

Dinâmica da paisagem ripária do rio Pitangui no
Primeiro Planalto Paranaense entre 1953 e 2012Riparian landscape dynamic of Piranguí river in
First Plateau of Paraná between 1953 and 2012Tiaro Katu Pereira¹, Franklin Galvão², Rosemeri Segecin Moro³,
Christel Lingnau⁴ e Silvio Frosini de Barros Ferraz⁵

Resumo

Neste trabalho analisou-se a dinâmica espaço-temporal da paisagem ripária do rio Pitangui, nos municípios de Castro, Carambeí e Ponta Grossa. Foram considerados os anos de 1953, 1980, 2001 e 2012 para verificar os efeitos dos sucessivos ciclos econômicos sobre a paisagem ripária da região dos Campos Gerais. Empregou-se análise espacial, métricas e indicadores para acompanhar as unidades da paisagem – vegetação florestal (VF), vegetação herbácea (VH) e áreas antrópicas (AA). Em 1953, a vegetação nativa constituía 99,5% da área; em 1980, as transformações ocorridas expressam mudanças nas práticas de uso, com a exploração de madeira como fonte energética e abertura gradativa de áreas para agricultura - áreas de VF diminuíram 13,4%. Em 2012 as AA, algumas com alta intensidade de uso agrícola, passaram a ocupar 12% da planície ripária (175,5 ha). Enquanto a VF expandiu 5,5%, possivelmente pela mudança nas formas de exploração e intensificação de ações voltadas para a preservação de florestas ripárias, áreas de VH contabilizaram uma redução de 14,5%, substituídas principalmente por áreas agricultáveis e, recentemente, por plantios de espécies exóticas. Embora se perceba pouca variação nos índices de forma e conectividade, foi constatado um aumento na heterogeneidade da paisagem devido a fragmentação imposta pelas AA intercaladas. Os resultados evidenciam a influência dos períodos econômicos, vinculados a interesses socioambientais e dispositivos legais, na dinâmica da paisagem. A VH foi mais afetada, o que remete às práticas de manejo e às políticas públicas equivocadas no passado, e que a recente aprovação da Lei Florestal torna consolidados.

Palavras-chave: Planície Aluvial; Mudanças Espaço-temporais; Uso do solo.

Abstract

In this paper, we analyze the space-temporal dynamics of the riparian landscape of the *Pitangui* River, in Castro, Carambeí, and Ponta Grossa. We considered the years of 1953, 1980, 2001 and 2012 to verify the effects of successive economic cycles on the riparian landscape of the *Campos Gerais* region. Spatial analysis, metrics and indicators to monitor the landscape units were used: forest vegetation (VF), herbaceous one (VH) and land use (AA). In 1953, the native vegetation comprehended 99.5% of the area; in 1980, the changes expressed transformation in practices of use, exploitation of wood as energy sources and gradual opening of agricultural areas - VF areas decreased 13.4%. In 2012 the AA, some with high intensity agricultural use, occupied 12% of the riparian plain (175, 5 ha). While the VF expanded 5.5 percent, possibly due to the change in the forms of exploitation and intensification of actions directed to the preservation of riparian forests, VH areas accounted for a 14.5% reduction, replaced mostly by farm lands and recently, by exotic plantations. Although we could notice little variation in shape and connectivity, an increase in landscape heterogeneity was found due to fragmentation imposed by interspersed AA. The results show the influence of economic cycles linked to environmental and legal interests, on the landscape changes. The VH was the most affected, due to management practices and misguided public policies in the past, which the recent approval of the forestry law consolidated.

Keywords: riparian plain; space-temporal dynamics; land use.

¹Doutorando em Engenharia Florestal. UFPR – Universidade Federal do Paraná. Rua Lothário Meissner, 632 - Jardim Botânico - 80210-170 - Curitiba, PR, Brasil. E-mail: tkpereira@live.com

²Professor Sênior do Departamento do Ciências Florestais. UFPR – Universidade Federal do Paraná. Rua Lothário Meissner, 632 - Jardim Botânico - 80210-170 - Curitiba, PR, Brasil. E-mail: fgalvao@ufpr.br

³Professor Sênior do Curso de Pós-Graduação em Geografia. UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Av. Carlos Cavalcanti, 4748 – Uvaranas - 84030900 - Ponta Grossa, PR – Brasil. E-mail: moro.uepg@gmail.com

⁴Professor Adjunto no Departamento do Ciências Florestais. UFPR – Universidade Federal do Paraná. Rua Lothário Meissner, 632 - Jardim Botânico - 80210-170 - Curitiba, PR, Brasil. E-mail: lingnau@ufpr.br

⁵Professor associado do Departamento de Ciências Florestais. USP – Universidade de São Paulo / ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal - 13418900 - Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: silvio.ferraz@usp.br

INTRODUÇÃO

A paisagem pode ser definida, de forma abrangente, como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, tendo suas dimensões definidas conforme o interesse da análise (METZGER, 2001). Os processos oriundos da interatividade dos diversos agentes resultam em mudanças na paisagem, conferindo dinamismo e promovendo a constante evolução do mosaico (FORMAN; GODRON, 1986; TURNER, 1989). As mudanças podem ter causas naturais, como oscilações climáticas e processos ecológicos, ou pela ação humana, como desmatamento e cultivo agrícola, sendo interdependentes na paisagem, afetando-se uns aos outros conforme sua escala e intensidade.

A partir da modelagem cronológica das propriedades estruturais e espaciais de paisagens torna-se possível observar a organização do mosaico e avaliar as implicações das mudanças em cenários distintos, levando-se em conta as características dos processos ao longo do tempo (BAKER, 1989; TURNER *et al.*, 2001). Desta forma, a análise das mudanças espaço-temporais permite elucidar questões acerca dos processos, causas e consequências para a paisagem.

A planície aluvial estudada resguarda uma alta proporção de cobertura vegetal predominantemente nativa e apresenta os padrões de uso do solo regionais. Na região, as transformações socioeconômicas e tecnológicas iniciadas em meados de 1960, com a modernização e expansão da agricultura modificando áreas naturais (CODESUL, 1976; FRANCO; PEREIRA, 2008), estimularam avanços nas formas de manejo e ações voltados para o uso racional e monitoramento do patrimônio natural, incluindo técnicas agrícolas, dispositivos legais e levantamentos por sensoriamento remoto. Mesmo ciente de experiências equivocadas do passado, áreas ainda são utilizadas sem considerar o potencial de impactos possíveis.

