6 n.ind/ha) e *Symmeria paniculata* Benth. (24,91%), densidade absoluta (243,6 n.ind/ha). Ambas as espécies são abundantemente encontradas nas matas de igapó, esse resultado já era esperado, já que as coletas foram realizadas, em parte, nessa tipologia vegetacional. Segundo Souza (2010), a mata de igapó é um tipo de vegetação característico da floresta Amazônica, adaptada a períodos de cheia e de seca, podendo sobreviver submersas nos períodos de inundação que chegam em média a seis meses por ano. Nessas florestas há forte dominância de poucas espécies adaptadas a longos períodos debaixo d'água.

Em relação à dominância relativa tem-se a *Orbignya phalerata* Mart. (31,98%), dominância absoluta (7,5919 m<sup>2</sup>/ha) e *S. paniculata* (16,59%), dominância absoluta (3,9386 m<sup>2</sup>/ha), como as mais dominantes.

A *O. phalerata* Mart. é uma palmeira de grande sucesso como colonizadora de grandes áreas, ocorre exclusivamente nas áreas de terra firme, evitando as áreas baixas, inundáveis (Figura 4.3). Espécie de relevante importância socioeconômica, já que dela obtêm-se vários produtos de grande utilidade, derivados dos frutos, das folhas e do caule da palmeira (Pinheiro *et al.* 2005). Deve ter obtido esse alto valor de dominância

por apresentar os maiores valores de DAP coletados, refletindo dessa forma também na sua área basal (4,1755), o maior dentre todas as espécies. Já que o número de indivíduos não foi assim tão expressivo quanto da *Symmeria paniculata* Benth.



Figura 4.3 - Palmeiras de *Orbignya phalerata* Mart.

A espécie mais frequente nas unidades amostrais, foi sem dúvida, a *S. paniculata* Benth. (9,57%) seguida da espécie 2 (8,51%), conhecida pelo nome popular de “mangue bravo”. *S. paniculata* Benth. pertence à família Polygonaceae e é uma das duas espécies conhecidas deste gênero, é bastante comum em matas de igapó (Figura 4.4). O arbusto ou árvore pode crescer até 12 m de altura e tem uma dispersão de sementes hidrocórica. Os frutos são consumidos por muitas importantes espécies de peixes comerciais, como *Colossoma macropomum*, *Mylossoma* sp., *Cichlasoma* sp., *Brycon* sp. e *Triportheus* sp. (Gottsberger 1978, Goulding 1980). Na Amazônia Central, *S. Paniculata* produz novas folhas durante todo o ano, com menor intensidade durante o período de floração (Fevereiro / Maio) e frutificação (março / julho) (Waldhoff *et al.* 2002).



Figura 4.4 - *Symmeria paniculata* Benth.

As condições em florestas tropicais inundadas sazonalmente são extremas. O período anual de enchentes na Amazônia pode ser 10 meses e árvores podem ficar debaixo de até 15 m de água (Kubitzki 1989). O excesso de água é geralmente considerada como prejudicial à saúde e crescimento das plantas (Schueler & Holland 2000), e a submersão total, mata rapidamente a maioria das espécies, devido principalmente à hipóxia na rizosfera das árvores inundadas, que é um fator de estresse importante. No entanto, não é assim nas florestas de igapó da Amazônia, onde a regularidade sazonal do chamado “pulso de inundação” (Junk *et al.* 1989) tem dado origem a plantas que sobrevivem regularmente em longos períodos de submersão (semanas ou meses), apesar do estresse imposto pela completa inundação, *S. paniculata* Benth., por exemplo, mantém todas suas folhas acima e abaixo da água, começando a fotossíntese logo após a emergência e permanecem funcionais embaixo de 8 m de água por mais de oito meses (Junk 1989, Parolin 2009).

Os mecanismos que permitem que essas espécies (*Symmeria paniculata* Benth., espécie 2, *Bactris brongniartii* Mart.) sejam tão tolerantes com a submersão permanecem em grande parte obscuros na literatura. Árvores são especialmente vulneráveis a submersão em condições de calor, o que torna sua tolerância na Amazônia tropical ainda mais notável. Na região amazônica, a submersão ocorre quando as



condições de temperatura e luz são ideais para o crescimento da planta e quando muitas espécies mantêm suas folhas abaixo da água por meses, em contraste marcante com zonas temperadas onde as inundações frequentes ocorrem durante o inverno quando as plantas estão em repouso (Parolin 2009).

As demais espécies com valores expressivos de frequência foram a *Inga cylindrica* Mart., (6,38%), *Crataeva tapia* L. (6,38%) (Figura 4.5) e *Bactris brongniartii* Mart. (5,32%).



Figura 4.5- Frutos de *Crataeva tapia* L.

O IVI (índice de valor de importância) teve os seguintes valores: *Symmeria paniculata* Benth. (51,07), *Orbignya phalerata* Mart. (41,44), *Bactris brongniartii* Mart. (36,64), Sp. 2 (27,74), *Inga cylindrica* Mart. (15,71), *Pithecolobium* sp. (13,98), *Crataeva tapia* L. (13,72), Sp.12 (12,34) e *Cecropia glaziovii* Sneathlage (10,06).

No IVC (índice de valor de cobertura), *S. paniculata* Benth. também se destacou apresentando (41,50), seguida da *O. phalerata* Mart. (37,18), *B. brongniartii* Mart. (31,32), Sp. 2 (19,23) e Sp.12 (10,21).

Além das espécies tipicamente ripárias, nas matas ciliares também ocorrem espécies típicas de terra firme, e as zonas ripárias, desta forma, são também consideradas como fontes importantes de sementes para o processo de regeneração natural (Triquet *et al.* 1990, Gregory *et al.* 1992). Apesar de sua importância, essas áreas não estão imunes às ações antrópicas. O impacto humano sobre várzeas da Amazônia está aumentando devido à agricultura, criação de gado e búfalos, exploração madeireira, projetos de construção civil, mineração e reservatórios para hidrelétricas (Junk 2000). No rio Zutiua, a situação não é diferente, além da constante retirada de madeira para usos dos moradores, a região é ocupada por extensas fazendas que convertem a vegetação nativa em pasto.

Qualquer alteração na estrutura das populações de uma determinada espécie ou mesmo a extinção se traduzem em mudanças na estrutura de toda a comunidade, especialmente mudanças ocasionadas por ações humanas, que são de grande preocupação para a conservação (Meffe & Carroll 1997, Primack 1998, Smith & Smith 2001). Algumas espécies são mais vulneráveis a mudanças antropogênicas devido a suas histórias de vida (Congdon & Dunham 1997, Klemens 2000).

Há poucos estudos detalhados enfocando florestas de várzea ou igapó na Bacia Amazônica que enfatizam sua distinção em relação a outras florestas. Existe carência de pesquisas também em toda Bacia do rio Pindaré, especialmente na sub-bacia do rio Zutiua. Comparando com as florestas de terra firme, as florestas de várzea são caracterizadas por baixa diversidade e alta dominância de poucas espécies adaptadas a áreas inundadas. Em suma, a composição florística e a estrutura da vegetação das florestas de várzea parecem ser determinadas pela frequência e intensidade das inundações e perturbações antrópicas, tais como a extração de produtos de valor econômico (Cattanio *et al.* 2002). Além disso, tem que se levar em consideração a diferença significativa no número de espécies em relação ao gradiente de inundação que é provavelmente resultante das diferenças nos períodos de inundação ao longo do ano na área de estudo. No rio Zutiua, a região da margem que é sazonalmente inundada é dominada por poucas espécies, como já discutido anteriormente. Assim, os padrões de riqueza, diversidade e composição de espécies nas florestas inundadas parecem ser dependentes da duração da inundação (Junk 1989, Ferreira 1991, Ayres 1993).

A mata ciliar do Rio Zutiua está fortemente degradada, restando apenas poucos remanescentes, basicamente compostos por uma vegetação baixa, característicos de uma vegetação secundária. Na maior parte do rio Zutiua, não há mais vegetação e suas

margens sofrem com a erosão, o tem acarretado o assoreamento do rio e como constatado pelos moradores da região, diminuição de sua profundidade e largura. É bastante discutida a importância fundamental da presença da vegetação ciliar para a manutenção dos processos básicos desempenhados pelo rio, beneficiando tanto as espécies nativas quanto o próprio o homem. Nesse caso, existe uma necessidade urgente de implantação de projetos que visem a recuperação da área e preservação do pouco que resta, através de ações como o plantio de espécies nativas, o combate das formas de uso predatórias da mata ciliar, respeitando a zona limite de desmatamento imposta pela legislação e negligenciada, principalmente pelos pecuaristas.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa de Mestrado concedida à primeira Autora; ao Projeto Pindaré, Programa Capes\_Wageningen; à Universidade Federal do Maranhão (UFMA), à Prefeitura de Tufilândia pelo apoio logístico concedido para a execução dessa pesquisa; à Renato Borralho; à Ricardo Tannus, Fabrícia Brito e Seu “Tolô” pela ajuda de campo.

### **Referências bibliográficas**

Ayres; J.M. C. 1993. As matas de várzea do Mamirauá: MCT-CNPq-Programa do trópico úmido. 123f. In: **Estudos do Mamirauá**. Sociedade civil de Mamirauá, Brasil.

Barreto; L.N. 2008. **Projeto de Pesquisa: Bacia do Pindaré: Ferramentas para conservação e manejo integrado dos recursos naturais, Maranhão, Brasil**. Relatório Capes - Programa Wageningen.

Brasil. **Lei n.º 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Dispõe sobre o Código Florestal Brasileiro.

Cattanio, J.H; Anderson, A.B & Carvalho, M.S. 2002. Floristic composition and topographic variation in a tidal floodplain forest in the Amazon Estuary. **Revista Brasileira de Botânica** 25(4): 419-430.

Congdon, J.D. & Dunham, A.E. 1997. Contributions of long-term life history studies to conservation biology. Pp. 205–206. In: **Principles of Conservation Biology** (G.K. Meffe & C.R. Carroll, eds.). 2 ed. Sinauer, Sunderland, MA.

Crawford, R.M.M. 1989. **Studies in plant survival**. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Delitti, W.B.C. 1989. Ciclagem de nutrientes em matas ciliares. Pp. 25-42. In: **Simpósio sobre mata ciliar** (L.M. Barbosa, ed.). Fundação Cargill, Campinas.

Esau, K. 1967. **Anatomy of seed plants**. John Willey, New York.

Ferreira, L.V. 1991. **O efeito do período de inundação na zonação de comunidades, fenologia e regeneração em uma floresta de igapó na Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

Gama, J.R.V.; Botelho, S.A. & Bentes-Gama, M.M. 2002. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore** 26(5): 559-566.

Gregory, S.V.; Swanson, F.J.; Mckee, W.A. & Cummins, K.W. 1992. An ecosystem perspective of riparian zones. **BioScience** 41(8): 540-551.

Gottsberger; G. 1978. Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazonia. **Biotropica** 10: 170-183.

Goulding, M. 1980. Interactions of fishes with fruits and seeds. Pp. 217-232. In: **The Fishes and the Forest: Exploration in Amazonian Natural History** (M. Goulding, ed.). University of California, Berkeley.

