



A VULNERABILIDADE DAS MATAS RIPÁRIAS DIANTE DA CONSTRUÇÃO DE GRANDES EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA BACIA DO RIO TOCANTINS

DOI: 10.19177/rgsa.v9e12020375-395

Enio Grazianni Gonçalves Sirqueira¹
Juliana Laufger²
Solange de Fátima Lolis³
Elineide Eugênio Marques⁴

RESUMO

A vegetação ripária tem um papel relevante na proteção dos recursos naturais e conservação da biodiversidade. Contudo, a área ocupada por esta tem diminuído ao longo das últimas décadas devido as atividades antropogênicas. Este estudo analisa a perda da diversidade vegetal das zonas ripárias com a inundação causada pela construção de grandes empreendimentos hidrelétricos em cascata no Domínio Cerrado. A pesquisa foi realizada a partir dos estudos de licenciamento de quatro usinas hidrelétricas (São Salvador, Peixe Angical, Lajeado e Estreito) construídas no Rio Tocantins entre os anos de 2001 e 2010. A coleta de dados foi realizada em documentos oficiais (Estudos e Relatório de Impacto Ambiental das Usinas Hidrelétricas). As análises foram realizadas com base na frequência de ocorrência das espécies obtidas para cada usina. Foi utilizado ainda o Índice de Similaridade de Jaccard. As mudanças decorrentes da construção das usinas em cascata têm efeitos negativos sobre a diversidade de plantas do Cerrado na bacia do rio Tocantins. Além da perda de diversidade devido as UHEs já construídas, o Cerrado desta região está sobre risco iminente de um aumento nesta perda diante do plano hidrelétrico e outros projetos em andamento para o uso do solo para a bacia.

Palavras-chaves: Mata Ciliar; Barragens; Cerrado; Impacto Ambiental.

¹Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas. Especialista em Vigilância Sanitária e Educação. Mestrando em Ciências do Ambiente. UFT. E-mail: eniograzianni@gmail.com

² Graduação em Ciências Biológicas. Doutora em Biodiversidade Tropical. Pós-doutoranda em Ciências Ambientais. UFPR. E-mail: laufgerjuliana@gmail.com

³ Graduação em Ciências Biológicas. Doutora em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Professor adjunto da Fundação Universidade Federal do Tocantins. E-mail: lolis.solange@gmail.com

⁴ Graduação em Ciências Biológicas. Doutora em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Professora associada da Universidade Federal do Tocantins. E-mail: emarques@mail.uft.edu.br

THE VULNERABILITY OF THE RIPARIAN VEGETATION OVER THE CONSTRUCTION OF BIG HYDROELECTRIC DAMS IN THE TOCANTINS RIVER BASIN

ABSTRACT

Riparian vegetation plays an important role in protecting natural resources and conserving biodiversity. However, the area occupied by it has decreased in the last decades due to the anthropogenic activities. This analyzes the loss of plant diversity in riparian zones with the construction of large hydroelectric projects in cascade in the Cerrado Domain. The research was carried out from the licensing studies of four hydroelectric power plants (São Salvador, Peixe Angical, Lajeado and Estreito) built along the Tocantins River between 2001 and 2010. The data collection was realized in official documents (Studies and Environmental Impact Report of Hydroelectric Power Plants). The analyzes were performed based on the frequency of occurrence of the species obtained for each plant, and Jaccard Similarity Index. The results showed that the changes resulting from the construction of the cascade plants have negative effects on the plant diversity of Cerrado in the Tocantins River Basin. The changes resulting from the construction of cascade plants have negative effects on the diversity of Cerrado plants in the Tocantins river basin, which is in imminent risk of loss from the hydroelectric plan for the basin and other ongoing projects for land use.

Key words: riparian forest; Dams; Savanna; Environmental impact

1 INTRODUÇÃO

A vegetação ripária vem desaparecendo em uma taxa acelerada. Este tipo de vegetação, que ocupa as áreas mais baixas próximas aos cursos de água, é representada por um complexo de espécies que depende do fluxo natural dos rios e dos pulsos de inundação para sua manutenção. Entretanto as alterações no fluxo dos rios, tem efeitos direto sobre este biótopo, que tem um papel relevante na proteção dos recursos naturais e conservação da biodiversidade (LIMA & GASCON, 1999; VESELY e MCCOMB, 2002).

As matas ripárias protegem as margens dos corpos d'água evitando erosão do solo, assoreamento dos rios, córregos e lagos, regularizando sua vazão (PAVAN, 2007). Contribuem com a manutenção da qualidade da água, atuando como uma espécie de "filtro" retendo grande parte da contaminação dos rios proveniente de

resíduos sólidos, defensivos agrícolas e poluentes em geral (PENA, 2018). Além disso, são habitats para muitas espécies de animais, principalmente de pássaros, mamíferos e répteis (LEE & PERES, 2007; LI et al., 2012).

O controle do fluxo dos rios é realizado principalmente pela construção de barramentos. Se por um lado a importância das barragens para o abastecimento de água para agricultura, indústria e municípios, a regulamentação sazonal das inundações, a produção de eletricidade, a navegação e outras finalidades é reconhecida (WCD, 2000; BURIAN 2006), por outro os impactos são grandes, recorrentes e cumulativos com o aumento do número de barramentos nos corpos de água.

As barragens construídas com a finalidade de geração de energia hidrelétrica resultam em uma série de impactos, sociais, econômicos e ambientais. Esses impactos alteram as populações, as paisagens e os sistemas ecológicos locais e regionais (JUNK E MELLO, 1990; WALTER E CAVALCANTE, 2005; AGOSTINHO et al., 2008), tanto à montante quanto à jusante dos empreendimentos. A inundação de áreas para formação dos reservatórios associados às usinas hidrelétricas compromete a vegetação ripária permanentemente (PAVAN, 2007). Ao mesmo tempo, o controle do nível e do fluxo da água pela abstração de energia à jusante impacta diretamente a vegetação do entorno.