A abordagem da paisagem ripária para análise incide sobre o valor ambiental e socioeconômico dos recursos hídricos, devido à interdependência dessas áreas com a água e sua importância para a manutenção dos processos hidroecológicos (MALANSON, 1993). Com tal característica, inclui a única porção da bacia potencialmente protegida de intervenções pela legislação ambiental.

Neste trabalho buscou-se analisar os processos de mudanças na paisagem ripária do rio Pitangui em sua porção no Primeiro Planalto, entre 1953 e 2012, visando verificar se: (i) Os principais promotores das mudanças na paisagem foram atividades humanas? (ii) Em qual época as alterações foram mais intensas? (iii) Qual a região da planície foi mais afetada pela instalação de áreas antrópicas?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Este estudo contempla a planície de inundação do segmento superior do rio Pitangui, localizada no Primeiro Planalto Paranaense, a montante da Represa de Alagados, entre 925 e 985 metros s.n.m. (UEPG, 2002) (Figura 1). Inserido em uma região de alta heterogeneidade, o rio nasce e drena áreas no Primeiro Planalto Paranaense, continuando seu curso no Segundo Planalto após transpor o desnível da Escapa Devoniana. Enquanto que no Segundo Planalto os cursos d'água da bacia frequentemente fluem escavando *cânions* em rochas sedimentares, no Primeiro os principais rios formam extensas planícies depositando sedimentos sobre rochas graníticas (MELO *et al.*, 2010). O Pitangui representa o padrão típico da região por ser um rio antecedente e por desenvolver ampla planície de inundação antes de transpor a escarpa.

A planície se encontra sobre sedimentos inconsolidados do Quaternário recente, embasados por rochas do Complexo Granítico Cunhaporanga, do Proterozóico Superior, alojadas em direção NE-SW. A região apresenta inúmeros diques intrusivos de diabásio orientados direção NW-SE, relacionados à evolução da Bacia do Paraná, do Mesozóico (MINEROPAR, 2001). Esse arcabouço geológico imprime forte controle sobre estruturas geomorfológicas e hidrográficas. Na região predominam declividades menores que 6%, formas com topos alongados e aplainados, vertentes convexo-côncavas e vales abertos de fundo chato, onde a direção geral da morfologia é NW/SE (MINEROPAR, 2006). A hidrografia é marcada por cursos encaixados nos lineamentos estruturais, com padrão subparalelo a subdendrítico (UEPG, 2002).

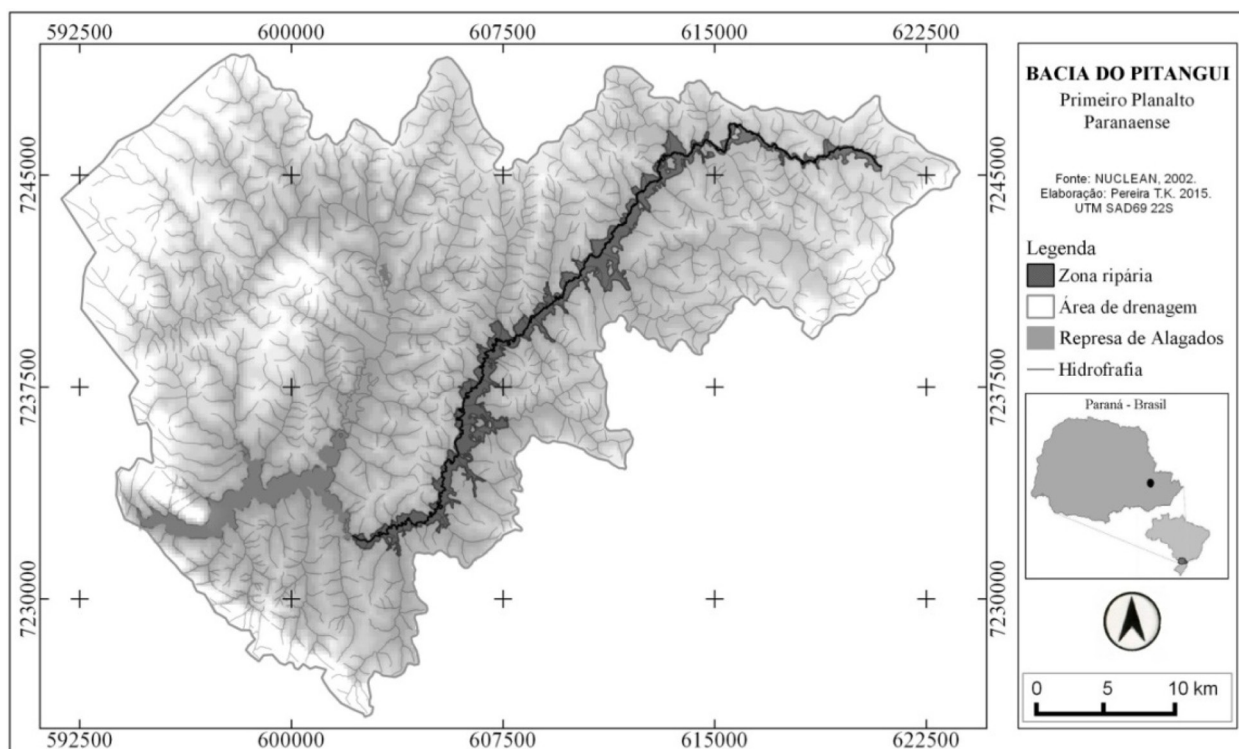


Figura 1. Localização da área de estudo: zona ripária do rio Pitangui.

Figure 1. Location of the study area: riparian zone of Pitangui River.

O clima na região é do tipo Cfb de acordo com Koeppen, isto é, zona temperada sempre úmida. A temperatura média anual está entre 18° e 19°C, com precipitação média anual entre 1.400 e 1.800 mm, sendo o período mais seco de junho a agosto, com média de 250 a 350 mm, e o período mais chuvoso de dezembro a fevereiro, com média de 500 a 600 mm (CAVIGLIONE et al., 2000; CRUZ, 2007).

Os solos são principalmente organossolos méscicos, nas áreas hidromórficas, e gleissolos mênlicos, nas áreas semi-hidromórficas (FASOLO et al., 2002).