Junk, W. J. 1989. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonia. Pp. 47-64. In: **Tropical Forest Botanical Dynamics. Speciation and Diversity** (L.B. Holm-Nielsen, I.C. Nielsen & H. Balslev, eds.). London, Academic Press.

Junk, W.J.; Bayley, P.B. & Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in riverfloodplain systems. Pp. 110-127. In: **Proceedings of the International Large River Symposium** (D.P. Dodge, ed.). Canadian Publications Fisheries Aquatic Sciences 106.

Junk, W.J. 2000. Mechanisms for development and maintenance of biodiversity in neotropical floodplains. Pp. 119–139. In: **Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation** (B. Gopal, W.J. Junk & J.A. Davis, eds.). Vol. 1. Leiden: Backhuis.

Klemens, M.W. 2000. **Turtle Conservation**. Smithsonian Institution Press, Washington.

Kubitzki; K. 1989. The ecogeographical differentiation of Amazonian inundation forests. **Plant Syst. Evol.** **162**: 285--304.

Leitão-Filho; H.F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo 1**: 197-206.

Lima, W.P.L. & Zakia, M.J.B. 2000. Hidrologia de Matas Ciliares. Pp. 33- 44. In: **Matas ciliares: conservação e recuperação** (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Editora da USP/Fapesp, São Paulo.

Lunt, O.R.; Letey, J. & Clark, S.B. 1973. Oxygen requirements for root growth in three species of desert shrubs. **Ecology** **54**:1356-1362.

Magurran, A.E. 1988. **Ecological Diversity and its Measurement**. Princeton University Press.

Maia, L.M. 1997. **Influência do Pulso de Inundação na Fisiologia, Fenologia e Produção de Frutos de Hevea spruceana (Euphorbiaceae) e Eschweilera tenuifolia (Lecythidaceae), em áreas inundáveis de igapó da Amazônia Central.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

Meffe, G.K. & Carroll, C.R. 1997. **Principles of Conservation Biology.** 2 ed. Sinauer, Sunderland, MA.

Muller, C.C. 1998. Gestão de matas ciliares. Pp. 185-214. In: **Gestão Ambiental no Brasil: experiência e sucesso** (I.V. Lopes, ed.). Rio de Janeiro, Editora Fundação Getúlio Vargas.

Nunes, Y.R.F.; Mendonça, A.V.R.; Botezelli, L.; Machado, E.L.M. & Oliveira-Filho, A.T. 2003. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica** 17(2): 213-229.

Parolin; P. 2009. Submerged in darkness: adaptations to prolonged submergence by woody species of the Amazonian floodplains. REVIEW. **Annals of Botany** 103: 359-376.

Pinheiro, C.U.B.; Santos, V.M. & Ferreira, F.R.R. 2005. Usos de subsistência de espécies vegetais na região da Baixada Maranhense. **Amazônia: Ci. & Desenv.** 1(1): 235-250.

Primack, R.B. 1998. **Essentials of Conservation Biology.** Sinauer Associates, Sunderland, MA.

Redford, K.H. & Fonseca, G.A.B. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non-volant mammalian fauna. **Biotropica** 18(2): 126-135.

Rodrigues, R.R. & Gandolfi, S. 1996. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** 2(1): 4-15.

Rodrigues, R.R. & Gandolfi, S. 1998. Pp. 203-215. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: **Recuperação de Áreas Degradadas** (L.E. Dias & J.W.V. Melo, eds.). UFV. Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas.

Salamene, S.; Francelino, M.R; Valcarcel, R.; Lani, J.L & Sá, M.M.F. 2011. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do rio Guandu, RJ. **Revista Árvore** 35(2): 221-231.

Salvador, J.L.G. 1986. Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção de reservatórios. **Ipef** 33: 73-78.

Sematur. 1991. **Diagnóstico dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão. Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Turismo.** São Luís.

Schueler, T.R. & Holland, H.K. 2000. Practice of watershed protection. Wetter is not always better: flood tolerance of woody species. Technical Note #52 from **Watershed Protection Techniques 1**: 208–210 Article 35. Center for Watershed Protection, Ellicott City, MD.

Shepherd, G.J. 1995. **Fitopac 1. Manual do usuário.** Departamento de Botânica, UNICAMP.

Silva Júnior, M.C.; Nogueira, P.E. & Felfili, J.M. 1998. Flora lenhosa das matas de galeria no Brasil Central. **Bol. Herb. Ezechias Paulo Heringer** 5: 57-76.

Smith, R.L. & Smith, T.M. 2001. **Ecology & Field Biology.** 6 ed. Benjamin Cummings, San Francisco.

Souza, M.O. 2010. **Sustentabilidade das formas de uso e manejo de matas ciliares na área lacustre de Penalva, Baixada Maranhense**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

Triquet, A.M.; McPeck, G.A. & McComb, W.C. 1990. Songbird diversity in clearcuts with and without a riparian buffer strip. **Journal of Soil and water conservation** 45(4): 500-503.

Viana, V.M.; Tabanez, A.A.J. & Martinez, J.L.A. 1992. Restauração e manejo de fragmentos florestais. Pp. 400-407. In: **II Congresso Nacional sobre Essências Nativas, Instituto Florestal de São Paulo**. São Paulo.

Waldhoff, D.; Junk, W.J. & Furch, B. 2002. Fluorescence parameters, chlorophyll concentration, and anatomical features as indicators for flood adaptation of an abundant tree species in Central Amazonia: *Symmeria paniculata*. **Environmental and Experimental Botany** 48: 225–235.



## **CAPÍTULO 5. ESTRUTURA DA PAISAGEM**

Este capítulo discorre sobre as formas de uso da terra, cujo foco principal é a pecuária, na região do entorno do rio Zutiua e seu impacto na sustentabilidade da mata ciliar.

### **5.1 METODOLOGIA ESPECÍFICA**

#### **5.1.1 Influência da pecuária sobre a vegetação ciliar**

Foram delimitados 10 pontos em diferentes distâncias da área de uso (pecuária) (Tabela 5.1). Em cada ponto foi alocada uma parcela, totalizando 10 parcelas de 10x50m (500 m<sup>2</sup>) para amostrar os indivíduos arbóreos. As parcelas foram dispostas perpendicularmente ao curso do rio, com o propósito de amostrar desde espécies que estão nas áreas mais baixas e sujeitas a inundações sazonais até as áreas mais altas e não afetadas pela inundação, observando assim mudanças fisionômicas da vegetação. Foram incluídos na amostragem todos os indivíduos com diâmetro do tronco a 1,30m do solo (DAP) igual ou superior a 5 cm. De cada indivíduo foram anotados o DAP e a altura total e coletadas amostras de material botânico. Este foi prensado em jornal e seco em estufa para posterior identificação.

Foi utilizada a análise de regressão linear para testar o efeito das áreas de uso (pecuária) sobre a estrutura da vegetação ciliar nos pontos amostrados nos seguintes parâmetros: riqueza, número de indivíduos, diâmetro e altura, a diferentes distâncias da área de uso (pecuária).

Tabela 5.1- Número de parcelas e suas distâncias para área de uso (pecuária) (DAU).

<b>Parcela</b>	<b>DAU (m)</b>
1	380
2	450
3	180
4	260
5	90
6	115
7	140
8	100
9	500
10	100

### 5.1.2 Análise de buffer

Neste trabalho foi utilizado o Sistema de Informações Geográfica – SIG, ArcView 8.2 como instrumento de subsídio às análises. A estrutura da paisagem foi analisada através da análise de “buffer”. A análise de “buffer” é utilizada para a identificação de características geográficas das áreas circunvizinhas. O processo envolve a geração de uma zona tampão “buffer” em torno de características geográficas pré-determinadas, executa operações de busca de atributos de entidades pertencentes a uma camada geográfica específica, que estão localizados a uma determinada distância da entidade de referência (MILLER & SHAW, 2001).

O buffer foi gerado em torno do rio Zutiua, com a finalidade de definir distâncias “seguras”, ou zonas limite para o desenvolvimento de atividades, evitando assim que a vegetação no entorno do rio sofra grandes perturbações. A área que está dentro da distância especificada é chamada de “zona tampão”. As zonas tampão são muitas vezes criadas para proteger o meio ambiente, proteger as zonas residenciais e comerciais de acidentes industriais ou desastres naturais, até mesmo para prevenir a violência. Os tipos mais comuns de zonas-tampão podem ser desde cinturões verdes entre áreas residenciais e comerciais, zonas de fronteira entre os países, zonas de proteção contra ruídos nas imediações dos aeroportos, até zonas de proteção ao longo de rios (CHANG, 2006).

## 5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises de regressão linear realizadas para testar o efeito das diferentes distâncias da área de uso nos valores de altura e diâmetro médios nos diferentes pontos coletados, não foi obtido valor significativo (Figuras 5.1 e 5.2), ou seja, os valores encontrados para esses parâmetros (valor de  $R^2$  para altura média = 0,105; valor de  $R^2$  para diâmetro médio = 0,00) nos diferentes pontos de coleta não tiveram relação com a distância da área de uso. Mesmo resultado foi obtido analisando os seguintes parâmetros: número de indivíduos ( $R^2 = 0,043$ ) e número de espécies ( $R^2 = 0,2$ ) (Figuras 5.3 e 5.4).

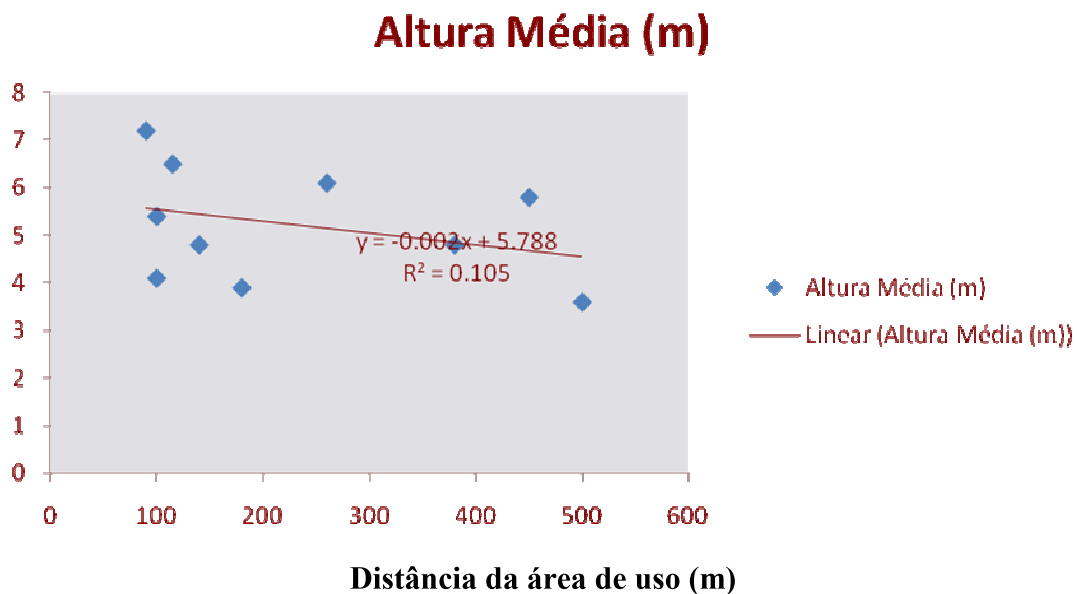


Figura 5.1- Altura média da vegetação ciliar do Rio Zutiua nos 10 pontos coletados a diferentes distâncias da área de uso (m).