A taxa de construção de barragens tem aumentado nos últimos anos causando alteração de grandes porções dos rios e, conseqüentemente, das matas ripárias submersas pelos reservatórios (ROBERTS, 1981; WCD, 2000). Tanto as espécies presentes nas áreas inundadas quanto aquelas que possuem mecanismos de dormência, com períodos prolongados nos bancos de semente são comprometidas (KAGEYAMA, 1986).

Nas regiões de Domínio Cerrado as matas ripárias se destacam pela riqueza de espécies e complexidade estrutural (FELFILI, 2002). Contribuem efetivamente para a manutenção da água e da fauna nativa, representam cerca de 5% da área e mais de 30% da riqueza de espécies nestas regiões. Em termos de diversidade pode ser comparada às Florestas Amazônica e Atlântica (FELFILI et al., 2001), possuindo uma alta concentração de espécies vegetais endêmicas (MMA, 2009; COUTINHO, 1990).

O processo de implantação de grandes empreendimentos hidrelétricos no Brasil é acompanhado pelo levantamento de dados florísticos, o qual é parte R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 375-395, jan/mar. 2020.

obrigatória do licenciamento dos empreendimentos (BRASIL, 1986). Os Estudos de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto do Meio Ambiente (EIA/RIMA) são individualizados para cada empreendimento. A fragmentação dos estudos dificulta a verificação dos efeitos sinérgicos (FORTES WESTIN et al., 2014; KELLY-RICHARDS et al., 2017; PELLIN et al., 2011), especialmente nos rios com a construção de reservatórios em cascata, como ocorre na bacia do rio Tocantins. Sendo assim, este estudo visa o levantamento da diversidade vegetal nas zonas ripárias em áreas de Cerrado a partir dos levantamentos florísticos realizados em quatro grandes hidrelétricas construídas em sequência na bacia do rio Tocantins.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada a partir do levantamento de informações nos estudos realizados para o licenciamento das Usinas Hidrelétricas de São Salvador, Peixe Angical, Lajeado (ou Luís Eduardo Magalhães) e Estreito. Essas usinas foram construídas em um trecho contínuo do Rio Tocantins, todas finalizadas entre os anos de 2001 e 2010, na bacia hidrográfica do Tocantins (Fig. 1). As áreas dos reservatórios dessas usinas somadas correspondem a cerca de 1.703,1 km² ou 0,32% da área da bacia do rio Tocantins (533.322 km²), ocupando cerca 500 km da calha do rio Tocantins, cerca de 25% de seus 1.960 km de extensão (Tab. 1 e Fig. 1). Outros empreendimentos estão em operação (UHE Tucuruí, UHE Cana Brava e UHE Serra da Mesa) ou ainda em planejamento para a bacia, como por exemplo a UHE Marabá que está no planejamento para o ano de 2021 (BRASIL, 2012).

Tabela 1. Características das usinas hidrelétricas que entraram em operação no período entre os anos de 2001 e 2010 no rio Tocantins.

| Usinas Hidrelétricas | Localização Estado | Capacidade Instalada (MW) | Área do reservatório (km ²) | Extensão do reservatório (km) | Ano de início da operação |
|----------------------|--------------------|---------------------------|---|-------------------------------|---------------------------|
| São Salvador | Tocantins | 241 | 104 | 80 | 2009 |
| Peixe Angical | Tocantins | 453 | 294 | 120 | 2006 |
| Lajeado* | Tocantins | 902 | 630 | 130 | 2001 |
| Estreito | Maranhão | 1087 | 590 | 170 | 2010 |

*ou Luís Eduardo Magalhães

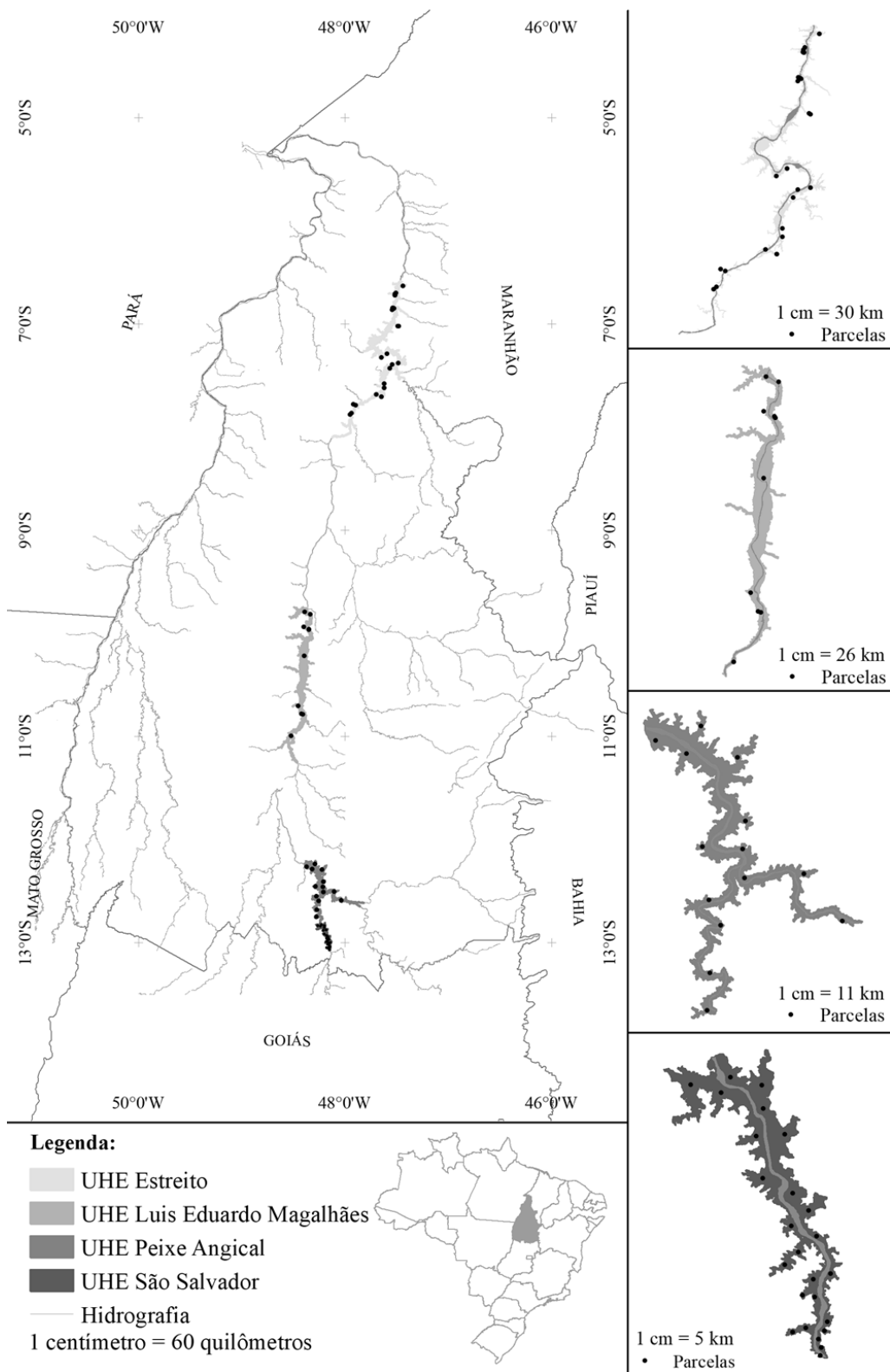
A coleta de dados foi realizada nos Estudos e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMAs) das usinas hidrelétricas aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e respectivos órgãos ambientais competentes. Os documentos oficiais foram obtidos nas instituições que atuaram no licenciamento.