A vegetação nativa constitui um mosaico de manchas de floresta ripária, classificada como Floresta Ombrófila Mista Aluvial (FOMA), combinadas com áreas de vegetação herbáceo-arbustiva, classificada como Formação Pioneira com Influência Fluvial (IBGE, 2012), conhecida como várzea. Na vegetação florestal ripária da região predomina a espécie *Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg. (Euphorbiaceae), conhecida como branquilha, combinada com espécies de Myrtaceae, Salicaceae, Sapindaceae e Rubiaceae (BARDDAL et al., 2004; MORO, 2010). A vegetação herbácea varia conforme a saturação hídrica, incluindo fitofisionomias de maior porte (1 a 2m) geralmente dominadas por espécies de Poaceae, Apiaceae e Cyperaceae, e de menor porte (1m) com espécies de Eriocaulaceae, Cyperaceae e Asteraceae (KOZERA et al., 2009). Nas bacias de inundação, ocorrem macrófitas das famílias Azollaceae, Salviniaceae, Begoniaceae, Juncaceae e Pontederiaceae (KOZERA et al., 2009; MORO, 2010).

O uso do solo da região apresenta longo histórico de intervenções, que inclui a retirada intensa de araucárias na década de 1940 até aproximadamente os anos de 1949-1951 (BITTENCOURT, 2013; LAVALLE, 1993) e, em menor proporção na região do Pitangui, a supressão das florestas secundárias, consecutivamente, a cada quatro ou cinco anos, dando lugar a plantações extensivas (MAACK, 1981). Posteriormente, a expansão do agronegócio promoveu a abertura de novas áreas de cultivo (FRANCO; PEREIRA, 2008). Atualmente, o uso é caracterizado pela agricultura em médias e grandes propriedades, bem como unidades rurais de base familiar. As atividades agropecuárias intensivas típicas da região envolvem grandes parcelas do território, uso elevado de fertilizantes químicos e agrotóxicos (WEIRICH NETO; ROCHA, 2007; ROCHA; WEIRICH NETO, 2010). Também são desenvolvidas atividades como pecuária extensiva e leiteira, reflorestamento com espécies exóticas, mineração, além de áreas urbanizadas com estradas e pontes (ROCHA; WEIRICH NETO, 2010). A intervenção mais drástica foi o represamento do rio Pitangui, em 1939, com finalidade original de geração de energia elétrica, que incluiu mais tarde, em 1977, o fornecimento de água

para abastecimento público, atividades de lazer e recreação, balneário, pesca e prática de esportes aquáticos (UEPG, 2002).

Conjunto de dados

Para o estudo foram utilizadas fotos aéreas dos anos 1953 e 1980 (1:25.000) disponibilizadas pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geociências – ITCG, ortofotos de 2001 juntamente com arquivos vetoriais da rede hidrográfica e curvas de nível (1:10.000), cedidas pelo Núcleo de Estudos em Meio Ambiente da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/NUCLEAM, e imagens *RapidEye* de 2012 (1:25.000), cedidas pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA. As ortofotos de 2001 foram usadas como imagem referência para o registro das fotografias de 1953 e 1980 e assim como as imagens *RapidEye*. A partir das imagens georeferenciadas as classes de uso do solo foram vetorizadas.

Delimitação e classificação da paisagem ripária

A delimitação da zona ripária e o mapeamento da cobertura do solo foram realizados por fotointerpretação para cada ano. Para a identificação e a delimitação das áreas foi considerado o porte da cobertura, em termos de coloração e textura da imagem, e sua relação com a topografia, posteriormente verificadas em campo. Como critério, foi considerado apenas o curso do rio com água corrente, descartando os trechos lânticos da região represada. Para a definição da amplitude lateral, foi adotado o nível máximo das inundações periódicas (ARIZPE *et al.*, 2008; ATTANASIO *et al.*, 2006) e, adicionalmente, para maior precisão, foram realizadas prospecções de solos transversais ao canal, considerando a abrangência dos solos hidromórficos e semi-hidromórficos como limites da área, excluindo-se os não-hidromórficos. A diferenciação dos solos foi baseada em atributos como a profundidade do caráter hidromórfico e características como cor, gleização e mosqueados (CURCIO, 2006).

A área ripária foi compartimentada e classificada conforme a cobertura do solo nas Unidades de Paisagem (UPs): *Vegetação Florestal (VF)*; *Vegetação Herbácea (VH)*; e *Áreas Antrópicas (AA)*. As AA incluem áreas sem cobertura vegetal, terrenos drenados, lavouras, pastagens, estradas e benfeitorias contidas nos limites considerados, que caracterizem alteração na cobertura vegetal nativa.

Análise da dinâmica da paisagem ripária

As mudanças na paisagem foram analisadas por meio de índices e métricas. No programa FRAGSTATS Versão 3 (McGARIGAL *et al.*, 2002), para cada ano, foram calculados: área total; número de manchas; porcentagem da paisagem ocupada pelas UPs; Índice de Diversidade e de Uniformidade de Shannon; Índice de Justaposição/Interpolação (IJI); índice de forma médio das UPs (Shape) e distância média entre as manchas (ENN).

No programa ArcGIS 9.3, com a extensão LUCAT – *Land-Use Change Analysis Tools 1.21* (FERRAZ *et al.*, 2009; FERRAZ *et al.*, 2011) foram calculados: o Índice de Intensidade do Uso (LUI), para as AA, cujo valor aumenta com a permanência do uso ao longo do tempo, até 100% ao ano, quando a área for totalmente convertida para AA no primeiro ano analisado e perdurar até o último; e a Taxa de Conversão Anual (q), que calculada para VF e VH, quantifica as alterações da vegetação nativa, aumentando quanto mais rápidas forem as mudanças, até 100% ao ano, em que valores negativos representam redução, e positivos, regeneração da vegetação. Para o cálculo desses índices a área foi segmentada em 2.190 quadrantes de 1,0 ha, considerando uma variação naqueles situados nos limites, que tiveram área reduzida devido ao recorte espacial da planície.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dinâmica da paisagem ripária do rio Pitangui

A paisagem ripária do rio Pitangui, com 1.458,6 ha, apresentava cobertura majoritariamente de vegetação nativa – VF e VH – (99,5%) em 1953, do que se deduz o pouco efeito do ciclo da madeira sobre estas áreas ripárias, até porque a araucária é uma espécie que não tolera solos hidromórficos (CURCIO *et al.* 2007). No ano de 1980 foram observadas amplas áreas antrópicas concentradas em sua porção central, que se multiplicaram à montante nos anos subsequentes e à jusante mais recentemente, em 2012 (Figura 2).