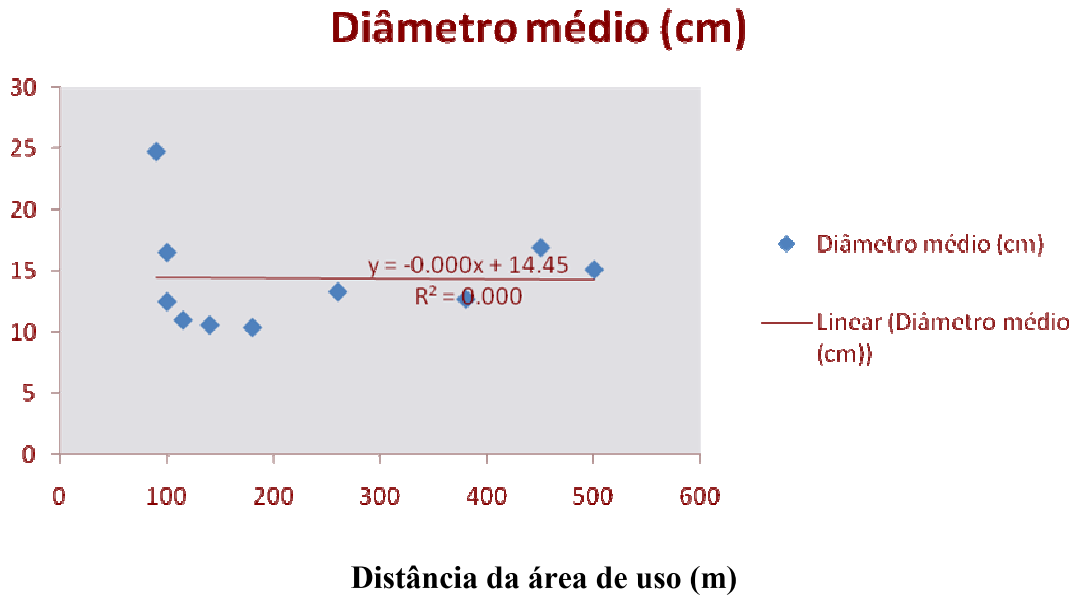


Figura 5.2- Diâmetro médio da vegetação ciliar do Rio Zutua nos 10 pontos coletados a diferentes distâncias da área de uso (m).

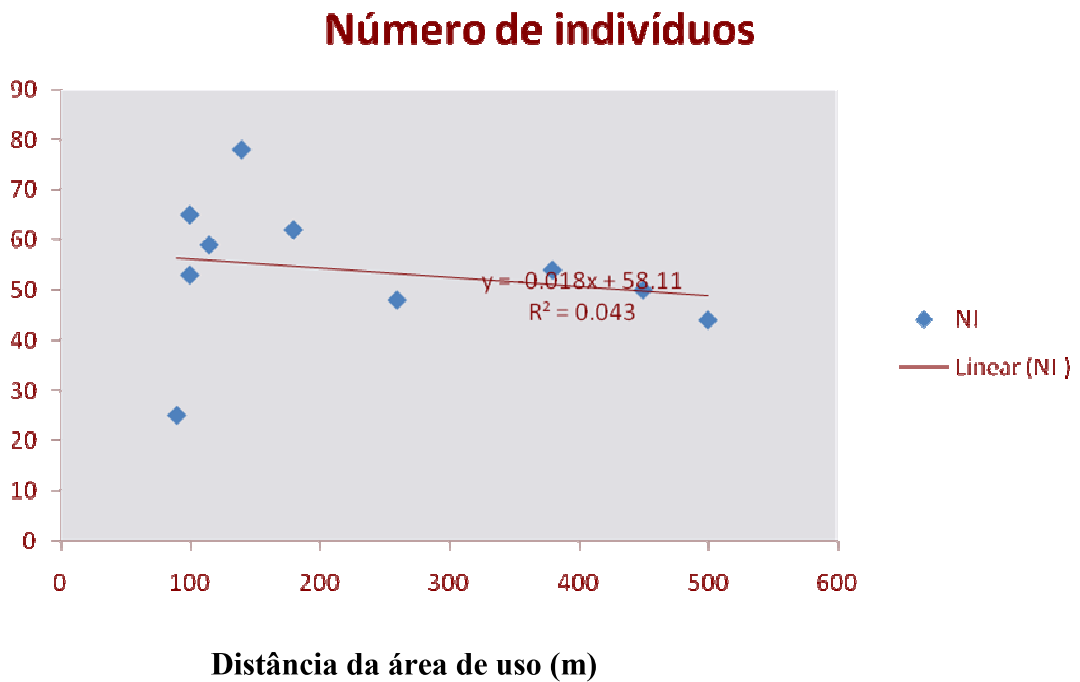


Figura 5.3- Número de indivíduos arbóreos nos 10 pontos coletados a diferentes distâncias da área de uso (m).

## Número de espécies

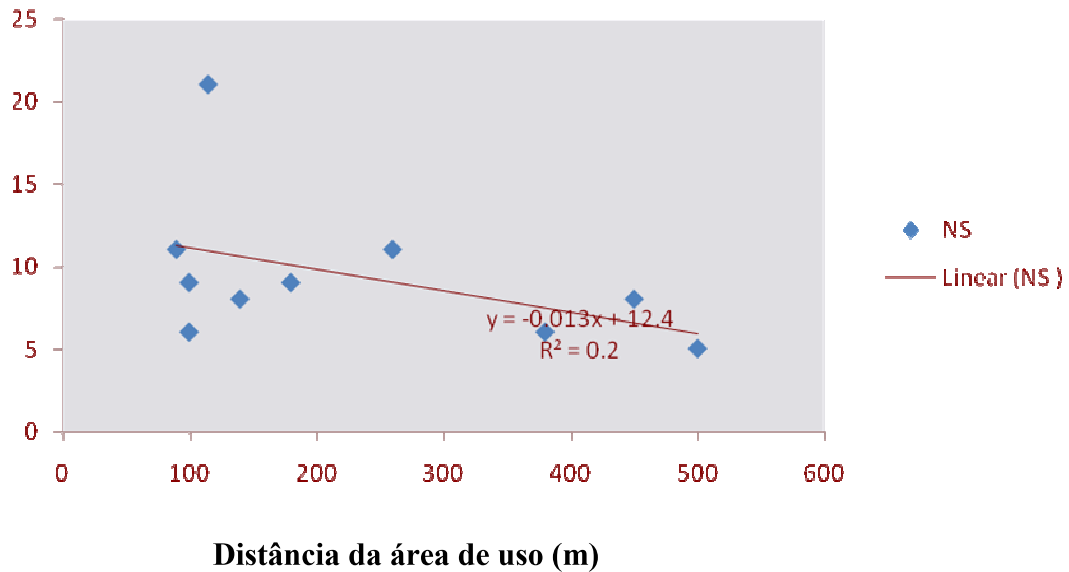


Figura 5.4- Número de espécies nos 10 pontos coletados a diferentes distâncias da área de uso (m).

Toda a área estudada está sob constante pressão. Os remanescentes de mata ciliar do rio Zutiua são caracterizados por uma vegetação secundária, altamente degradada, independente de sua proximidade com os locais ocupados pela pecuária. Isso provavelmente deve-se ao uso contínuo dos recursos florestais pelos moradores da região, que utilizam algumas espécies e acabam fazendo, desse modo, uma forma de exploração seletiva de madeira, alterando a estrutura da vegetação, com a presença de árvores com valores baixos de altura (em média 4 e 7 m de altura) e diâmetro (em média entre 10 e 20 cm de diâmetro). No entanto, é perceptível que o principal causador de perda de habitat e degradação da região é a criação extensiva de gado bovino.

Nossos resultados sugerem, como discutido por LINDENMAYER *et al.* (2008), que a avaliação da estrutura da vegetação e seu estado de conservação é mais complexo para múltiplas espécies, particularmente porque quase todas as mudanças na estrutura da vegetação beneficiam algumas espécies, mas outras não. Por exemplo, uma vegetação altamente perturbada que se encontra nos estágios iniciais de sucessão pode ser o habitat primário para alguns táxons incluindo os de interesse de conservação, mas as espécies sucessionais tardias provavelmente estarão ausentes.

As áreas de vegetação nativa ao longo dos cursos d'água configuram Áreas de Preservação Permanente - APP onde a vegetação original deve ser mantida (CARDOSO-LEITE *et al.* 2004). E como o nome já diz "Preservação Permanente", é uma região onde nenhum tipo de atividade deveria ser desenvolvida, porém na prática a situação é bem diferente. Atualmente devido à ação antrópica cada vez mais intensa, os seres humanos têm tido um papel crucial, sendo considerados agentes seletivos para plantas, pois alteram ciclos de vida, padrões de mortalidade, reprodução e sobrevivência de suas populações, bem como modificam e tiram vantagens das defesas químicas para seu benefício (ALBUQUERQUE & ANDRADE, 2002a).

Embora seja ilegal, a população que mora próximo ao curso do Rio Zutiua, utiliza a mata ciliar de diferentes formas, na qual se destaca a coleta de madeira para diversos fins, o que configura como exploração seletiva de madeira, já que nem todas as espécies têm valor de uso humano, isso acaba alterando a estrutura da vegetação local. Além disso, nas margens do rio são abertas clareiras para a construção de acampamentos para pescadores, e devido a sua alta fertilidade, resultante do padrão de inundação sazonal, essas áreas também são utilizadas para o plantio de arroz e melancia durante o período de estiagem etc. (Figura 5.5).

A exploração seletiva de madeira das florestas tropicais impõe um padrão espacial na paisagem, criando um mosaico de manchas afetado por diferentes intensidades de perturbação (BERRY *et al.* 2008). Esse tipo de degradação das florestas tropicais tem o potencial de causar extinções de espécies (PIMM & RAVEN, 2000), alterar os padrões espaciais de composição de espécies, altura e diâmetro médio da comunidade vegetal, acarretando consequências importantes para o valor de conservação de áreas desmatadas (CHAPIN *et al.* 2000).

O corte seletivo, que só recentemente foi mapeado em toda a Amazônia brasileira, impacta anualmente a floresta convertendo essas áreas em pasto ou agricultura (ASNER *et al.* 2005). Na Amazônia brasileira, em torno de 2 a 9 espécies são comercializáveis e removidas por hectare de floresta, mas esse processo resulta em danos consideráveis, principalmente ao dossel (ASNER *et al.* 2006; PEREIRA *et al.* 2002). Embora a transição entre a floresta conservada e áreas que sofreram com corte seletivo seja menos abrupta do que entre floresta e pastagem ou áreas agrícolas, os efeitos da exploração madeireira nos processos ecológicos, hidrológicos e microclimáticos têm sido bem documentados (UHL *et al.* 1991; VERÍSSIMO *et al.* 1992).



Figura 5.5 - Plantação de arroz na margem do rio Zutiua.