A lista de espécie foi sistematizada para os empreendimentos em separado. Entretanto, como os EIAs/RIMAs continham uma padronização diferenciada quanto as fitofisionomias descritas nos diagnósticos, estas foram agrupadas em duas categorias, Zona Ripária e Interflúvio. Na categoria de Zona Ripária foram consideradas as fitofisionomias descritas nos documentos como mata ciliar, mata de galeria, florestas de diques e florestas paludosas. As demais fitofisionomias foram categorizadas como interflúvio (PRADO & GIBBS, 1993; OLIVEIRA FILHO & RATTER, 1995). A nomenclatura das espécies (nome científico/nome vulgar) adotada por cada EIA/RIMA foi mantida para evitar interferências nos resultados da pesquisa.

As análises foram realizadas com base na frequência de ocorrência de espécies na área total, em cada usina e por fitofisionomia (Zona Ripária e Interflúvio). Ainda, aplicou-se o índice de Jaccard para averiguar a similaridade entre as Zonas Ripárias e Interflúvio, com base na presença ou ausência de ocorrência de espécies. Para as análises utilizou-se o programa Excel da Microsoft.

Figura 1. Reservatórios estudados e pontos de coleta dos levantamentos florísticos.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 375-395, jan/mar. 2020.



3 RESULTADOS

O levantamento florístico, com a coleta de dados primários e depósito de espécimes coletados em coleções regionais, foi realizado em todos os empreendimentos, com equipes técnicas qualificadas com experiência neste tipo de estudo (Quadro 1). Complementarmente, foram utilizadas informações levantadas por meio de imagens de satélite, em uma análise de escala maior. Este tipo de abordagem geralmente está associado ao mapeamento do uso de solos.

Quadro 1: Relação do número e formação dos componentes das equipes responsáveis pelos estudos florístico, fitossociológico, germoplasma e propagação das espécies vegetais nos Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) de hidrelétricas no rio Tocantins.

| Usinas Hidrelétricas | Equipe Responsável |
|----------------------|---|
| São Salvador | Empresa: ENGEVIX Equipe: 2 Engenheiros; 2 Arquitetos; 4 Biólogos, sendo 1 coordenador geral; 3 sociólogos, 1 deles possuindo também a formação de advogado; 1 Antropólogo; 1 Arqueólogo; 1 Engenheiro Agrônomo; 1 Técnico em Agrimensura; 1 Pedagoga; 1 Médico Sanitarista. Florística: Não específica. |
| Peixe Angical | Empresa: THEMAG Equipe: 1 Engenheiro civil (coordenação), 2 Biólogos; 2 Geógrafos; 1 Geólogo; 1 Advogado; 3 Engenheiros Civil; 1 Engenheiro agrônomo; 1 Economista; 1 Sociólogo e Historiadora; 1 Administradora. Florística: Não específica. |
| Lajeado | Empresa: THEMAG Equipe: 4 Biólogos, 1 Engenheiro Agrônomo, 1 Agrônomo e Estagiários do Curso de Ciências Biológicas. Florística: Não específica. |
| Estreito | Empresa: CNEC Equipe: 7 Técnicos da Embrapa/Cenargen, 3 Biólogos, 2 Engenheiros Florestais, 1 Geógrafo, 2 Bolsistas – Iniciação Científica, 3 Bolsistas Embrapa/Cenargen. Florística: 2 Biólogos, 1 Geógrafo e 4 bolsistas. |

Fonte: EIA/RIMA dos empreendimentos analisados

O levantamento de dados primários foi realizado em todos os empreendimentos. O método de pontos-quadrantes (COTTAM e CURTIS, 1956) foi utilizado nos levantamentos em Peixe Angical e Lajeado, enquanto que em Estreito e em São Salvador foi utilizado o método de parcela de área fixa (STERBA, 1986). No entanto, a periodicidade das amostragens em campo foi distinta, sendo realizada

apenas no período de chuvas em Estreito e em meses de transição entre a chuva e a seca nos demais empreendimentos - Quadro 2.

Apesar das duas metodologias serem distintas, ambas são levantamentos quantitativos, com critérios de inclusão semelhantes, tendo o esforço amostral claramente definido, o que torna essas metodologias comparáveis (MORO; MARTINS, 2011). Pereira (2015) mostrou em seu trabalho que os métodos de área fixa e pontos-quadrante apresentam eficiências semelhantes, mostrando proximidades quanto aos resultados referentes a números de espécies e indivíduos. Por isso, ambas são indicadas como eficientes para estudos florísticos.