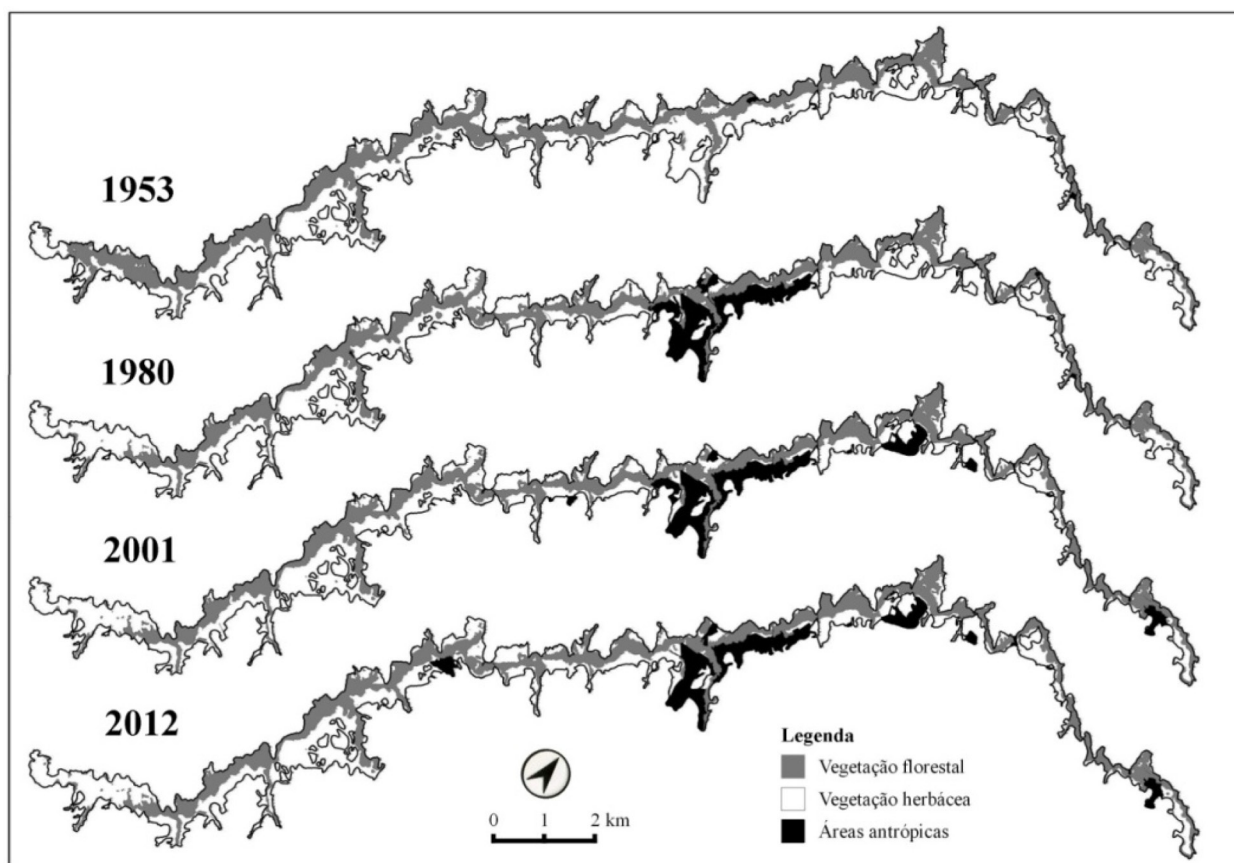


Figura 2. Mudanças na paisagem ripária do rio Pitangui.
Figure 2. Changes in the riparian landscape of the Pitangui River.

Na proximidade distal onde o rio se alarga na represa de Alagados, algumas áreas que apresentavam vegetação florestal em 1953 aparecem ocupadas por vegetação herbácea em 1980. Relatos de moradores dão conta da existência de carvoarias na área até esta data, as quais foram responsáveis também pela retirada de branquinho das áreas semi-hidromórficas próximas (REISEMBERG, 1973).

Os índices de diversidade de uniformidade da paisagem aumentaram após 1953 (SHDI = 0,72; SHEI = 0,65), até 2001 e 2012 (SHDI = 0,98; SHEI = 0,89). A elevação destes índices reflete o aumento em número e tamanho das áreas antrópicas, e a maior igualdade na distribuição da área entre as UPs, ante a redução das nativas. Tal mudança se verifica pela variação no Índice de Justaposição (IJI) da paisagem, que passou de 19,2 em 1953 para 51,7 em 1980, em função do aumento no número de AA intercaladas entre as áreas nativas. De acordo com Turner (1989), o tamanho e a diversidade de habitats influenciam os padrões de abundância de espécies. Assim, a alteração de áreas nativas interferiu na manutenção desse ambiente, tanto pelo represamento do rio quanto pela supressão da vegetação original. Cabe salientar que em uma paisagem, os processos ocorrem em várias escalas espaciais e temporais (BAKER, 1989), e especialmente nas áreas ribeirinhas, distúrbios naturais são os promotores primários de mudanças, em que a dinâmica do canal e as inundações causam constantes transformações espaciais (MALANSON, 1993). No entanto, as mudanças decorrentes da ação humana afetam os ecossistemas ribeirinhos de forma complexa, em diversas escalas, direta e indiretamente, conforme a magnitude e o caráter das intervenções, podendo causar alterações hidrológicas e nos fluxos de sedimento e nutrientes, decréscimo na qualidade de habitats e na biodiversidade (ALLAN, 2004).

Áreas Antrópicas (AA)

As áreas antrópicas da paisagem ripária do rio Pitangui, que no ano de 1953 somavam 7,03 ha (0,48% da paisagem), distribuídas em 13 manchas, foram ampliadas em 1980 para 150,18 ha (10,29%) em 20 manchas, e em 2001 para 179,33 ha (12,29%) em 18 manchas, somente sendo reduzidas em 2012 para 175,57 ha (12,04%) em 15 manchas (Figura 3). A variação no tamanho das AA não foi acompanhada de variação expressiva no número de manchas, em consequência da expansão e da fusão de algumas áreas, totalizando 116ha ocupados pelas duas maiores manchas em 2012.