O suporte das populações em suas necessidades básicas como moradia, consumo de água, manutenção da produtividade nos setores agrícola e industrial que afetam diretamente a produção de alimentos e a disponibilidade de produtos é uma função do ambiente, assim apontou-se como principais indicadores de pressão do ambiente, na função de suporte de atividades e provedor de serviços, a densidade populacional, a produtividade industrial, a produtividade agrícola, o extrativismo vegetal e a pecuária (BRITO, 2011). Sabe-se que as florestas sempre foram fonte de recursos para os seres humanos, que durante séculos conseguiu utilizá-la de maneira sustentável, principalmente nas sociedades indígenas. Porém, nas últimas décadas a concentração de extensas áreas nas mãos de poucos proprietários (latifundiários), acarretou a restrição ao acesso dos povos nativos a áreas anteriormente visitadas para coleta de diversos materiais. Além disso, a maior parte dessas terras teve sua vegetação nativa retirada para serem ocupadas pela agricultura e pecuária, restando apenas poucos fragmentos de floresta, entre elas, a vegetação ciliar dos rios. Como consequência, os ribeirinhos

ficaram sem ou com poucas alternativas, ficando restritos aos poucos fragmentos de mata restantes para a retirada dos recursos necessários, dessa forma, acabam atuando como agentes de degradação e simultaneamente são vítimas do sistema. Especialmente no caso estudado, os pescadores são os principais prejudicados pela péssima condição da vegetação ciliar encontrada na região.

Anteriormente ocupada por Floresta Ombrófila, a sub-bacia do Zutiua apresenta atualmente na maior parte de sua extensão, áreas com vegetação secundária resultante da modificação sofrida pela vegetação nativa original. Este tipo de vegetação é caracterizada pela predominância e manutenção das palmeiras (babaçu ou outras), e essas áreas são utilizadas para criação de gado, cultivo de pasto, arrendamento para o mesmo fim ou ainda para facilitar a extração do coco babaçu, que é uma fonte de renda alternativa para as famílias rurais (BRITO, 2011).

A mudança do uso da terra é talvez a maior ameaça à biodiversidade terrestre em regiões tropicais (SALA *et al.* 2000). Os fragmentos florestais, resultantes de vegetações desgastadas por vários anos de degradação progressiva, constituem hoje um dos maiores desafios para a conservação. A diversidade presente nas vegetações remanescentes ainda constitui um desafio a ser quantificado e mencionado por causa do risco e ameaça sofridos (GOMIDE *et al.* 2006).

Muitas formas de uso da terra (por exemplo, pastagem e silvicultura) simplificam a estrutura da vegetação e alteram significativamente sua condição (FOLEY *et al.* 2005). Na sub-bacia, a principal atividade promotora do desmatamento é a pecuária bovina em sistema extensivo (Figuras 5.6 e 5.7), que é desenvolvida principalmente em regiões de babaçu e florestas ombrófilas, áreas onde são observadas extensas plantações de pasto em encostas de morros e em relevos acidentados (LABGEO, 2010). Em vários trechos do rio Zutiua, simplesmente não existe mais vegetação ciliar, apenas pasto (Figuras 5.8 e 5.9). São áreas abertas principalmente para que o gado possa beber água (obs. pes.). Situação similar foi encontrada por CARDOSO-LEITE *et al.* (2004) em um fragmento de mata ciliar em Rio Claro, São Paulo, onde o principal fator de degradação é a presença de bovinos e equinos na área.





Figura 5.6 - Gado bovino pastando na margem do rio Zutiua.



Figura 5.7 - Fazenda de criação de gado próximo ao rio Zutiua.



Figura 5.8 - Margens do rio Zutiua.



Figura 5.9 - Ausência de vegetação ciliar na margem do rio Zutiua.

SALAMENE *et al.* (2011), estudando o rio Guandu, no estado do Rio de Janeiro, concluiu que em relação ao uso antrópico da terra, agricultura, pastagem, solo exposto e urbano-industrial, foram as classes que totalizaram 75% da APP. A pastagem foi o uso mais expressivo, cobrindo 38,3%. Em outros estudos de levantamento do uso da terra em bacias hidrográficas, a pastagem também foi a classe de uso mais representativa (CUNHA *et al.* 2006; NASCIMENTO *et al.* 2006).

Como consequência da proximidade das áreas de pecuária junto à mata ciliar, as margens do rio Zutiua sofrem também com o impacto causado pelo pisoteio do gado (Figura 5.10). O pisoteio animal atua sobre as características físicas do solo, aumentando a densidade e a microporosidade do solo, além da redução da porosidade total e da macroporosidade, acarretando alterações nas relações de ar, água e temperatura do solo e afetando negativamente a germinação, emergência, crescimento e produção das plantas. O efeito do pisoteio animal na compactação do solo, depende da categoria e da carga animal, entre outros fatores (MORAES & LUSTOSA, 1997; VIEIRA, 1985; VZZOTTO *et al.* 2000).



Figura 5.10 - Efeito do pisoteio do gado bovino na margem do rio Zutiua.

VZZOTTO *et al.* (2000), constatou que um período de seis meses após o término do pastejo não é suficiente para que as raízes das plantas realizem o trabalho de descompactação do solo. Sendo outro fator de degradação que pode impedir ou dificultar o crescimento das plantas e assim a regeneração da área.

O uso inadequado do solo nas margens de mananciais pode acarretar diminuição significativa da qualidade da água, o que na maioria das vezes, dificulta e encarece o seu tratamento. Além disso, o histórico de ocupação de uma área originalmente coberta por vegetação ciliar pode determinar sua capacidade e velocidade de regeneração (GASPARINO *et al.* 2006). Observa-se atualmente em toda a região da Sub-bacia, um avançado grau de degradação das margens especialmente do rio Zutiua, acarretando o assoreamento do mesmo. Muitos moradores locais, em geral pescadores, relataram a diminuição da profundidade do rio ao longo dos anos e a consequente redução do pescado. Essa realidade é alarmante, visto que, grande da população que reside próximo ao Rio Zutiua, têm a pesca como principal fonte de renda e obtenção de proteína animal.

FERREIRA & DIAS (2004), relataram que muitas propriedades se estendem até a margem do rio e a mata ciliar acaba sendo suprimida para dar lugar às mais diversas plantações; eles verificaram ainda, que uma prática muito comum é a exploração dessas áreas em busca de madeira para usos domésticos, como lenha, carvão, mourão de cerca e cabo de ferramenta. Em geral, as margens dos rios são os terrenos mais férteis de uma propriedade, portanto são as primeiras áreas utilizadas para a prática agrícola.

BRITO (2011), estudando a mesma sub-bacia do presente estudo, constatou que os mais graves indicadores de pressão foram a extração de produtos vegetais, em especial a madeira para produção de lenha e carvão vegetal e a expansão da pecuária, ambos podem ser apontados como indicadores transversais que afetam, inclusive, vários indicadores de estado. Esses indicadores dividem-se desigualmente pelas unidades administrativas (municípios) o que certa forma facilita a gestão e a elaboração de um plano de mitigação.

As zonas tampão “buffer” são bastante úteis na tomada de decisão dos municípios, pois auxiliam e direcionam as formas de uso da terra, contribuindo para o manejo e consequente sustentabilidade da área. Seus resultados sugerem até onde as atividades antrópicas podem ir afetando o mínimo possível a vegetação, restringindo dessa forma, o avanço da pecuária em direção a mata ciliar. Podem ser usados com a finalidade de realizar acordos entre a prefeitura local e os fazendeiros.

Na Análise de “Buffer”, quanto mais próximo a área de uso (pecuária) estiver da zona azul (considerada zona limite), maior a susceptibilidade da mata ciliar. No mapa

gerado (Figura 5.11), praticamente toda área ao redor do “buffer” do rio Zutiua está ocupada pelas classes “área antropizada”, composta principalmente pela pecuária e pela vegetação secundária. Essas classes de uso ainda não chegaram na zona limite (azul), porém trata-se de um mapa em ampla escala, ou seja, a falta maior de detalhamento pode comprometer uma análise mais apurada. Na realidade, o observado “in loco”, são áreas em que grande parte da vegetação ciliar foi suprimida, sendo substituída por pastagem (principalmente ao norte da sub-bacia). Em contraste com o rio situado mais ao sul da sub-bacia, que está localizado dentro da reserva indígena de Araribóia, mantendo-se dessa maneira mais conservado, com a região no entorno composta predominantemente por floresta ombrófila densa.

BRITO (2011), analisando o mapa de uso e cobertura da Sub-bacia Zutiua, percebeu um gradiente nítido na cobertura vegetal nativa entre a região norte e o sul da sub-bacia. A região sul apresentou mais de 90% das células com cobertura de vegetação nativa variando entre 80 e 100%, enquanto a maior quantidade de células com cobertura menor que 25% encontra-se no meio norte da sub-bacia. Ainda em escala local, observou-se que a porcentagem de células com cobertura vegetal nativa menor ou igual a 25% representam 58,73% do total de células amostradas, o que demonstra um alto grau de fragmentação da região, que supera 50% da área total da sub-bacia do Zutiua. Considera-se então, que mais da metade da área da sub-bacia teve sua cobertura vegetal nativa removida ou bastante modificada. Em escala regional, a porcentagem de células com cobertura vegetal nativa inferior a 25% é bem similar, apresentando 59,52% do total de células amostradas.

Toda a região ocupada pela Sub-bacia Zutiua vêm sofrendo ao longo de anos com a pressão causada pelo desmatamento, com a predominância dos grandes latifundiários, principalmente os criadores de gado. Essa atividade converteu imensas áreas de vegetação nativa em pastagens. Essa realidade é bastante perceptível no norte da Sub-bacia, já ao sul, nota-se que grande parte da vegetação nativa ainda encontra-se relativamente conservada, consequência da presença da Reserva Indígena de Araribóia.