As espécies mais frequentes foram *Tabebuia toseo-alba* (Ipê-branca), *Caryocar brasiliense* (Pequi), *Mouriri elliptica* (Jaboticaba amarela do cerrado ou croada), *Callisthene fasciculata* (Jacaré da folha grande), *Qualea grandiflora* (Pau-terra), *Qualea multiflora* (Pau-terra-liso), *Qualea parviflora*, *Ficus sp* (Figueira), *Tocoyena formosa* (Jenipapo de cavalo), *Spondias mombin* (Cajá-mirim), que ocorreram na área de estudo da maioria dos empreendimentos (Anexo 1).

As 608 espécies registradas foram agrupadas em 115 famílias (90 Interflúvio e 88 Zona Ripária), com alguns táxon não identificados. Do total de espécies identificadas, 64,9% (395) ocorreram na Zona Ripária e 61,5% (374) no Interflúvio (Tab. 2). A ocorrência de espécies comuns (n=161; 26,5%) foi menor do que de espécies exclusivas do Interflúvio (n=213; 35,0%) e da Zona Ripária (n=234; 38,5%). A Tabela 3 indica a distinção na composição entre as duas fitofisionomias.

A região de São Salvador foi a que apresentou o maior número de espécies (Tabelas 2 e 3). O número de espécies em relação ao Interflúvio também se destacou na Zona Ripária de Lajeado (Tabelas 2 e 3).

Quadro 2: Descrição da metodologia de amostragem florística dos empreendimentos hidrelétricos construídos em um trecho contínuo no rio Tocantins. * Dados não encontrados.

| Usinas | Número de parcelas | Número de saídas de campo | Procedimentos metodológicos | Destino do material botânico |
|---------------|--------------------|---------------------------|---|--|
| São Salvador | 33 | * | Análises das fitofisionomias a partir do projeto Radam e de imagens de satélite; Detalhamento de campo, com coleta de dados primários; Coletas florísticas realizadas na estação seca (agosto/setembro de 2003) e na chuvosa (novembro/2003); Busca florística realizada pelo método das parcelas de área fixa (1000m ²), retangulares de 50m x 20m, com distribuição casual, georreferenciadas, com descrição dos sítios de amostragem. Foram considerados, para efeito do cálculo fitossociológico (biomassa, volume, frequência, dominância), todos os indivíduos lenhosos com no mínimo 0,20m de circunferência a altura do peito (CAP), estimando-se a altura do fuste e total da copa. | Herbário da Universidade de Brasília (UnB) |
| Peixe Angical | 360 | 21 | Análises das fitofisionomias a partir do projeto Radam e de imagens de satélite TM Landsat, em escalas 1:250.000 e 1:100.000, bandas 3,4,5, datadas de agosto de 1999; Detalhamento de campo, com coleta de dados primários; Coletas florísticas realizadas na seca. Foram realizadas duas campanhas de campo. A primeira, de 28.05 a 09.06.00 e a segunda foi realizada de 15 a 23.08.00; Busca florística realizada pelo método de pontos-quadrantes, amostrando-se os quatro indivíduos mais próximos de um ponto considerado. Os pontos foram lançados a cada dez metros, seguindo-se uma linha de caminhada. Utilizou-se uma cruzeta de madeira para delimitação dos quadrantes, orientada na direção do caminhada. O critério de inclusão foi de indivíduos com circunferência à altura do solo (20cm da base) acima de 15cm para as áreas de cerrado e com circunferência à altura do peito (cerca de 1,30m do solo) acima de 30cm para as áreas de mata. | Herbário do Instituto de Botânica de São Paulo |
| Lajeado | 50 | 20 | Análises das florísticas a partir do projeto Radam e de imagens de satélite; Detalhamento de campo, com coleta de dados primários; As coletas florísticas foram realizadas na seca e na cheia, entre 03.05.96 a 18.05.96, até o dia 10 com o consultor em campo e nos outros dias por pequena equipe treinada para coleta e observações gerais. Coletas | Herbário do Tocantins (HTO) – UFT |

| | | | | |
|----------|-----|----|--|--|
| | | | complementares foram realizadas ainda no período de 10.10 a 13.10.96, tendo-se priorizado as espécies hidrófilas; Busca florística realizada pelo método de pontos-quadrantes. Foram parcelas de 20m x 10m (200m ²) ou seja 10.000m ² . | |
| Estreito | 301 | 15 | Análises das fitofisionomias a partir de imagens de satélite e fotografias aéreas comparadas com outros estudos de outras UHEs; Detalhamento de campo, com coleta de dados primários; As coletas florísticas realizadas na cheia. Foram efetuadas em três etapas entre os dias 20 de fevereiro e 08 de março de 2001; Busca florística realizada pelo método das parcelas de área fixa (500m ²), retangulares de 10m x 50m. Alocada a primeira parcela, todas as demais foram justapostas umas às outras. Os limites da parcela foram estimados. Havendo dúvidas sobre a inserção de uma árvore na parcela, media-se sua distância até o eixo maior. Como critério, adotou-se que se a árvore fosse tocada pela linha de limite, seria considerada no levantamento. | Laboratório de Sistemática Botânica da Universidade do Tocantins - UNITINS |



Tabela 2: Número de espécies vegetais por usina hidrelétrica levantadas nos estudos ambientais realizados em quatro usinas hidrelétricas ao longo de um trecho contínuo do rio Tocantins.

| Fitofisionomias | Usinas Hidrelétricas | | | | | | | | Total |
|-----------------|----------------------|-------|---------------|-------|---------|-------|----------|-------|-------|
| | São Salvador | | Peixe Angical | | Lajeado | | Estreito | | |
| | N | % | N | % | N | % | N | % | |
| Interflúvio | 150 | 61,72 | 107 | 69,48 | 74 | 46,83 | 88 | 63,30 | 374 |
| Zona Ripária | 144 | 59,26 | 66 | 42,86 | 157 | 99,36 | 65 | 46,76 | 395 |
| Total | 243 | 39,96 | 154 | 25,33 | 158 | 25,99 | 139 | 22,86 | 608 |