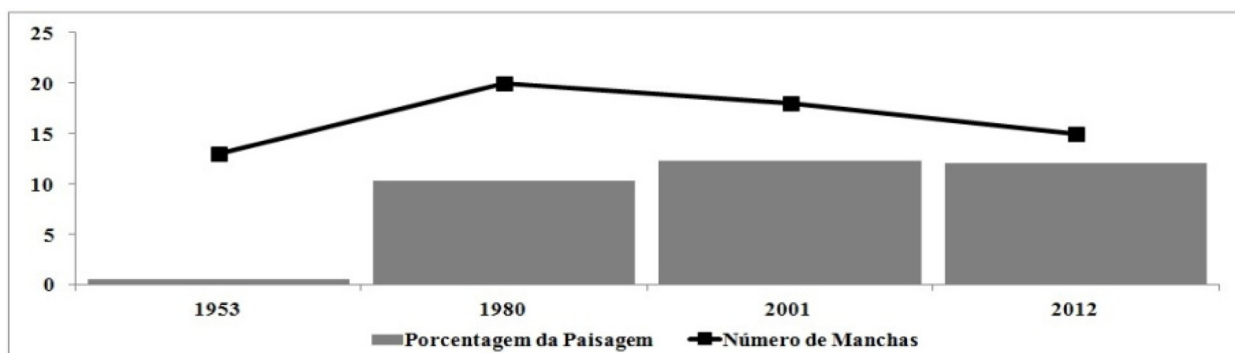


Figura 3. Porcentagem da paisagem e número de áreas antrópicas (AA).

Figure 3. Landscape percentage and number of patches of disturbed areas (AA).

A distribuição das AA conforme o índice LUI, demonstra 188 quadrantes com alta intensidade de uso, situados na região central da planície, constatados em 1980 e nos anos seguintes. Outros 234 quadrantes com intensidade de até 30% ao ano, verificados a partir de 2001, situam-se principalmente na região superior da planície, majoritariamente formando duas manchas. Os 31 quadrantes com LUI igual a 0% representam AA mapeadas somente em 2012, que mesmo sem valor representativo demonstram que houve conversão de áreas nativas após 2001, sobretudo, para silvicultura (Figura 4). Segundo Allan (2004), avaliar a extensão do uso antrópico não é suficiente para prever suas implicações em rios que drenam paisagens agrícolas. Portanto, a caracterização das AA quanto à intensidade e seu arranjo na paisagem fornece informações adicionais para a formulação de estratégias de conservação e manejo específicas conforme as diferentes condições históricas (FERRAZ *et al.*, 2009).

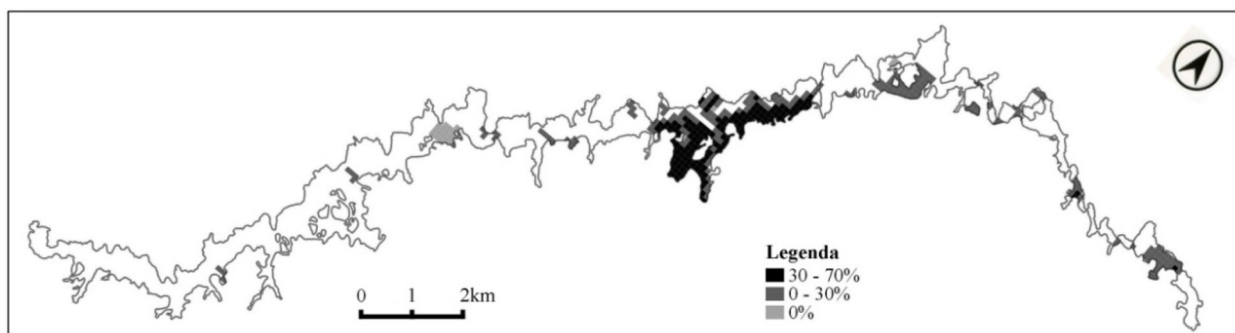


Figura 4. Índice de Intensidade de Uso (LUI) para as áreas antrópicas (AA).

Figure 4. Use intensity index (LUI) for anthropic areas (AA).

Os altos índices de uso registrado nessas áreas, após drenagem e cultivo agrícola mantido durante longos períodos, pode ter provocado mudanças irreversíveis, como compactação do solo e alteração do fluxo hidrológico (NRC, 2002). Além da perda de áreas nativas, o uso das planícies mediante a drenagem por canais artificiais, afeta a dinâmica de sucessão da vegetação, causando a fragmentação da cobertura e alterando a conectividade proporcionada pelos pulsos de inundação, essenciais para a manutenção das espécies desses ambientes (DECAMPS *et al.*, 1988; AUBLE *et al.* 1994).

Vegetação Florestal (VF)

A vegetação florestal da planície de inundação do rio Pitangui foi reduzida de 687,75 ha, quando ocupava 47,15% da paisagem ripária em 1953, para 595,26 ha (40,81%) em 1980. Em 2001 foi registrada a expansão das áreas de VF atingindo 630,22 ha (43,21%) em 2012. Contudo, o número de fragmentos variou de 81 para 86.

As mudanças na VF analisadas pelo índice q mostram 100 quadrantes em que houve substituição total por outra classe ($q = -100\%/ano$), a maioria situada à jusante. Ao longo da área estão dispostos 303 quadrantes com redução da VF em até 20% ao ano (Figura 5). O aumento do uso do solo na região e as formas de manejo afetaram as áreas ripárias. Os níveis de erosão e perda de sedimento

criaram-se progressivamente desde 1952, o que acarretou no assoreamento do reservatório (LEMOS et al., 2011; SILVA et al., 2013). A diminuição da área de VF até 1980 se deu principalmente pela extração de madeira para energia (REISEMBERG, 1973).

Foram registrados 370 quadrantes com regeneração de até 20% ao ano ao longo da paisagem. O aumento na área de VF registrado após 1980 também foi observado por MORO et al. (2005) no entorno da represa de Alagados. Este pode estar vinculado à mudança de práticas e à adequação a legislação em algumas propriedades. Embora vigorasse desde 1965 a Lei nº 4.771 – Código Florestal, que incluía as margens dos rios como áreas de preservação permanente, apenas através da Lei nº 6.938, de 1981 – Política Nacional do Meio Ambiente, e da edição da Lei de Crimes Ambientais ou Lei nº 9.605/98, regulamentaram-se instrumentos importantes como a responsabilização penal da pessoa jurídica. Adicionalmente, a Lei nº 8.171/1991 – Política Agrícola dispõe sobre a integração entre produção e preservação do meio ambiente. Este arcabouço legal, aliado ao fato da área de manancial estar localizada em uma região considerada de extrema importância para a conservação (MMA/SBF, 2002), acarretou em um aumento na fiscalização e no monitoramento da área desde então.