# Uso do solo nos arredores da mata ciliar

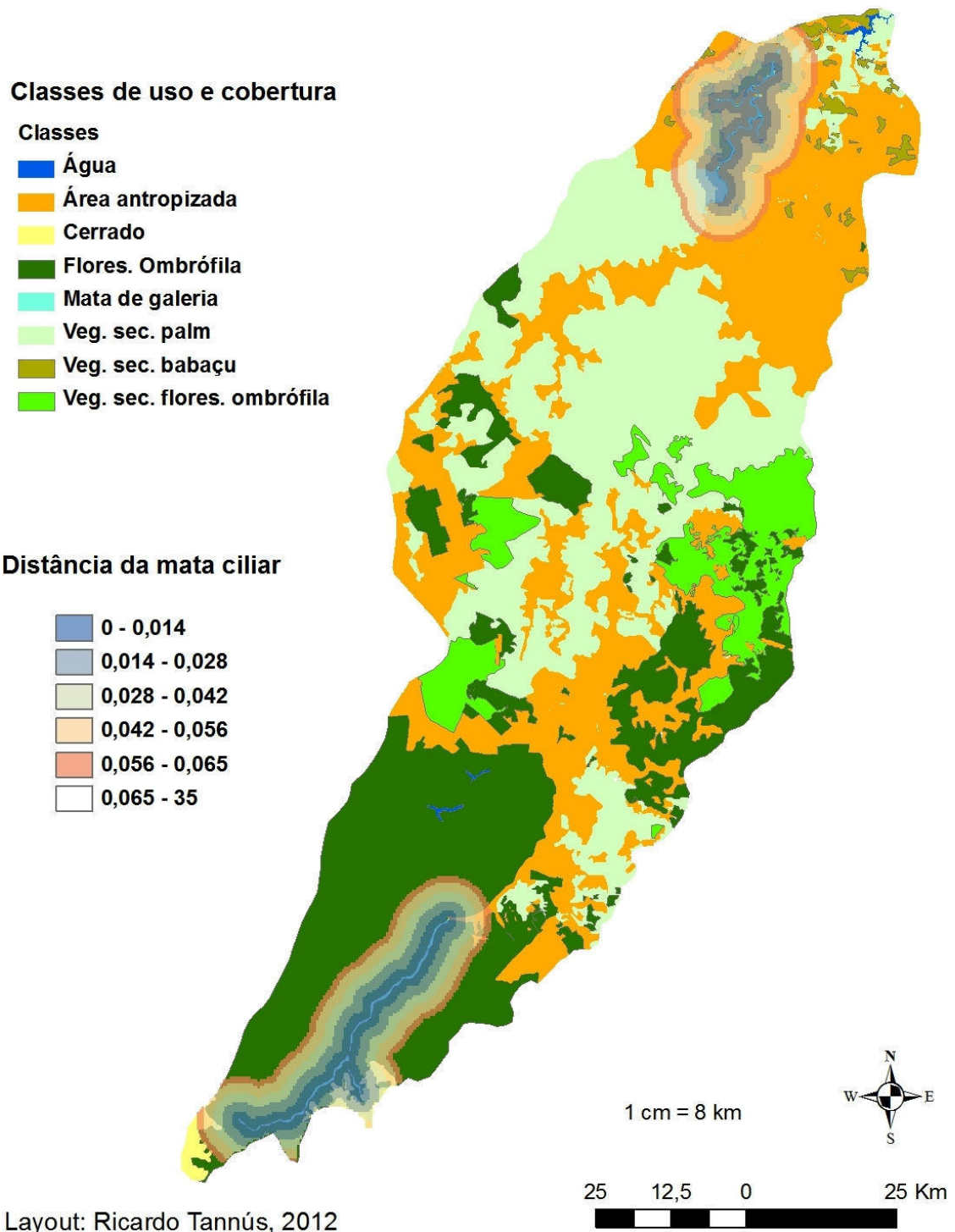


Figura 5.11 - “Buffer” gerado para a Sub-bacia do Zutiua.

A Terra Indígena Araribóia foi homologada pelo decreto 98.852 de 23 de janeiro de 1990, com área de 413.288 ha (Figura 5.12). Os povos indígenas que habitam na área são os Guajá e Guajajara, possuindo uma população de aproximadamente 3.292 pessoas. Além desses existe também os Awá Guajá, povo isolado de qualquer outra população, do qual se desconhece qualquer tipo de informação demográfica. A região fronteira à T.I. Araribóia é local de amplos conflitos relacionados ao corte de madeira ilegal, arrendamento de terras, invasão de posseiros e ainda é atravessada pelas rodovias MA 122, MA 006 e pela Estrada de Ferro Carajás. A situação indica que a presença da floresta nativa na região está diretamente ligada à existência T.I. Araribóia e à resistência dos povos indígenas à ocupação e atividade ilegais de depredação de recursos naturais, essenciais para a manutenção dessas populações (BRITO, 2011).

No mapeamento da região realizado pelo LABGEO (2010), na escala de 1:100.000, estima-se que cerca de 2.824,47 km<sup>2</sup> da área dos municípios situada dentro da sub-bacia do Zutiua são ocupadas por pecuária bovina, o que representa 28,75% da área total dela. Esses dados são perceptíveis visualizando-se o mapa do “buffer”, no qual é observado que as principais classes de uso que compõem o norte da Sub-bacia são: área antropizada (pecuária), vegetação secundária com palmeiras e fragmentos com vegetação secundária com babaçu.

A sub-bacia do Zutiua possui uma área total de 9.825km<sup>2</sup> e desta área ~60% apresenta cobertura vegetal nativa inferior a 25%, ou seja, ela encontra-se em estado crítico de fragmentação do habitat, na escala regional (BRITO, 2011).

O desmatamento levou à fragmentação de paisagens naturais em todo o mundo (WHITMORE, 1997). A fragmentação florestal é um dos processos mais penetrantes e deletérios que ocorre atualmente e é a principal causa da perda de biodiversidade e aumento das taxas de extinção das espécies por meio da modificação antropogênica do habitat (GASCON *et al.* 2000). Ela resulta na subdivisão de uma grande área de floresta em fragmentos menores não contínuos, ela em si é um fenômeno de nível da paisagem, que não só reduz o tamanho do habitat e qualidade, mas também aumenta o isolamento e cria limites ecológicos que diferem significativamente a partir de um habitat fonte (LAURANCE, 2000).

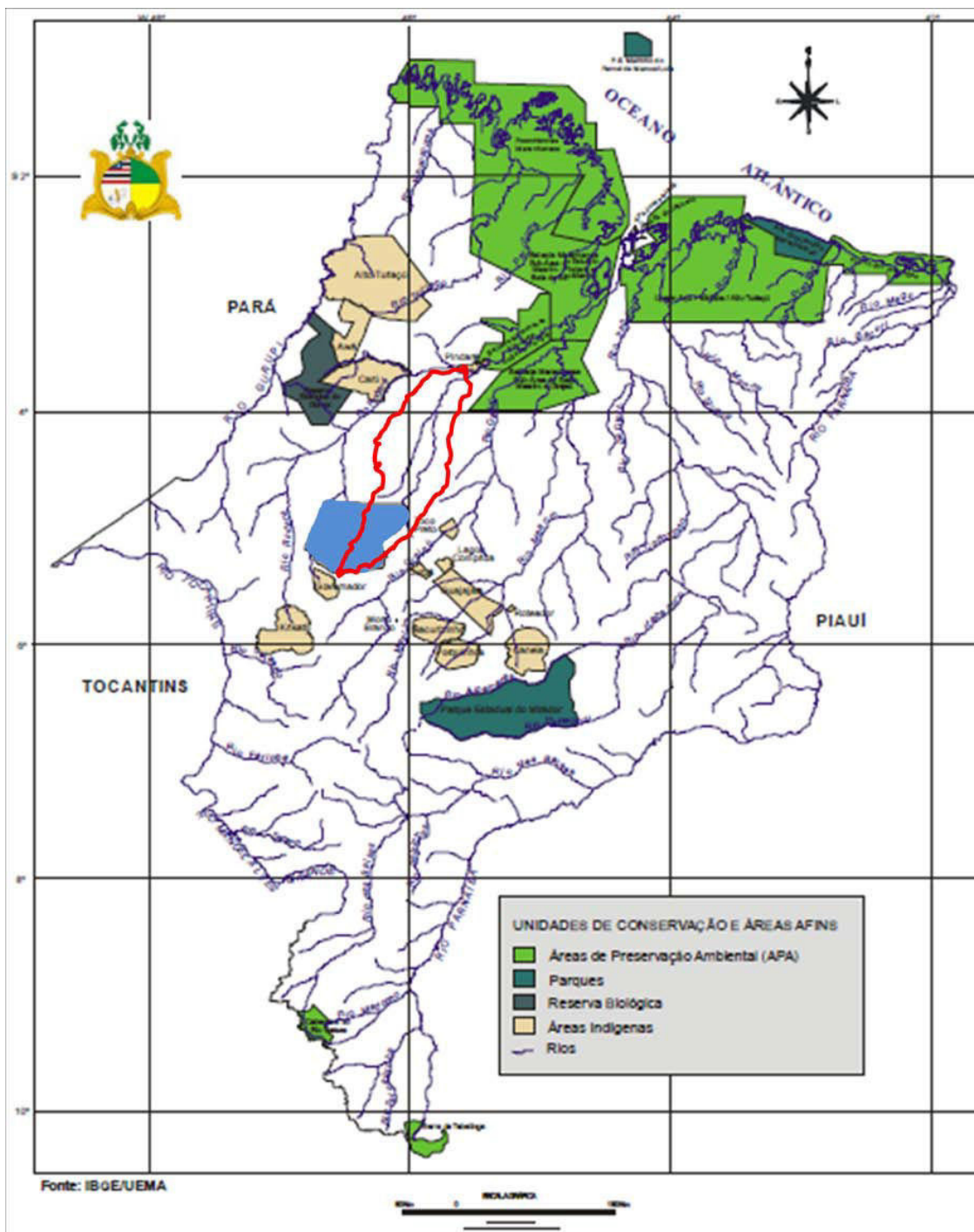


Figura 5.12 – Mapa de Unidade de Conservação e áreas afins, com delimitação em vermelho da sub-bacia do rio Zutiua e em azul, a Terra Indígena Araribóia.



As implicações desta para os organismos são muitas e variadas, porque as espécies com diferentes estratégias de história de vida são afetadas de formas diferentes. Além dos efeitos de perda de habitat, os efeitos negativos da fragmentação da floresta incluem, o aumento na suscetibilidade ao fogo, aumento da mortalidade de árvores, mudanças na composição de espécies, dispersão de sementes e predação, acesso mais fácil ao interior de floresta levando a um aumento da caça e extração dos recursos que permanecem nos fragmentos, este efeito é muito comum nos fragmentos estudados, como já discutido anteriormente, essas áreas acabaram se tornando a única fonte de recursos (principalmente madeira), para a comunidade local. Além disso, os habitats fonte que estão isolados ficam expostos a condições externas, resultando em uma erosão progressiva da diversidade biológica. Finalmente, os remanescentes estão expostos aos chamados “efeitos de borda” ", que têm um impacto significativo sobre espécies que vivem nas manchas de habitat (MURCIA, 1995).

A criação de bordas florestais abruptas expõe os fragmentos a ambientes abertos pode modificar severamente as condições microclimáticas locais, aumentar a mortalidade de árvores, e promover o estabelecimento de espécies invasoras (LOVEJOY *et al.* 1986). Mudanças previsíveis na abundância e composição de espécies de plantas também devem ocorrer, em grande parte por causa do maior recrutamento ou menor mortalidade de plantas tolerantes à altas intensidades de luz ao longo do gradiente das bordas florestais (MURCIA, 1995). Muitos fragmentos já estão em um estado tão crítico de degradação, que sua área como um todo é considerada borda, ou seja, não existe mais a área central que na teoria mantém a estrutura da vegetação nativa original. Nesse caso, toda a região fragmentada está sob o efeito de borda, efeito este que acaba debilitando ainda mais o ambiente.

No entanto, sabe-se que paisagens fragmentadas são compostas por um mosaico de habitats de diferentes qualidades para fauna e flora. As paisagens fragmentadas pelo homem mantêm algum grau de conectividade terrestre através da matriz de habitats modificados ao redor dos fragmentos. Entretanto, a perda de habitat tende a diminuir os tamanhos dos fragmentos aumentando as distâncias entre as manchas de habitats, como consequência há uma diminuição na conectividade da paisagem. Baseado nisso, tornou-se cada vez mais evidente que a compreensão de como as espécies são afetadas pela fragmentação requer informações sobre suas respostas a todos os componentes da

paisagem, isto é manchas florestais, remanescentes florestais contínuos, e a matriz circundante (GASCON *et al.* 1999).