A mesma tendência grande número de espécies foi observada para a análise dos empreendimentos em separado, com um percentual de espécies compartilhado entre eles menor que 22%. A exceção foi a Usina de Lajeado, na qual o número de espécies registrados no interflúvio foi reduzido, provavelmente devido à distribuição dos locais de amostragem (Tabela 3). Esta tendência foi confirmada pelos baixos valores do índice de similaridade de Jaccard para os empreendimentos em separado (Tabela 4) e reforçam as especificidades na composição das fitofisionomias. Os valores reduzidos do índice de similaridade de Jaccard entre as zonas ripárias e interflúvios dos empreendimentos hidrelétricos distribuídos ao longo do rio Tocantins reforça a diferença entre a composição de espécies da Zona Ripária neste trecho (Tabela 5).

Tabela 3: Número de espécies com ocorrência exclusiva no Interflúvio e na Zona Ripária e de ocorrência comum à duas fitofisionomias levantadas nos estudos ambientais realizados em quatro usinas hidrelétricas ao longo de um trecho contínuo do rio Tocantins.

| Fitofisionomias | Interflúvio | | Zona Ripária | | Interflúvio e Zona Ripária | | Total |
|-----------------|-------------|-------|--------------|-------|----------------------------|-------|-------|
| | N | % | N | % | N | % | |
| São Salvador | 98 | 40,50 | 92 | 38,02 | 52 | 21,49 | 242 |
| Peixe Angical | 88 | 57,14 | 47 | 30,52 | 19 | 12,34 | 154 |
| Lajeado | 3 | 1,88 | 86 | 53,75 | 71 | 44,38 | 160 |
| Estreito | 79 | 54,86 | 56 | 38,89 | 9 | 6,25 | 144 |
| Total | 213 | 35,03 | 234 | 38,49 | 161 | 26,48 | 608 |

Tabela 4: Valores do Índice de similaridade de Jaccard (Sj) entre a ocorrência de espécies no Interflúvio (I) e na Zona Ripária (ZR) levantadas nos estudos ambientais realizados em quatro usinas hidrelétricas ao longo de um trecho contínuo do rio Tocantins.

| Fitofisionomias comparadas | São Salvador | Peixe Angical | Lajeado | Estreito | Área Total |
|----------------------------|--------------|---------------|---------|----------|------------|
| Sj (I e ZR) | 0,21 | 0,12 | 0,48 | 0,06 | 0,29 |

Tabela 5: Valores do Índice de similaridade de Jaccard (Sj) para a ocorrência de espécies na Zona Ripária levantadas nos estudos ambientais realizados em quatro usinas hidrelétricas ao longo de um trecho contínuo do rio Tocantins.

| Fitofisionomias comparadas | São Salvador | Peixe Angical | Lajeado | Estreito |
|----------------------------|--------------|---------------|---------|----------|
| São Salvador | 1 | | | |
| Peixe Angical | 0,005 | 1 | | |
| Lajeado | 0,075 | 0,018 | 1 | |
| Estreito | 0,045 | 0,008 | 0,018 | 1 |

4 DISCUSSÃO

As informações contidas nos EIA/RIMAs de grandes empreendimentos, muitas vezes, são a base para acompanhamento das alterações temporais e dimensionamento dos impactos, especialmente na Amazônia. O levantamento de espécies em grandes áreas nesta região requer investimentos elevados tanto financeiros como em recursos humanos. Assim, todas as informações levantadas com critério, realizadas por equipes qualificadas, com registro adequado e depósito em coleções científicas têm um alto valor agregado. Mesmo recebendo algumas críticas, esses documentos contêm registros importantes e, às vezes, únicos para algumas regiões.

A qualificação da equipe de coleta (Quadro 1) é uma premissa fundamental para a validação das informações coletadas, sendo um dos requisitos fundamentais para responder as questões de pesquisa. Ainda, a deposição de espécimes em coleções científicas e a participação de especialistas nos estudos de EIA/RIMA conferem confiabilidade as informações observadas. Possibilitam também a ampliação da escala de análise e a verificação de possíveis efeitos sinérgicos da construção dos reservatórios em cascatas na bacia.

O detalhamento da fitofisionomia a partir das imagens de satélite (escala 1:100.000) foi semelhante em todos os estudos e possibilita a comparação das informações entre as áreas e para a Bacia. As imagens obtidas por satélite possibilitam análises em escalas maiores. O aperfeiçoamento desta tecnologia tem auxiliado no detalhamento deste tipo de estudo e no detalhamento dos fatores analisados.

Nos quatro empreendimentos analisados neste estudo, o trecho de amostragem representa um transecto na área de transição entre o Cerrado a Floresta Amazônica, um gradiente Sul-Norte que acompanha o curso do rio Tocantins. As áreas mais altas estão nas porções mais ao Sul, onde está a usina de São Salvador, com suavização da declividade em direção ao Norte, onde está a Usina de Estreito. Acompanha a declividade o gradiente de temperatura e pluviosidade, com os valores menores ao Sul, no trecho mais próximo à cabeceira. As características do ambiente indicam por si só a probabilidade de existência de uma variação longitudinal na diversidade de espécies, que no entorno dos corpos hídricos é influenciada também pelos pulsos de inundação.

A distinção na composição de espécies entre as fitofisionomias Zona Ripária e Interflúvio, indicada pelo elevado número de espécies exclusivas, demonstra a importância da conservação da diversidade local e regional no Cerrado. A diferença de composição entre as Zonas Ripárias dos diferentes empreendimentos também reforçam a necessidade da preservação dessas matas.

Zona Ripária no Cerrado representa grande parte da riqueza e diversidade de espécies florísticas, tendo como uma das principais características a heterogeneidade (RODRIGUES & NAVE, 2000; NAIMAN & DÉCAMPS 1997; PUSEY & ARTHINGTON, 2003; NAIMAN et al. 2005).