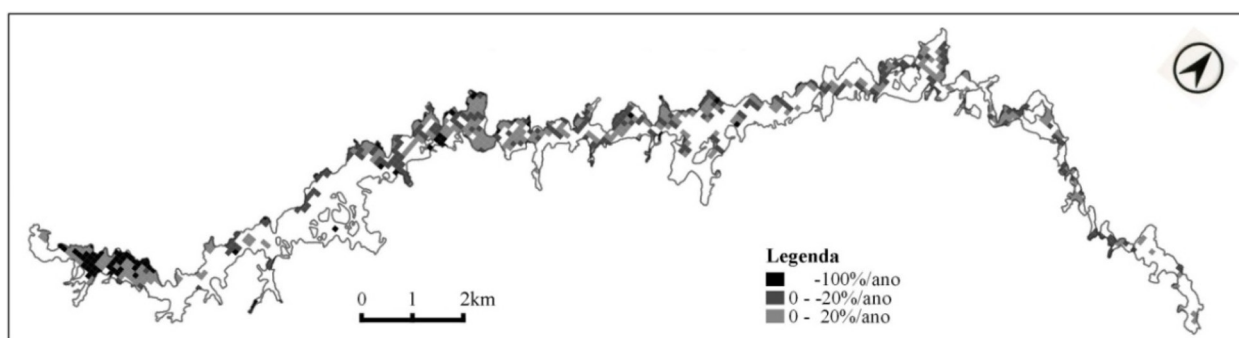


Figura 5. Taxa de Conversão Anual (q) da vegetação florestal (VF).

Figure 5. Annual conversion rate (q) of forest vegetation.

Para a configuração da VF, observou-se que o recorte espacial das áreas se tornou mais simplificada no decorrer do tempo, resultado do aumento da fronteira com AA, as quais apresentam formas mais retilíneas, característica marcante de áreas cultivadas (FORMAN; GODRON, 1986). Foi registrada pequena variação na distância média entre os fragmentos de VF, com o maior valor no ano de 2012 (67,7m), indicando maior isolamento de algumas áreas. O IJI para a vegetação florestal foi afetado pelo surgimento de AA intercaladas, passando de 21,6 em 1953 para 51,2 em 1980 (Figura 6).

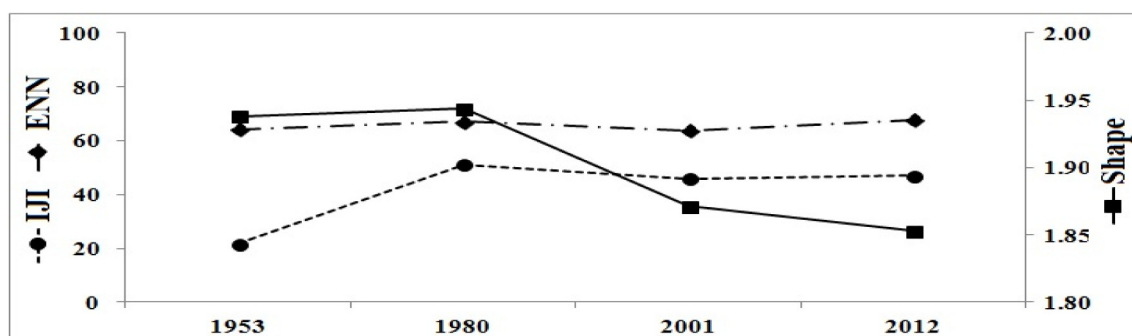


Figura 6. Métricas da paisagem vegetal florestal (VF).

Figure 6. Metrics of Forest landscape (VF).

Segundo Turner (1989), a forma e o arranjo espacial das áreas influenciam nos padrões de diversidade e dispersão das espécies, considerando o comportamento dos indivíduos em relação à resistência da paisagem. Nesse sentido, as mudanças ocorridas impuseram maior heterogeneidade nessa paisagem, o que, somado ao fato de estar inserida em uma região de intensa expansão agrícola, pode ter condicionado os fluxos biológicos no decorrer do tempo. Considerando o ambiente fluvial como corredor ecológico, as alterações causadas nessa paisagem podem ter afetado os fluxos biológicos e interferido no desenvolvimento das comunidades nativas.

Vegetação Herbácea (VH)

A VH do rio Pitangui foi reduzida sucessivamente ao longo dos anos, de 763,83 ha distribuídos entre 111 fragmentos em 1953, quando ocupava 52,37% da paisagem, para 652,81 ha em 106 fragmentos no ano de 2012, com 44,76%. Mesmo com a expansão entre 1953 e 1980 nas proximidades da represa, houve redução da VH no período, frente à dimensão das AA originadas. De forma geral, os valores avaliados para a estrutura da VH foram diminuindo no decorrer dos anos, demonstrando a pressão exercida sobre esses ambientes, altamente ameaçados pela expansão agrícola no planalto sul brasileiro (JUNK *et al.*, 2014).

A intensidade das mudanças na VH analisada pelo índice q mostra 296 quadrantes com valor de -100% ao ano, os quais tiveram toda a vegetação herbácea substituída por outra cobertura, predominantemente por AA, a maior parte observada em 1980 na porção central da paisagem. Ao longo da área ocorrem 349 quadrantes em que foram suprimidos menos que 20% ao ano da VH. Foram registrados 325 quadrantes com regeneração branda da VH distribuídos ao longo da área, em que o índice q não superou os 20% ao ano. Na região jusante concentram-se 39 quadrantes que apresentaram valor igual a 100% ao ano, demonstrando a mudança ocorrida nos anos iniciais quando a vegetação herbácea substituiu a florestal (Figura 7).

Considerando a influência da estrutura da paisagem nos processos ecológicos (TURNER, 1989), a identificação dos fatores e a magnitude das mudanças tornam-se importantes para avaliar os efeitos da variação nos padrões espaciais para a manutenção do ambiente ribeirinho. Tratando-se de um corredor natural, localizado entre áreas protegidas de uma região com grande importância para a conservação, as formas de manejo deveriam evitar a fragmentação, o isolamento e o efeito de borda, garantindo a preservação dessas áreas, visto que os movimentos biológicos tem maior efetividade em corredores naturais (GILBERT-NORTON *et al.*, 2010).

