

---

## **BIODIVERSIDADE E IMPACTO DE GRANDES EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA BACIA TOCANTINS-ARAGUAIA: UMA ANÁLISE SISTÊMICA**

### **Biodiversity and impact of large hydroelectric projects in the Tocantins-Araguaia river basin district: a systemic analysis**

*Ricardo Brasil Choueri*  
Agência Nacional de Águas  
rbchoueri@yahoo.com.br

*Josué Anderson Rêgo Azevedo*  
University of Gothenburg  
josueanderson@msn.com

Recebido em: 19/01/17

Aceito em: 11/01/18

**RESUMO:** Usinas hidrelétricas estão entre as obras de infraestrutura que provocam grandes impactos na biodiversidade. Muito se tem discutido sobre as diferentes maneiras de mitigar ou compensar estes impactos e o Planejamento Sistemático de Conservação (PSC) destaca-se como uma ferramenta para abordar estes impactos de modo integrado e em escala regional. O presente estudo visa analisar e quantificar o impacto dos grandes empreendimentos hidrelétricos na Região Hidrográfica do Araguaia-Tocantins sobre grupos indicadores para a conservação da biodiversidade: espécies consideradas ameaçadas (conforme classificados pela IUCN) e espécies endêmicas de vertebrados, visando propor subsídios a estratégias mais adequadas e sistêmicas de planejamento territorial e conservação. Foram considerados dois cenários, um apenas com as usinas hidrelétricas em operação (oito usinas) e outro com usinas em operação e previstas (26 usinas). Foram selecionados 42 alvos de conservação, entre espécies endêmicas e ameaçadas de extinção de vertebrados. Para cada espécie alvo foram selecionadas metas de conservação, e tais metas se dividiram em três níveis de acordo com o tamanho da distribuição geográfica de cada alvo. Para o processo de priorização de áreas foi utilizado o software ConsNet. Os resultados indicam que, considerando o cenário atual, seria necessário o incremento de 6,1 milhões de ha em área de UC de Proteção Integral na região hidrográfica, ou um incremento de 450%, e o cenário futuro indica um acréscimo de quase 100 mil ha a esse valor. O trabalho também indica que o PSC pode ser uma poderosa ferramenta na busca do consenso entre atores com diferentes interesses nas bacias hidrográficas.

**Palavras-chave:** Planejamento ambiental, Impacto ambiental, Região Hidrográfica.

**ABSTRACT:** Hydroelectric power plants are among the infrastructure projects that cause large impacts on biodiversity. Much has been discussed about the different ways to mitigate or compensating these impacts and the Systematic Conservation Planning (PSC) can be an important tool to address these impacts in an integrated manner and on a regional scale. This study aims to analyze and quantify the impact of large hydroelectric projects in the Araguaia-Tocantins Hydrographic Region. We used endangered and endemic species of vertebrates as indicator groups for conservation priorities, in order to propose subsidies for systemic territorial planning and conservation. We considered two scenarios, one with only the hydroelectric plants in operation (8 plants) and another including all the planned hydroelectric plants (26 plants). Forty-two species were selected as conservation targets (surrogates), including endemic and endangered species of

vertebrates. We selected conservations goals for each surrogate, in three levels according to the size of geographical distribution of each surrogate. For the prioritization process, we used the ConsNet software. The results indicate that, considering the current scenario, it would be necessary to increase 6.1 million ha in UC of Integral Protection, or 450% of the current area in the river basin district, and the future scenario indicates an increase of almost 100,000 ha to that value. The work also indicates that the PSC can be a powerful tool in the search for consensus among actors with different interests in the basins.

**Keywords:** Environmental planning, environmental impact, river basin district.

## INTRODUÇÃO

Empreendimentos hidrelétricos estão entre as obras de infraestrutura que provocam grandes alterações nas paisagens, com impactos de interrupção de rotas migratórias, perda de elementos da fauna e flora e perda de habitats (AGOSTINHO et al., 2008). Vários estudos apontam impactos em espécies ameaçadas de extinção (MOURÃO; CAMPOS, 1995; FAHEY e LANGHAMMER, 2005) e na ictiofauna de maneira geral (AGOSTINHO et al., 2008; SANTOS, 1995).