Os remanescentes de mata ciliar do rio Zutiua, encontram-se altamente fragmentados e praticamente isolados, imersos em uma matriz altamente desfavorável (pastagem) para a dispersão e recolonização das espécies, o que reflete a longo prazo a sobrevivência e manutenção de grande parte das espécies nativas e diminuindo a capacidade das matas ciliares de atuarem como corredores de fluxo gênico.

As extinções locais em populações fragmentadas é bastante comum, principalmente espécies mais sensíveis a esse processo. Assim, para que haja a sobrevivência regional é necessário que ocorra a recolonização das manchas de habitat (KINDLMANN & BUREL, 2008). Ou seja, as espécies estão mais aptas a sobreviver dentro redes de fragmentos que estão suficientemente interligados por indivíduos dispersantes (BOWNE & BOWERS, 2004). E a recolonização das manchas de habitat irá depender da disponibilidade de dispersão dos indivíduos e pela facilidade com que esses eles podem se mover dentro da paisagem, essa característica é conhecida como conectividade da paisagem. Dela depende a sobrevivência das espécies a longo prazo nos fragmentos (RICKETTS, 2001; BRIERS, 2002).

O resto da paisagem após a exclusão das manchas de habitat é geralmente chamado de “matriz”. A matriz assim consiste em toda a área na qual os fragmentos de habitat estão imersos e sua composição também pode influenciar o comportamento de dispersão, sendo muito importante na evolução da dinâmica dos fragmentos (GOODWIN & FAHRIG, 2002a). Paisagens dominadas por manchas na matriz que facilitem a circulação terá alta conectividade enquanto paisagens dominadas por manchas que impedem o movimento terá baixa conectividade.

GASCON *et al.* (1999) sugeriram que espécies que evitam a matriz tendem a diminuir ou desaparecer em fragmentos, enquanto que aquelas que toleram ou exploram a matriz permanecem frequentemente estáveis ou aumentam. Esses resultados destacam a importância da matriz na dinâmica e estrutura das comunidades de vertebrados em remanescentes florestais tropicais, e têm implicações importantes para a gestão de paisagens fragmentadas pelo homem.

No entanto, existe uma grande variação de respostas das espécies em relação à matriz, e isso é largamente determinado pela história e a intensidade de uso da terra, com os locais mais perturbados, geralmente com menor riqueza de espécies. De maneira que a matriz, muitas vezes, age como um filtro seletivo (não uma barreira absoluta)

durante os movimentos de espécies em toda área. O tipo de vegetação na matriz irá determinar o tamanho dos poros do filtro para a circulação dos indivíduos. Uma floresta secundária, por exemplo, seria análogo a um filtro com poros grandes permitindo mais movimento da fauna por causa de sua similaridade com a estrutura da floresta primária (no caso do rio da região sul da sub-bacia do Zutiua que encontra-se cercado por floresta ombrófila), enquanto uma pastagem teria pequenos poros que impedem o movimento. Assim, áreas como norte da sub-bacia do Zutiua, apresentam poros pequenos, já que em grande parte de sua extensão, a pastagem é a unidade de paisagem dominante. As espécies florestais variam em termos de tamanho dos poros requisitados, com as espécies que toleram poros menores sendo mais capazes de persistir em remanescentes florestais, menos sensíveis ao processo de fragmentação (LAURANCE, 1994).

A matriz é claramente importante no seu efeito sobre conectividade e a dinâmica populacional de espécies vivas em habitats fragmentados. No entanto, vários cientistas têm argumentado que, para muitas espécies de plantas é difícil definir manchas adequadas de habitats e sim, gradientes de adequabilidade de habitats, de acordo com a qualidade dos recursos. Assim a descrição da paisagem em termos de fragmentos adequados e uma matriz homogênea simplifica muito a realidade. A compreensão da paisagem baseado na abordagem em escala regional da dinâmica das populações tende a ser mais valiosa (MURPHY & LOVETT-DOUST, 2004).

Compreender os efeitos da matriz da paisagem na conectividade, no que se refere à dinâmica populacional em grande escala, exige compreender os movimentos dos animais que dispersam sementes, mais comumente aves, mamíferos e formigas (CHAMBERS & MACMAHON, 1994), bem como os agentes de movimento do pólen, todos esses fatores atuam em conjunto, interagindo e delineando a estrutura da vegetação tanto em florestas conservadas, como na manutenção da qualidade das manchas de habitat em paisagens fragmentadas.

Os efeitos deletérios da fragmentação sobre as espécies são bastante complexos e a vegetação ciliar do rio Zutiua, têm sua dinâmica afetada de diferentes formas em consequência desse processo, como por exemplo a polinização. Nas plantas polinizadas por animais, o sucesso reprodutivo pode ser negativamente relacionada com a distância entre as manchas de habitat. Vários estudos documentaram menor sucesso em populações isoladas ou fragmentadas. Além disso, mesmo quando polinizadores tem sucesso em percorrer longas distâncias entre as áreas, a qualidade do pólen transferido

pode diminuir. Por exemplo, os polinizadores generalistas podem visitar uma variedade de espécies, quando viajam longas distâncias, diminuindo assim o sucesso reprodutivo, isso afeta a dinâmica vegetacional, levando muitas espécies a extinção local (GROOM, 2001).

São diversas as variáveis e fatores que atuam na dinâmica de paisagens, influenciando de diferentes maneiras, tanto os parâmetros biológicos como os sociais. A maneira como o homem (principal agente na atualidade na modificação de paisagens) atua nas formas de uso da terra, tem implicações no contexto da sociedade, e também na conservação dos recursos naturais.

Elementos terrestres e aquáticos de paisagens estão intimamente interligados, embora as práticas de gestão e os arranjos institucionais raramente refletem esta interconexão (GRIMM *et al.* 2003). A gestão a nível de bacias hidrográficas é essencial para integrar melhor a conservação de ambientes aquáticos e terrestres (LINDENMAYER *et al.* 2008).

A restauração de formações ciliares certamente tem suas possibilidades de sucesso ampliadas quando inserida no contexto de bacias hidrográficas (ou como no presente estudo em um contexto de sub-bacia), principalmente quando a restauração tem suas justificativas na questão hídrica e social, com conseqüente adequação do uso dos solos do entorno e da própria área a ser restaurada, a preservação da interligação de remanescentes naturais, a proteção de nascente e olhos d'água, etc. Em nível de sub-bacia hidrográfica é possível identificar a extensão das áreas que são inundadas periodicamente pelo regime de cheias dos rios e a duração do período de inundação (TRES *et al.* 2011).

Diante da grande problemática relacionada com alto grau de degradação da sub-bacia do Zutiua, é urgente a adoção de medidas que visem dar suporte às ações de restauração ambiental, considerando as diversas formas de uso dos solos e as necessidades das comunidades. Deve-se entender que a restauração ecológica é atividade orientada para iniciar ou acelerar os processos de recuperação de ecossistemas, considerando-se a sua saúde, integridade e sustentabilidade (FERREIRA *et al.* 2011).

Reconstruir ou reorganizar um ecossistema florestal ciliar baseado em uma abordagem científica requer o conhecimento da complexidade dos fenômenos que ocorrem nestas formações, compreender os processos que levam a estruturação e manutenção destes ecossistemas no tempo e utilizar estas informações para a

elaboração, implantação e condução de projetos de restauração e conservação (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000). Recuperar áreas degradadas não é tarefa fácil, muito menos simples, porém quando ela é antecedida por pesquisas que estudam todo o contexto de uso da paisagem, as ações de restauração se tornam mais eficazes. As fazendas de criação extensiva de gado são os principais agentes de desmatamento dos poucos fragmentos de floresta ciliar do rio Zutiua, sendo, portanto, o foco principal de direcionamento de ações de planejamento da região.

ABDULLAH & NAKAGOSHI (2007), concluíram que para um melhor planejamento e manejo do uso da terra, é vital a compreensão das relações entre os seus diferentes usos antrópicos e o grau de degradação da floresta.

Segundo SANTOS *et al.* (2007), em estudo realizado na bacia hidrográfica do córrego do Romão, situado no Município de Viçosa, MG, as alternativas de manejo não devem levar em consideração apenas as alternativas técnicas. As intervenções em bacias hidrográficas devem também considerar os aspectos econômico, ambiental e cultural, pois tais fatores poderão interferir no grau de organização e união dos proprietários de terras e moradores, considerando-se a sustentabilidade dos recursos naturais.

A gestão dos recursos naturais muitas vezes envolve um custo de oportunidade aos proprietários de terras (NAIDOO *et al.* 2006). Isso associado com os custos de implantação iniciais, os custos de oportunidade associados com os custos de produção agrícola ou pecuária são uma das principais barreiras econômicas para a adoção de manejo de recursos naturais pelos proprietários (MENDHAM *et al.* 2007). No entanto, considera-se que programas de restauração só podem ser bem-sucedidos se os proprietários rurais enxergarem os reflorestamentos como atrativos, proporcionando benefícios e pagamentos por bens e serviços ecológicos, como: melhoria da qualidade e aumento da quantidade de água produzida, sequestro de carbono e conservação da biodiversidade (LAMB *et al.* 2005).

Como apontado por BRYAN *et al.* (2011), informação espacial quantitativa é necessária para caracterizar a distribuição de custos de oportunidade agrícolas, a fim de alcançar de maneira conjunta, benefícios econômicos, sociais e ambientais de recursos naturais através de ações de manejo.

Algumas medidas de gestão dos recursos hídricos podem ser adotadas pelos tomadores de decisão dos municípios com o objetivo de minimizar os impactos causados pela influência humana. Respeitar as áreas de preservação permanente de acordo com a legislação ambiental, e manter uma fiscalização efetiva através dos órgãos ambientais

responsáveis. Medidas de controle, monitoramento e/ou licenciamento da ocupação urbana, programa de educação ambiental, suspensão temporária do funcionamento de atividades degradantes e criação de Unidade Municipal de Conservação são algumas medidas mitigadoras (IMESC, 2009). É necessário também que alguns fatores sejam observados, principalmente as condições socioeconômicas das comunidades locais, pois em algumas situações esses fatores podem ser mais críticos na determinação do método mais apropriado do que os fatores ecológicos e silviculturais (LAMB & LAWRENCE, 1993). Com os tomadores de decisão, analisando e discutindo com os moradores locais, alternativas que possam compensar a exploração seletiva de madeira realizada por eles na região.

Por isso, há a necessidade de um planejamento territorial. Estes podem, efetivamente, ajudar a controlar a fragmentação do ambiente. Em primeiro lugar, tais planejamentos baseiam-se na necessidade de um profundo conhecimento ecológico e, em seguida, devem ser bem sucedidos no desenvolvimento de indicadores adequados que podem ser usados para criar cenários alternativos com base nas decisões de transformação que poderão ser tomadas e ajustadas (BRITO, 2011).

## CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES

A mata ciliar do Rio Zutiua encontra-se em um avançado grau de degradação, causada principalmente pela pecuária, observando-se em muitas áreas na margem do rio, a substituição da vegetação ciliar por pastagens. As áreas de mata remanescentes são caracterizadas pela presença de espécies secundárias e pelo grande número de indivíduos jovens, como foi observado pelos valores baixos obtidos de altura e DAP, que demonstram o uso intenso e constante da vegetação.