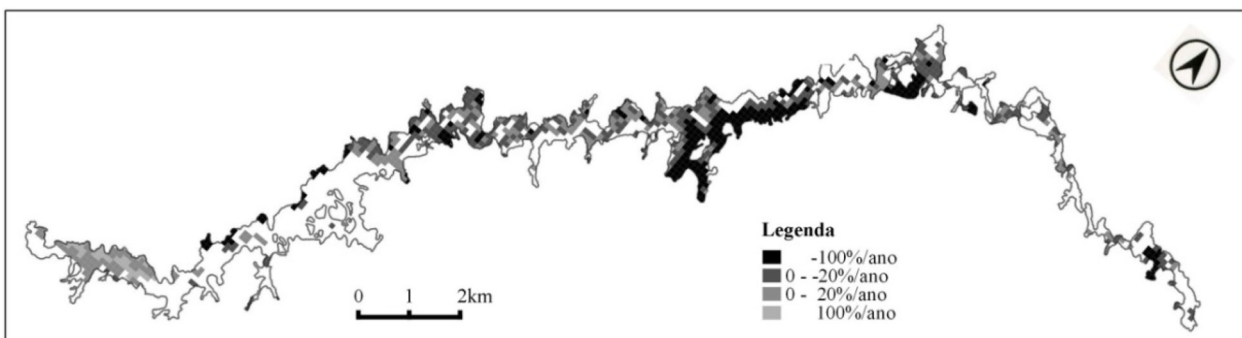


Figura 7. Taxa de Conversão Anual (q) da vegetação herbácea (VH).

Figure 7. Annual conversion rate (q) of herbaceous vegetation (VH).

Quanto à configuração das VH, houve pequena variação na forma e na distância média entre as áreas. No entanto, como nas demais classes, o IJI apresentou grande variação para a VH entre 1953 e 1980, de 9,4 para 36,9, revelando um aumento da heterogeneidade da paisagem ripária do rio Pitangui (Figura 8).

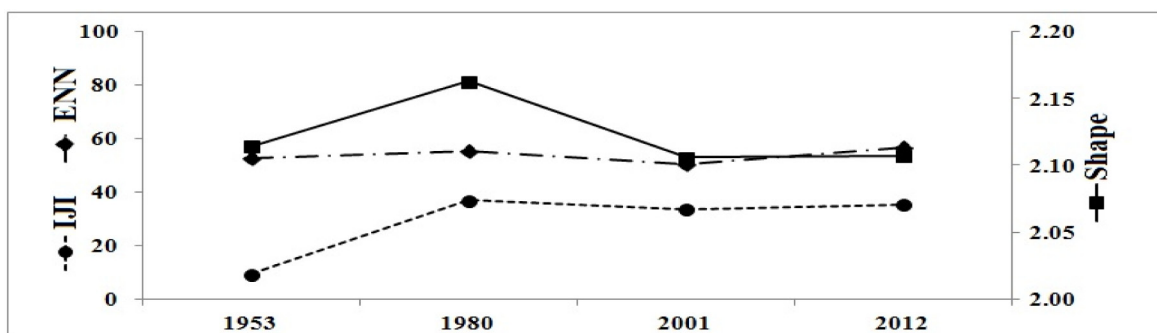


Figura 8. Métricas da paisagem vegetal herbácea (VH).

Figure 8. Metrics of herbaceous landscape (VH).

Os resultados evidenciaram grandes mudanças na paisagem ripária herbácea em virtude da supressão de áreas nativas. O avanço agrícola iniciado na década de 60 promoveu a abertura de áreas para cultivo, contabilizando um acréscimo de 21,8% até a década de 70 na região (CODESUL, 1976; FRANCO, 2006). Posteriormente, o governo federal criou o PROVÁRZEAS – Programa Nacional de Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis (Decreto 86.146/1981), que visava ampliar a área agricultável sobre as planícies inundáveis dos rios (SANTANA; NASCIMENTO, 2012). Independe de vínculo com o programa, extensas áreas de uso foram instauradas na planície do rio Pitangui, registradas nesta avaliação entre 1980 e 2012, e que implicaram uma redução de 15% nas áreas de VH, mesmo após a publicação da Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP 005/2008, que define critérios para avaliação das áreas úmidas e seus entornos protetivos. Além disso, as intervenções nas áreas ripárias anteriores a Julho de 2008 são consideradas consolidadas conforme a Lei Florestal 12.651/2012, sendo dispensadas de recuperação. Concordantemente, a Lei Estadual 18.295/2014, regulamentada pelo Decreto 2.711, de 05 de novembro de 2015, que trata do Programa de Regularização Ambiental (PRA) no Paraná não menciona áreas de VH como passíveis de readequação.

CONCLUSÕES

Os resultados evidenciaram as transformações na paisagem ripária ocorridas nos últimos 60 anos, entre 1953 e 2012, as quais expressam mudanças nas práticas de uso, com a exploração de madeira como fonte energética e abertura gradativa de áreas para agricultura. A paisagem ripária do Pitangui, que em 1953 era constituída majoritariamente por vegetação nativa, em 1980 teve grande parte ocupada por áreas antrópicas, configurando a época de mudanças mais intensas registradas por esta análise. A vegetação nativa herbácea foi reduzida sucessivamente ao longo dos anos, teve parte convertida em amplas áreas antrópicas mapeadas em 1980 na região central da planície e em 2001 a montante e a jusante. A vegetação florestal regenerou-se naturalmente em alguns pontos após 1980, o que pode ser vinculado à maior pressão da sociedade no cumprimento da legislação ambiental vigente e aumento da fiscalização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, J. D. Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Palo Alto, v. 35, p. 257-284, 2004.
- ARIZPE, D.; MENDES, A.; RABAÇA, J. E. (Eds.). *Sustainable Riparian Zones: a Management Guide*. Valência: Generalitat Valenciana, 2008. 287 p.
- ATTANASIO, C. M.; LIMA, W. P.; GANDOLFI, S.; ZAKIA, M. J. B.; VENIZIANI JR., J. C. T. Método para a identificação da zona ripária: microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP). *Scientia Florestalis*, Piracicaba, n. 71, p. 131-140, 2006.
- AUBLE, G. T.; FRIEDMAN, J. M.; SCOTT, M. Relating riparian vegetation to present and future streamflows. *Ecological Application*, Washington, v. 4, n. 3, p. 544-554. 1994.
- BAKER, W. L. A review of models of landscape change. *Landscape Ecology*. v. 2, n. 2, p. 111-133. 1989.
- BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, E.; CURCIO, G. R. Fitossociologia do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Araucária, PR. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 35-45.
- BITTENCOURT, J. S. *O Indez: nossa vida, nossa lida*. Ponta Grossa: Estúdio Texto, 2013.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. *Cartas climáticas do Paraná*. Londrina: IAPAR, 2000. CD

CODESUL - CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO DO EXTREMO SUL. **Subdivisão, posse e uso da terra no Paraná.** 1976. Disponível em: < http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/subdivisao_posse_terra_pr_16_76.pdf >. Acesso: 13 dez. 2013.