A junção das informações espalhadas pelos documentos gerados durante o licenciamento dos empreendimentos é um desafio. Os estudos são realizados de modo fragmentado, considerando apenas o segmento que será impactado pela usina em construção. Esta divisão das bacias durante a realização dos estudos ambientais dificulta o dimensionamento dos impactos sobre a vegetação da zona ripária, associados aos empreendimentos construídos em sequência no mesmo rio (KIBLER AND TULLOS, 2013; MONTAÑO et al., 2014).

Soma-se a isso a regulação do fluxo e, conseqüentemente, dos pulsos de inundação que estão associados à dinâmicas das matas no entorno dos corpos hídricos (JANSSON et al. 2000). No rio Tocantins as sete usinas em operação, incluindo as usinas de Serra da Mesa, Cana Brava e Tucuruí que não foram consideradas neste estudo, controlam o pulso de inundação na maior parte da bacia. A operação dos sistemas de reservatório à fio de água mantém os níveis à montante com oscilações pequenas, sendo as variações perceptíveis diariamente à jusante, dependendo da operação. A situação é ainda mais preocupante considerando a grande quantidade de empreendimentos de grande e pequeno porte planejados para a bacia, entre eles vinte e duas Pequenas Centrais Elétricas planejadas (GIL, 2012).

Além do controle do nível, o afogamento da vegetação e dos bancos de sedimentos associados ao solo para formação do reservatório são perdas permanentes e irreparáveis. Schneider et al. (2017) tratam das ameaças as zonas ripárias de importância global e da problemática da regulação do fluxo dos rios pelas barragens. O afogamento da vegetação leva a prejuízos como o perda da diversidade genética e espécies endêmicas, desequilíbrio do nível trófico e no ciclo de vida das espécies e alteração de pH do solo (BRAGA, 2002; TRIQUET et al., 1990; GREGORY et al., 1992; LIMA E ZAKIA, 2000; PRIMACK & RODRIGUES, 2001 e OLIVEIRA et al., 2008; NEW, 2008; WILCOVE et al., 1998).

A diversidade das áreas inundadas nunca será recuperada totalmente, pois tem uma relação estreita com os cursos d'água. Portanto, a criação de reservatórios em cascata, impactam diretamente grandes áreas de ocorrência deste tipo de vegetação, tornando essas áreas totalmente vulneráveis. A formação de uma nova zona ripária pode eventualmente ocorrer, mas, a dimensão deste novo ambiente depende da flutuação do nível da água (NILSSON e BERGGREN, 2000), a qual está intimamente associado com a operação das barragens. Por exemplo, a formação do reservatório da Usina de Lajeado, através a supressão desta vegetação ripária, resultou em perda significativa da diversidade da região (GRISON, 2015).

Nesse sentido deve-se buscar a padronização das metodologias de amostragem em campo, categorização das fitofisionomias, padronização taxonômica, organização das informações levantadas em banco de dados, visando a agregação das informações para dimensionar e demonstrar os impactos e as perdas com a multiplicação deste tipo de empreendimento no Cerrado, bem como em outras

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 375-395, jan/mar. 2020.

regiões. A padronização das metodologias de amostragem possibilita também o detalhamento das análises ao longo do tempo e a construção de séries temporais.

O período de amostragem em campo é um fator importante considerando que as flores e os frutos são estruturas utilizadas para identificação das espécies. A realização de levantamentos de campo em períodos distintos modifica a probabilidade de registros das espécies. De maneira geral as espécies anemocóricas e autocóricas dispersam suas sementes no final da estação seca, quando o vento e a baixa umidade do ar facilitam a abertura do fruto e dispersão das sementes. As espécies zoocórica têm seus picos de dispersão durante o período de chuva em função da umidade que ajuda os frutos permanecerem atrativos aos animais por períodos mais longos (BATALHA e MARTINS, 2004; PILON et al., 2015). Assim, os levantamentos florísticos realizados em períodos secos e chuvosos podem proporcionar resultados mais confiáveis quanto à diversidade das espécies existentes.

A sistematização de dados é o primeiro desafio para a construção de uma base de dados ecológicos abertos. Esta questão foi tratada por Reichman et al (2011), ressaltando a importância dos bancos de dados compartilhados e acurados para a realização dos trabalhos de síntese em ecologia. As informações dos levantamentos e monitoramentos que acompanham os grandes empreendimentos podem ser um bom começo para melhorar o entendimento de regiões pouco estudadas. Esses dados devem ser aproveitados principalmente em função do volume de dados e do esforço para obtê-los.

Os resultados indicam que a construção de usinas hidrelétricas no rio Tocantins teve um efeito negativo sobre a diversidade vegetal do cerrado em torno da bacia hidrográfica do Tocantins. Este efeito deve ser acentuado em um cenário atual de planejamento para instalação de novos empreendimentos de grande e também de pequeno porte. O cerrado e, neste caso, especialmente a zona ripária, são ambientes singulares. As compensações e a recuperação das áreas degradadas devem ser consideradas, porém o foco principal deve estar na conservação das áreas remanescentes e na restauração dos ambientes ripários ao longo dos corpos hídricos de toda a bacia.

5 CONCLUSÕES

A riqueza de espécies registradas nos documentos de licenciamento dos reservatórios é alta. Portanto, a supressão e alagamento dessa vegetação representa um risco à diversidade biológica da região, especialmente em relação às espécies características das Zonas Ripárias. No cenário atual, o risco é crescente considerando o número grande de empreendimentos de grande e pequeno porte planejados para o rio Tocantins e seus tributários (BRASIL, 2012).

A evolução da vegetação ripária associada à variação do nível do rio pode colocar em risco muitas espécies. Assim, o resgate e a sistematização das informações já levantadas na região podem ter um papel importante para a conservação da vegetação ripária do cerrado. A visualização das perdas sinérgicas da diversidade nesta região é um argumento importante para evitar as construções de novos empreendimentos e/ou estabelecer novas áreas de conservação.