A espécie *Symmeria paniculata* Benth, foi a espécie que obteve o maior valor de IVI, sendo muito comum na mata ciliar inundável (igapó), áreas que limitam o desenvolvimento da maioria das espécies, com predominância de espécies que resistem a longos períodos submersas.

As diferentes distâncias dos remanescentes florestais da área de uso (pecuária) não influenciaram a estrutura da vegetação, com todos os pontos amostrados obtendo valores semelhantes nas variáveis estudadas: riqueza, número de indivíduos, diâmetro e altura. Foi constatado que essas áreas além da pressão causada pela pecuária sofrem com a extração seletiva de madeira pela população que vive próximo ao rio Zutiua.

Na análise de “buffer”, o mapa gerado mostrou que a pecuária ainda não afetou a mata ciliar, fato que não foi observado “in loco”, onde vastas áreas já não possuem vegetação ciliar no rio Zutiua, em decorrência da presença da pecuária. No entanto, a importância do uso de mapas, especialmente a geração de zonas tampão “buffer” auxiliam no manejo das áreas, através da definição de limites seguros para a realização das atividades humanas, garantindo o mínimo de impacto possível às áreas de vegetação remanescentes, nesse caso, a vegetação ciliar do rio Zutiua. Focando, dessa maneira, o planejamento, manejo e tomadas de decisões também acerca da recuperação de áreas degradadas. Sua utilização tem aumentado bastante ao longo dos últimos anos, tornando-se cada vez mais indispensáveis nesse processo. Esse mapa será importante para tomadas de decisão no município.

## REFERÊNCIAS

ABDULLAH, S.A.; NAKAGOSHI, N. Forest fragmentation and its correlation to human land use change in the state of Selangor, peninsular Malaysia. **Forest Ecology and Management** 241, 39-48. 2007.

AB'SABER, A.N. O Suporte Geoecológico das Florestas Beradeiras (Ciliares). In: RODRIGUES, R.R. e LEITÃO-FILHO, H. (Ed.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2 ed. p. 15-25. 2000

AGUIAR, O.T.. **Comparação entre os métodos de quadrantes e parcelas na caracterização da composição florística e fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa no Parque Estadual “Carlos Botelho”, São Miguel Arcanjo. São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2003. 140p.

ALBUQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 16(3): 273-285. 2002a.

ASNER, G.P.; KNAPP, D.E.; BROADBENT, E.N.; OLIVEIRA, P.J.C.; KELLER, M.; SILVA, J.N. Selective logging in the Brazilian Amazon. **Science** 310, 480-482. 2005.

ASNER, G.P.; BROADBENT, E.N.; OLIVEIRA, P.J.C.; KELLER, M.; KNAPP, D.E.; SILVA, J.N. Condition and fate of logged forests in the Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 103, 12947–12950. 2006.

BARBOSA, L.M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R.R. e LEITÃO-FILHO, H. (Ed.) **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2 ed. p. 89-312. 2000.

BAUDRY, J.; MEREUAM, H.G. Connectivity and connectedness: functional versus structural patterns in landscapes. In: SCHREIBER, K.F. (Ed) **Connectivity in Landscape Ecology**. Proc. 2nd IALE seminar Münstersche Geographische Arbeiten 29. p. 23-28. 1988

BENTON, T.G.; VICKERY, J.A.; WILSON, J.D. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? **Trends in Ecology and Evolution** 18, 182–188. 2003.

BERRY, N.J.; PHILLIPS, O.L.; ONG, R.C.; HAMER, K.C. Impacts of selective logging on tree diversity across a rainforest landscape: the importance of spatial scale **Landscape Ecology** 23, 915–929. 2008.



BOWNE, D.R.; BOWERS, M.A. Inter patch movements in spatially structured populations: a literature review. **Landscape Ecology** 19, 1–20. 2004.

BRAGA, K.R.R. **Avaliação da sustentabilidade das formas de uso e manejo de matas ciliares do alto curso do Rio Pericumã, Baixada Maranhense**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Maranhão. 2006. 60p.

BRASIL. **Lei n.º 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Dispõe sobre o Código Florestal Brasileiro.

BRAUN-BLANQUETT, J. 1979. **Fitosociología. Base para el estudio de las comunidades vegetales**. H. Blume, Madrid, 820 p.

BREN, L.J. Riparian zone, stream, and floodplain issues: a review. **Journal of Hydrology** 150, 277-299. 1993.

BRIERS, R.A. Incorporating connectivity into reserve selection procedures. **Biol Conserv** 103, 77–83. 2002

BRITO, M.P.L. **Subsídios para conservação e planejamento territorial da sub-bacia Zutiua, Maranhão, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Maranhão. 2011. 110p.

BRYAN, B.A.; KING, D.; WARD, J.R. Modelling and mapping agricultural opportunity costs to guide landscape planning for natural resource management. **Ecological Indicators** 11(1):199-208. 2011.

CALEGARIO, N. **Parâmetros florísticos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas do sub-bosque de povoamentos de *Eucalyptus*, no município de Belo Oriente, MG**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 1993. 114p.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V.; CARVALHO, M.S.; DRUCK, S. **Análise Espacial de dados Geográficos**. 2ª edição (online). 2002. Disponível <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>, acesso em: 03/2012.

CARDOSO-LEITE, E.; COVRE, T.B.; OMETTO, R.G.; CAVALCANTI, D.C.; PAGANI, M.I. Fitosociologia e caracterização sucessional de um fragmento de mata ciliar, em Rio Claro/SP, como subsídio à recuperação da área. **Rev. Inst. Flor.** 16(1): 31-41. 2004.

CEMIN, G.; PERICO, E.; REMPEL, C. Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.705-711, 2009.

CHAMBERS, J. C.; MACMAHON, J. A. A day in the life of a seed. **Annu. Rev. Ecol. Sys.** 25: 263-292. 1994.

CHANG, K.T. **Introduction to Geographic Information Systems**. 3rd Ed. McGraw Hill. 2006.

CHAPIN, F.S.; ZAVALA, E.S.; EVINER, V.T.; NAYLOR, R.L.; VITOUSEK, P.M.; REYNOLDS, H.L. Consequences of changing biodiversity. **Nature** 405, 234-242. 2000.

CORBACHO, C.; SANCHEZ, J.M. & COSTILLO, E. Patterns of structural complexity and human disturbance of riparian vegetation in agricultural landscapes of a Mediterranean area. **Agriculture Ecosystems and Environment** 95, 495-507. 2003.

CUNHA, A.M.; LANI, J.L.; AMARAL, E.F.; REZENDE, S.B.; RIBEIRO, L.S. Mosaico digital de aerofotos não-convencionais na avaliação de recursos naturais: estudo de caso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 10(1): 182-187. 2006.

DANIEL, O. **Composição florística e estrutura fitossociológica e paramétrica**. Universidade Federal De Mato Grosso Do Sul. Apostila. 2005.

DANTAS, A.S.; TACO, P.W.G.; YAMASHITA, Y. **Sistemas de informações em geográficas em transportes: O estudo do estado da arte**. Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET. Brasília, DF. 1, 211-219. 1996

DAVIS, D.E. The annual life cycle of plants, mosquitos birds and mammals in two Brazilian Forests. **Ecological Monographs** 15, 243-295. 1945.

DURIGAN, G. Métodos para análise de vegetação arbórea. In: JR. L.C.; RUDRAN, R. e VALLADARES-PADUA, C. (Ed.). **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná. p. 455-479. 2004.

ELMORE, W.; BESCHTA, R.L. Riparian areas: perceptions in management. **Rangelands** 9(6):260-265. 1987.

FELFILI, J.M.; MENDONÇA, R.C.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; NÓBREGA, M.G.G.; FAGG, C.W.; SEVILHA, A.C.; SILVA, M.A. Flora

Fanerogâmica das Matas de Galeria e Ciliares do Brasil Central. In: RIBEIRO, J.F.; C.E.L. 2001.

FERRAZ, S.F.B.; VETTORAZZI, C.A. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem. **Revista Árvore** 27(4): 575-583. 2003.

FERREIRA, D.A.C.; DIAS, H.C.T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore** 28(4): 617-623. 2004.

FERREIRA, R.A.; NETTO, A.O.A.; SANTOS, T.I.S.; SANTOS, B.L.; MATOS, E.L. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, estado de Sergipe: da degradação à restauração. **Revista Árvore** 35(2): 265-277. 2011.

FINOL, U.V.H. Nuevos parâmetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana, Merida**. 14(21): 29-42. 1971.

FOLEY, J.A.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F.S.; COEL, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E.A.; KUCHARI, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; PRENTICE, C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P.K. Global consequences of land use. **Science** 309(5734): 570-574. 2005.

FONSECA, J.C.; SOUZA-SILVA. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina, EMBRAPA/Cerrados. p. 195-263.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York, John Wiley. 1986.

FORMAN, R.T.T.; COLLINGE, S.K. Nature conserved in changing landscapes with and without spatial planning. **Landscape and Urban Planning** 37(1): 129-135. 1997.

FORMAN, R.T. Forward. In: GUTZWILLER, K. J. (ed.). **Applying landscape ecology in biological conservation**. Springer-Verlag. p. 7-10. 2002.

GASCON, C.; LOVEJOY, T.E.; BIERREGAARD, R.O. MALCOLM, J.R.; STOUFFER, F.C.; VASCONCELOS, H.L.; LAURANCE, W.F.; ZIMMERMAN, B.; TOCHER, M.; BORGES, S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation** 91, 223- 229. 1999.

GASCON, C.; WILLIAMSON, B.G.; DA FONSECA, G.A.B. Receding forest edges and vanishing reserves. **Science** 288, 1356-1358. 2000.

GASPARINO, D.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore** 30(1): 1-9. 2006.

GOMES, B.Z.; MARTINS, F.R.; TAMASHIRO, J.Y. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 27(2): 249-262. 2004.

GOMIDE, L.R.; SCOLFORO, J.R.S.; DE OLIVEIRA, A.D. Análise da diversidade e similaridade de fragmentos florestais nativos na bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais. **Ciência Florestal** 16(2): 127-144. 2006.

GOODWIN, B.J.; FAHRIG, L. Effect of landscape structure on the movement behaviour of a specialized goldenrod beetle, *Trirhabda borealis*. **Can J Zool** 80, 25–34. 2002a.

GREGORY, S.; SWANSON, F.J.; MCKEE, W.A.; CUMMINS, K.W. An ecosystem perspective of riparian zones – Focus on links between land and water. **BioScience** 41(8):540-551. 1991.

GROOM, M.J. Consequences of subpopulation isolation for pollination, herbivory, and population growth in *Clarkia concinna concinna* (Onagraceae). **Biological Conservation** 100, 55-63. 2001.

HACK, C.; BOLIGON, A.A.; LONGHI, S.J.; MURARI, A.B.; PAULESKI, D.T. Aspectos fitossociológicos de fragmentos de floresta estacional decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal** 10(2): 59-74. 2000.