CRUZ, G. C. F. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007. p. 59-72.

CURCIO, G. R. **Relações entre Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Fitossociologia nas planícies fluviais do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil.** 510 p. 2006. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CURCIO, G. R.; GALVÃO, F.; BONNET, A.; BARDDAL, M. L.; DEDECEK, R. A.. Floresta fluvial em dois compartimentos do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 125-147, 2007.

DECAMPS, H.; FORTUNE, M.; GAZELLE, F.; PAUTOU, G. Historical influence of man on the riparian dynamics of a fluvial landscape. **Landscape Ecology**. v. 1, n. 3, p. 163-173. 1988.

FASOLO, P. J.; CARVALHO, A. P.; POTTER, R. O.; BOGNOLA, I. A.; BHERING, S. B.; MARTORANO, L. G. Caracterização dos Solos do Município de Castro, PR. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, n. 9. 2002. 87 p.

FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI C. A.; THEOBALD, D. M.; Using indicators of deforestation and land-use dynamics to support conservation strategies: A case study of central Rondônia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 257, p. 1586-1595, 2009.

FERRAZ, S. F. B.; CASSIANO, C. C.; BEGOTTI, R. A.; MOLIN, P. G.; TRANQUILIN, A. R. **Land use change analysis tools (LUCAT).** 2011. Disponível em: < <http://lcf.esalq.usp.br/prof/silvio/doku.php?id=extras:extras> >. Acesso em 07 mar. 2015.

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

FRANCO, J.; PEREIRA, M. F. Crescimento e modernização do setor agropecuário paranaense: no período de 1970 a 2004. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 1, n. 2, p. 187-210, 2008.

GILBERT-NORTON, L.; WILSON, R.; STEVENS, J. R.; BEARDA, K. H. A Meta-Analytic Review of Corridor Effectiveness. **Conservation Biology**, Barking, v. 24, n. 3, p. 660-668, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; NUNES DA CUNHA, C.; MALTCHIK, L.; SCHÖNGART, J.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A. A. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem**, v. 24, p. 5-22. 2014.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Composição florística de uma formação pioneira com influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 2, p. 309-322, 2009.

LAVALLE, A. M. A participação da madeira na economia paranaense. **Publicatio UEPG**, Ponta Grossa, v. 1, n. 1, p. 47-114, 1993.

LEMOS, C. F.; FIORI, A. P.; OKA-FIORI, C.; TOMAZONI, J. C. Erosões concentradas existentes na bacia do alto curso do rio Pitangui – PR. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 59-67. 2011.

- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Banco de Desenvolvimento do Paraná. Universidade Federal do Paraná. Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica. Curitiba, 1981. 450 p.
- MALANSON, J. P. **Riparian Landscapes**. Londres: Cambridge University Press. 1993. 296 p.
- McGARIGAL, K.; CUSHMAN, A. S.; NEEL, M. C.; ENE, E. **FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps**. 2002. Disponível em: < <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html> >. Acesso em: 10 dez. 2016.
- MELO, M. S.; GUIMARAES, G. B.; SANTANA, A. C. Fisiografia da bacia do Rio Pitangui. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (Orgs.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2010. p. 11-21.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 1, n. 1 e 2, p. 1-9. 2001.
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S/A. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba: Mineropar, Curitiba, 2001. 116 p.
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S/A. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. Folhas Telemaco Borba e Ponta Grossa. Escala 1:250.000, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2006. 63p.
- BRASIL. MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade Brasileira: avaliação e identificação de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repatriação de benefícios da biodiversidade brasileira**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.
- MORO, R. S. Vegetação em pedoambientes ripários dos Campos Gerais do Paraná, Brasil: uma revisão bibliográfica. **Terra Plural**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p. 179-192. 2010.
- MORO, J. C.; COSTA, E. T. V.; MILANESE, S.; MORO, R. S. Comparação da cobertura vegetal nas áreas de preservação permanente na represa de Alagados (PR), de 1980 a 2001. **Publicatio UEPG**, v.11, n. 2, p. 13-20, 2005.
- NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Riparian Areas: Functions and Strategies for Management**. Washington, D.C: National Academy Press, 2002. 444 p.
- REISEMBERG, A. 90 anos de navegação à vapor do Rio Iguaçu e Negro. **Boletim do Instituto Histórico, Geográfico e Etnográfico Paranaense**, Curitiba, n. 18, 1973.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-92, 2002.
- ROCHA, C. H.; WEIRICH NETO, P. H. Padrões de uso das terras e implicações ambientais. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (Orgs.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2010. p. 23-41.
- SANTANA, C. A. M.; NASCIMENTO, J. R. **Public Policies and agricultural investment in Brazil**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United States, 2012.
- SILVA, A.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; MARTINS, K. G. Análise multitemporal do uso e cobertura do manancial de Alagados e seu entorno a região de Ponta Grossa - PR. Santa Maria: **Ciência e Natureza**. v. 35 n. 1, p. 024-032. 2013.
- TURNER, M. G. Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 20, p. 171-197. 1989.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H.; O'NEILL, R. V. **Landscape Ecology**: in theory and practice. New York: Springer-Verlag, 2001. 404 p.

UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa. **Bacia hidrográfica do manancial Alagados**. Ponta Grossa: UEPG, 2002. Relatório técnico (CD-ROM).

WEIRICH NETO, P. H.; ROCHA, C. H. Caracterização da produção agropecuária e implicações ambientais nos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007. p. 181-190.

Recebido em 09/07/2016

Aceito para publicação em 10/05/2017