Espera-se que os EIA/RIMA de possíveis novos empreendimentos hidrelétricos contemplem o dimensionamento quantificado e qualificado por fitofisionomia nas áreas impactadas. Ainda, que o acesso aos documentos seja obtido de forma menos burocrática e que as informações contidas nos documentos sejam encontradas de forma mais clara.

Em relação aos impactos causados pela instalação e operação das usinas, sugere-se que sejam implementados estudos mais aprofundados durante o processo de licenciamento ambiental, procurando atestar a sustentabilidade da bacia. Sugere-se também que sejam feitos planos estratégicos com metas viáveis para a diminuição dos impactos socioambientais provindos da construção das usinas hidrelétricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M. & GOMES, L. C. 2008. **Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries**. Brazilian Journal of Biology 68(4, suppl.):1119-1132.

ALCÂNTARA, M.B., LIMA, L.P. & BASTOS, R.P. 2007. **Breeding activity of *Scinax centralis* (Anura, Hylidae) in Central Brazil**. Iheringia, Sér. Zool. 97(4):406-410.

BARDDAL, M.L. **Aspectos florísticos e fitossociológicos do componente arbóreoarbustivo de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.** Curitiba. Dissertação (Mestrado). Setor de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná. 2002. Biogeography. Princeton University Press, Princeton, NJ.

BATALHA, M.A. & MARTINS, F.R. 2004. **Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil).** Australian Journal of Botany 52: 149-16.

BRAGA, B. (et al.). **Introdução à Engenharia Ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL. Resolução Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção I. **Licenciamento Ambiental - Normas e Procedimentos**, 2010 p. 636–639. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>.

BURIAN, P. P. **Do Estudo de Impacto Ambiental à Avaliação Ambiental Estratégica – Ambivalências do processo de Licenciamento Ambiental do Setor Elétrico.** Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP/ Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Campinas, 2006 (Tese de Doutorado)

COTTAM, G., CURTIS, J. T. **The use of distance measures in phytosociological sampling.** Ecology. V.37, n. 3.p451-460,1956.

COUTINHO, L. M. 1990. **Fire in the ecology of Brazilian Cerrado.** In Fire in the tropical biota (G.J., Goldammered.). Springer/Verlag, Berlin. p.82 - 105.

DINCER, I. **Renewable energy and sustainable development: a crucial review.** Renewable and Sustainable Energy Reviews. v. 4, Issue 2: 157–175. June 2000.

FELFILI, J. M. et al. **Plantas da APA gama e cabeça de veado: espécies, ecossistemas e recuperação.** Brasília: Universidade de Brasília, 2002. 52p.

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. 2001. **Flora fanerogâmica das Matas de Galeria e Ciliares do Brasil Central;** pp 195-263, in: J.F. Ribeiro, C.E.L. FONSECA & J.C.S. SILVA (eds.). Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Planaltina: Embrapa Cerrados.

FONSECA, B. M. et al. **Nutrient baselines of Cerrado low-order streams: comparing natural and impacted sites in Central Brazil.** Environmental monitoring and assessment, v. 186, n. 1, p. 19–33, jan. 2014.

FONTES, C. G.; WALTER, B. M. T. **Dinâmica do componente arbóreo de uma mata de galeria inundável (Brasília , Distrito Federal) em um período de oito anos.** Revista Brasil. Bot, v. 3, p. 145–158, 2011.

FORTES WESTIN, F., SANTOS, M.A. DOS, DURAN MARTINS, I., 2014. **Hydropower expansion and analysis of the use of strategic and integrated environmental assessment tools in Brazil.** Renew. Sustain. Energy Rev. 37, 750–761. doi:10.1016/j.rser.2014.04.071

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 375-395, jan/mar. 2020.

GIL, R.S., **Empreendimentos Hidrelétricos no Estado do Tocantins: E a Qualidade dos Estudos de Licenciamento Ambiental** / Renan da Silva Gil. - Palmas, 2013. 175f.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M. G. L. **Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies.** *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 9, p.1-115, 1987.

GREGORY, S.V.; F.J. SWANSON; W.A. McKEE; K.W. CUMMINS, 1992. **An ecosystem perspective of riparian zones.** *BioScience*, 41 (8):540-551.

GRISON, MARCELO DA GAMA. **Efeito da formação do reservatório da UHE Lajeado no Rio Tocantins sobre a vegetal ripária** / Marcelo da Gama Grison. - Palmas, 2015. 53 f.

JUNK, W.J.; MELLO, J.A.S.N. 1990. **Ecological impacts of hydroelectric dams in Brazilian Amazon Basin.** *Estudos Avançados*, 4(8):126-143.

KAGEYAMA, P.Y. **Estudo para implantação de matas de galeria na bacia hidrográfica do Passa Cinco visando a utilização para abastecimento público.** Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1986. 236p. Relatório de A.C. Lees, C.A. Peres. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals *Conserv. Biol.*, 22 (2008), pp. 439-449.

KELLY-RICHARDS, S., SILBER-COATS, N., CROOTOFF, A., TECKLIN, D., BAUER, C., 2017. **Governing the transition to renewable energy: A review of impacts and policy issues in the small hydropower boom.** *Energy Policy* 101, 251–264. doi:10.1016/j.enpol.2016.11.035

LI, J., DONG, S., YANG, Z., PENG, M., LIU, S., LI, X., 2012. **Effects of cascade hydropower dams on the structure and distribution of riparian and upland vegetation along the middle-lower Lancang-Mekong River.** *For. Ecol. Manage.* 284, 251–259.

LIMA, M. & C. GASCON. 1999. **The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia.** *Biological Conservation* 91: 241-247

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares.** In IN: RODRIGUES, E. R.; CLEITÃO FILHO, H. F. (eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação.* São Paulo: EDUSP/ FAPESP. 2000. p. 33-44.

MMA 2009. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/os-biomas-e-suas-florestas?print=1&tmpl=component>>. Acesso em: 5 de jul. 2016.