IMESC: **Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. Indicadores Ambientais do Estado do Maranhão / Instituto Maranhense de Estudos socioeconômico e cartográfico.** São Luís, 2009.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. e LEITÃO-FILHO, H. (Ed.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Universidade de São Paulo. 2 ed. p. 249-269. 2000.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analyses: a practical approach.** John Wiley & Sons, London. 1992.

KINDLMANN, P.; BUREL, F. Connectivity measures: a review. **Landscape Ecology** 23, 879–890. 2008.

LABGEO. **Mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia do rio Zutuia – Relatório Técnico.** UEMA: São Luis. 2010.

LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística del parte sur-oriental del bosque universitario " El Caimital " Estado Baridas. **Ver. For. Venez.** 7(10-11): 77-119. 1964.

LAMB, D.; LAWRENCE, P. Mixed plantations using high value rainforest trees in Australia. In: LIETH, H. e HOLMANN, M. (Ed.). **Restoration of tropical forest ecosystems**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p.101-108. 1993.

LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTA, J. A. Restoration of degraded tropical rain forest landscapes. **Science** 310, 1628-1632. 2005.

LAURANCE, W.F. Rainforest fragmentation and the structure of small mammal communities in tropical Queensland. **Biological Conservation** 69, 23-32. 1994.

LAURANCE, W.F. Do edge effects occur over large spatial scales? **Trends in Ecology and Evolution** 15, 134–135. 2000.

LINDENMAYER, D.; HOBBS, R.J.; MONTAGUE-DRAKE, R.; ALEXANDRA, J.; BENNETT, A.; BURGMAN, M.; CALE, P.; CALHOUN, A.; CRAMER, V.; CULLEN, P.; DRISCOLL, D.; FAHRIG, L.; FISCHER, J.; FRANKLIN, J.; HAILA, Y.; HUNTER, M.; GIBBONS, P.; LAKE, S.; LUCK, G.; MACGREGOR, C.; MCINTYRE, S.; MAC NALLY, R.; MANNING, A.; MILLER, J.; MOONEY, H.; NOSS, R.; POSSINGHAM, H.; SAUNDERS, D.; SCHMIEGELOW, F.; SCOTT, M.; SIMBERLOFF, D.; SISK, T.; TABOR, G.; WALKER, B.; WIENS, J.; WOINARSKI, J.; ZA VALETA, E. A checklist for ecological management of landscape for conservation. **Ecology Letters** 11, 78-91. 2008.

LOVEJOY, T.E.; BIERREGAARD JR., R.O.; RYLANDS, A.B.; MALCOLM, J.R.; QUINTELA, C.E.; HARPER, L.H.; BROWN JR., K.S.; POWELL, A.H.; POWELL, G.V.N.; SCHUBART, H.O.R.; HAYS, M. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOULE, M.E. (Ed.). **Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity**. Sinauer Associates Inc, Sunderland, Massachusetts. p. 185-257. 1986.

MACEDO, A.C. **Restauração, matas ciliares e de proteção ambiental** (REZENDE, J.V. e ALCÂNTARA, I. (Ed.). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Fundação Florestal, p. 27. 1993.

MANTOVANI, W. **Linhas prioritárias de pesquisa em botânica: fitossociologia e dinâmica de populações de plantas**. Disponível em: < <http://www.rc.unesp.br/xivsbps/Mesa05MWM.PDF> > Acesso em: 13/03/2012.

MARGULIS, S. **Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira**. Banco Mundial. Brasília, Editora Estação Gráfica. 100p. 2003.

MARTINS, F.R. Fitossociologia de florestas do Brasil: um histórico bibliográfico. **Pesquisas, série Botânica** 40, 102-164. 1989.

MARTINS, S.V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 143p. 2001.

MCGARIGAL K.; MARKS, B.J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantify landscape structure**. USDA. Forest Service Pacific Northwest Research Station, Portland, OR 122p. 1995.

MENDHAM, E.; MILLAR, J.; CURTIS, A. Landholder participation in native vegetation management in irrigation areas. **Ecological Management & Restoration** 8, 42-48. 2007.

METZGER, J.P.; BERNACCI, L.C.; GOLDENBERG, R. Pattern of tree species diversity in riparian forest fragments of different widths (SE Brazil). **Plant Ecology** 133, 135-152. 1997.

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

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica** 1(1/2). 2001: <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/fullpaper?bn00701122001+pt> (último acesso em 13/03/2012).

MILLER, H. J.; SHAW, S. GIS-Based Spatial Analysis and Modeling. In: Oxford University Press (ed.). **Geographic Information Systems for Transportation: Principles and Applications**. London, UK. 2001.

MORAES, A.; LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: **Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais, Maringá, PR. Anais**. Maringá : Universidade Estadual de Maringá. p.129-149. 1997.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. John Willey & Sons, New York. 1974.

MUELLER, C.C. Gestão de matas ciliares. In: LOPES, I.V. (ed.). **Gestão Ambiental no Brasil: experiência e sucesso**. Rio de Janeiro, Editora Fundação Getúlio Vargas. p. 185-214. 1998.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution** 10, 58–62. 1995.

MURPHY, H. T.; LOVETT-DOUST, J. Context and connectivity in plant metapopulations and landscape mosaics: does the matrix matter? **Oikos** 105, 3-14. 2004.

NAIDOO, R.; BALMFORD, A.; FERRARO, P.J.; POLASKY, S.; RICKETTS, T.H.; ROUGET, M. Integrating economic costs into conservation planning. **Trends in Ecology & Evolution** 21, 681–687. 2006.

NASCIMENTO, M.C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SILVA, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II. **Revista Árvore** 30(3): 389-398. 2006.

NUNES, F.P.; PINTO, M.T.C. Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica** 7(3).2007: <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn01507032007> (último acesso em 13/03/2012).

OLIVEIRA, A.T.; MARTINS, F.R. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães, MT. **Revista Brasileira de Botânica** 9, 207-223. 1986.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne** 1(1): 64-72. 1994.

OLIVEIRA, M. P. G. **Sistema Espacial de Apoio à Decisão: Modelos para análise do adensamento de atividades econômicas no espaço urbano**. Dissertação de Mestrado, Escola do Governo de Minas Gerais da Fundação João Pinheiro. 1997.

OPDAM, P.; VERBOOM, J.; POUWELS, R. Landscape cohesion: an index for the conservation potential of landscapes for biodiversity. **Landscape Ecology** 18, 113- 126. 2003.

ORIGGI, L.A.F. **Fundamentos de ecologia vegetal**. 2ª parte. Sinecologia. San José: Universidad de Costa Rica. Dept de Biología. (Apostila). 1970.

PAINE, L.K.; RIBIC, C.A. Comparison of riparian plant communities under four land management systems in southwestern Wisconsin. **Agriculture Ecosystems Environment** 92: 93-105. 2002.

PEREIRA, J.L.G.; BATISTA, G.T.; THALÊS, M.C.; ROBERTS, D.A.; VENTURIERI, A.V. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. **Geografia** 26(1): 59-90. 2001.

PEREIRA JR. R.; ZWEEDE, J.; ASNER, G.P.; KELLER, M. Forest canopy damage and recovery in reduced-impact and conventional selective logging in eastern Para, Brazil. **Forest Ecology and Management** 168, 77–89. 2002.

PIELOU, E.C. **Ecological diversity**. New York. John Wiley and Sons. 1975.

PIMM, S.L.; RAVEN, P. Biodiversity: extinction by numbers. **Nature** 403, 843–845. 2000.

RIBEIRO, M.C. **Modelos de simulação aplicados à conservação de paisagens fragmentadas da Mata Atlântica brasileira**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2010. 277p.

RICKETTS, T.H. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. **Am. Nat.** 158, 87-99. 2001.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. e LEITÃO-FILHO, H. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2 ed. p. 235-247. 2000.

RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. e LEITÃO-FILHO, H. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2 ed. p. 45-71. 2000.

SALA, O.E.; CHAPIN, F.S.; ARMESTO, J.J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; SANWALD, E.H.; HUENNEKE, L.F.; JACKSON, R.B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D.M.; MOONEY, H.A.; OESTERHELD, M.; POFF, N.L.; SYKES, M.T.; WALKER, B.H.; WALKER, M.; WALL, D.H. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science** 287,1770-1774. 2000.

SALAMENE, S.; FRANCELINO, M.R.; VALCARCEL, R.; LANI, J.L.; SÁ, M.M.F. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do rio Guandu, RJ. **Revista Árvore** 35(2): 221-231. 2011.



SAMPAIO, A.B.; WALTER, B.M.T.; FELFILI, J.M. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na micro-bacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. **Acta Botanica Brasilica** 14(2): 197-214. 2000.

SANTOS, G.V.; DIAS, H.C.T.; SILVA, A.P.S.; MACEDO, M.N.C. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do Córrego do Romão dos Reis – Viçosa, MG. **Revista Árvore** 31(5): 931-940. 2007.

SCHORN, L. **Fitossociologia**. Universidade Regional de Blumenau. Centro de Ciências Tecnológicas. Departamento de Engenharia Florestal. Acad. Sabine Lanzer (Apostila). 2001.

SCOLFORO, J.R. **Inventário Florestal**. Lavras: ESAL/FAEPE. 1993.

SHIMWELL, D.W. **The description and classification of vegetation**. London: Sidgwick and Jackson xiv. (Biology Series). 1971.

SILVA JÚNIOR, M.C. Comparação entre matas de galeria no Distrito Federal e a efetividade do código florestal na proteção de sua diversidade arbórea. **Acta Botanica Brasilica** 15(1): 139-146. 2001a.

TAYLOR, P.D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K.; MERRIAM, G. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos** 68, 571-573. 1993.

TILMAN, D.; KAREIVA, P. **Spatial ecology: the role of space in population dynamics and interspecific interactions**. Princeton University Press, Princeton. NJ. 1997.

TISCHENDORF, L.; FAHRIG, L. How should we measure landscape connectivity? **Landscape Ecology** 15, 633–641. 2000.

TRES, D.R.; GUINLE, M.C.T.; FREITAS, Z.H. Exemplos de restauração- mata ciliar. In: **Apostila de restauração ambiental sistêmica do laboratório de ecologia florestal**. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Botânica. 2011.

TURNER, M.G. Spatial simulation of landscape changes in Georgia: a comparison of 3 transition models. **Landscape Ecology** 1(1): 27-39. 1987.

UHL, C.; VERÍSSIMO, A.; MATTOS, M.M.; BRANDINO, Z.; VIEIRA, I.C.G. Social, economic, and ecological consequences of selective logging in an Amazon frontier – the case of Tailândia. **Forest Ecology and Management** 46, 243-273. 1991.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica** 23(3): 231-253. 2000.

VELOSO, H.P. As comunidades e as estações botânicas de Teresópolis, estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Museu Nacional. Boletim do Museu Nacional. **Série Botânica** 3. 1945.

VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. **Forest Ecology and Management** 55, 169-199. 1992.

VIEIRA, M.J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L.; TORRADO, P.V.; MACHADO, J. (Ed.). **Atualização em plantio direto**. Campinas : Fundação Cargill, p.163-179. 1985.

VZZOTTO, V.R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural** 30(6): 965-969. 2000.

WHITMORE, T.C. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. In: LAURANCE, W.F. e BIERREGAARD JR., R.O. (Ed.). **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities**. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. p. 3-12. 1997.