MONTAÑO, M., CARVALHO, A.F., GOMES, C.S., POLAZ, C.N.M., JORDÃO, C.O., SOUZA, M.P. de, 2014. **Revisão da qualidade de Estudos de Impacto Ambiental de Pequenas Centrais Hidrelétricas.** *Holos Environ.* 14, 1–14

MORO, M. F.; MARTINS, F. R. **Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo**. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA-NETO, J. A. A. *Fitossociologia no Brasil – Métodos e estudos de casos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. p. 175-208.


NAIMAN, R.J. & DÉCAMPS, H. 1997. **The ecology of interfaces: riparian zones**. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 28:621-658.

NAIMAN, R.J., DÉCAMPS, H. & McCLAIN, M.E. 2005. **Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities**. Elsevier Academic Press, Burlington.

NEW, T.; XIE, Z. Q. **Impacts of large dams on riparian vegetation: applying global experience to the case of China's Three Gorges Dam**. *Biodiversity and Conservation*, v. 17, p. 3149–3163, 2008.

NILSSON, C. AND K. BERGGREN. 2000. **Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation**. *BioScience* 50:783–792.

OLIVEIRA FILHO, A.T; RATTER, J.A. **A study of the origin of central brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns**. *Edinburgh Journal of Botany*, v.52, n.2, p.141-194, 1995.

OLIVEIRA, D. A.; PIETRAFESA, J. P.; BARBALHO, M. G. S. **Manutenção da Biodiversidade e o HotsPots Cerrado**. Uberlândia: CAMINHOS DE GEOGRAFIA - revista online, 2008. 

PARRON, L. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; MARKEWITZ, D. **Fluxes of nitrogen and phosphorus in a gallery forest in the Cerrado of central Brazil**. *Biogeochemistry*, v. 105, n. 1-3, p. 89–104, 28 out. 2010.

PASDIORA, A. L. **Florística e fitossociologia de um trecho de floresta ripária em dois compartimentos ambientais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

PAVAN, D. 2007. **Assembléias de répteis e anfíbios do Cerrado ao longo do rio Tocantins e o impacto do aproveitamento hidrelétrico da região na sua conservação**. Ph.D. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.

PELLIN, A., LEMOS, C.C. DE, TACHARD, A., OLIVEIRA, I.S.D. DE, SOUZA, M.P. de, 2011. **Avaliação ambiental estratégica no Brasil: considerações a respeito do papel das agências multilaterais de desenvolvimento**. *Eng. Sanit. e Ambient.* 16, 27–36. doi:10.1590/S1413-41522011000100006

PENA, RODOLFO F. ALVES. **Mata Ciliar e Mata de Galeria; Brasil Escola**. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/mata-ciliar-mata-galeria.htm>>. Acesso em 09 de janeiro de 2018.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 375-395, jan/mar. 2020.

PEREIRA, C. A. et al. **Comparação dos métodos de parcelas e pontos-quadrantes para descrever uma comunidade lenhosa de Cerrado Típico**. Revista Biotemas, n, 28, v. 2, jun., 2015.

PILON, L., NATASHI, A., & DURIGAN, G. (2013). **Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado**. Scientia Forestalis, 41(99), 389–399

PRADO JUNIOR, C. **História econômica do Brasil**. 29. ed. São Paulo: Brasiliense, 1983.

PRIMACK, R. B. e RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Midiograf, 2001. 327 p.

PUSEY, B.J. & ARTHINGTON, A.H. 2003. **Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review**. Mar. Fresh. Res. 54:1-16.

REICHMAN, O. J.; JONES, M. B.; SCHILDHAUER, M. P. **Challenges and opportunities of open data in ecology**. Science, v. 331, p. 703–705, 2011.

ROBERTS, H.A. 1981. **Seed banks in the soil**. *Advances in Applied Biology*, Cambridge, Academic Press, v.6, 55 p.

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; NAVE, A G. **Heterogeneidade florística das matas ciliares**. In: Matas ciliares: conservação e recuperação[S.l: s.n.], 2000.

ROLAND JANSSON,^{1,3} CHRISTER NILSSON,^{1,2} AND BIRGITTA RENO“ FA” LT1. **Fragmentation of riparian floras in rivers with multiple dams**. Ecology, 81(4), 2000, pp. 899–903q 2000 by the Ecological Society of America.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009b.

SCHNEIDER, C., FLÖRKE, M., DE STEFANO, L. & PETERSEN-PERLMAN, J. D. **Hydrological threats for riparian wetlands of international importance — a global quantitative and qualitative analysis**. Hydrol. Earth Syst. Sci. **21**, 2799–2815 (2017).

SOLBRIG, O.T. (1991) **Functional redundancy, species diversity, and the stability of communities and ecosystems**. From Genes to Ecosystems: a Research Agenda for Biodiversity (ed. O. T. Solbrig), pp. 50-71. IUBS, Cambridge STERBA, H. Holzmesslehre. Wien: Inst. f. Forstl. Ertragslehre der Univ. f. Bodenkultur, 1986. 169p.

SOUZA, M.K.F. **Florística e fitossociologia do estrato arbóreo-arbustivo de diferentes compartimentos em ambiente fluvial no município de Jaguariaíva, Paraná**. Curitiba. Dissertação (Mestrado), Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. 2001.

TRIQUET, A.M.; G.A. McPEEK; W.C. McCOMB, 1990. **Songbird diversity in clearcuts with and without a riparian buffer strip.** Journal of Soil and Water Conservation, 45 (4): 500-503.

VESELY D.G.; MCCOMB W.C. (2002) **Salamander abundance and amphibian species richness in riparian buffer strips in the Oregon Coast Range.** Forest Science, 48, 291-297

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. **Resgate e conservação da flora vascular em aproveitamentos hidrelétricos: exemplos na região do Cerrado.** IN: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (ed) Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p.681-702.

WCD - World Commission on Dams. **Dams and Development – A new framework for decision-making.** Earthscan Publications Ltd. London and Sterling, VA: November, 2000.

WILCOVE, D. S. et al. **Quantifying Threats to Imperiled Species in the United States.** BioScience, v. 48, n. 8, p. 607–615, 1998