Muito se tem discutido sobre as diferentes maneiras de mitigar ou compensar estes impactos. Neste sentido, a identificação de áreas-chave para conservação pode ter grande relevância. O objetivo geral do conceito das áreas-chave para a biodiversidade é sugerir padrões universais para selecionar locais de significância global para conservação por meio da aplicação de critérios padronizados e quantitativos (EKEN et al., 2004), a saber: (i) espécies ameaçadas globalmente; (ii) espécies de distribuição restrita; (iii) espécies gregárias; (iv) comunidades com distribuição restrita a determinado bioma ou ambiente específico. No entanto, de modo geral, as avaliações de impacto e a seleção de áreas-chave procedem sem uma contextualização e análises sistêmicas. Assim, os impactos locais ou a importância biológica dos sítios em geral não têm sido analisados de modo comparativo e regional (SOUZA, 2007; MPU, 2004), dificultando ações de conservação mais embasadas e integradas.

Dentro do contexto de planejamento regional, surgiu um paradigma para o manejo de paisagens: o planejamento sistemático da conservação (PSC) (MARGULES; PRESSEY, 2000). Este processo se diferencia por apresentar uma sequência de passos bem determinada para a proteção da biodiversidade. De maneira geral, os passos envolvem a definição dos “substitutos” (indicadores) para a biodiversidade,

tomados como alvos de proteção, o estabelecimento de metas de conservação para tais alvos, e comparação destas metas com o sistema de reservas existente, para identificar possíveis lacunas para atendimento das metas estabelecidas. Assim, além de facilitar e permitir que reservas cumpram sua função básica, ou seja, separar elementos da biodiversidade de processos que ameacem sua existência na natureza, esta abordagem permite lidar com alternativas de localização e desenhos das reservas, bem como alinhamento com bacias hidrográficas (MARGULES; PRESSEY, 2000).

Bacias hidrográficas podem ser consideradas como a unidade básica de planejamento de ecossistemas, onde se observa a delicada relação de interdependência dos fatores bióticos e abióticos, terrestres e aquáticos, sendo que perturbações antrópicas podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento (NOGUEIRA et al., 2010a).

Diante das ameaças de destruição de habitats ocasionadas pela implantação e operação de hidrelétricas e com as perspectivas de mitigação de impactos já destacadas, o presente estudo visa analisar e quantificar o impacto dos grandes empreendimentos hidrelétricos na Região Hidrográfica do Araguaia-Tocantins sobre grupos indicadores da biodiversidade: espécies globalmente ameaçadas (cf IUCN, 2012) e espécies endêmicas de vertebrados, visando propor subsídios a estratégias mais adequadas e sistêmicas de planejamento territorial e conservação.

## MÉTODOS

### *Área de Estudo*

A região hidrográfica do Tocantins-Araguaia é caracterizada por incluir em 35% de sua área da região Amazônica, que é considerada uma “Grande Região Natural” (MITTERMEIER et al., 2003) e 65% de

Cerrado, considerado um “Hotspot” de biodiversidade (MYERS et al., 2000; ANA, 2009).

Apesar da elevada biodiversidade da bacia, espera-se nos próximos anos uma intensiva exploração da bacia com grandes empreendimentos hidrelétricos. Os principais documentos oficiais que sinalizam para grandes intervenções são as Avaliações Ambientais Integradas (AAI) do Araguaia e do Tocantins (EPE, 2007; 2010). Esses documentos incorporam um horizonte de longo prazo para o aproveitamento hidrelétrico das bacias. Curto prazo significa usinas que deveriam ser instaladas até 2015, e longo prazo até 2025.

Os empreendimentos hidrelétricos considerados

nesse estudo tiveram como referência esses dois documentos, conforme Tabela 1. Devido a algumas indefinições processuais e de cota e localização geográfica por parte do setor elétrico, não puderam ser contemplados todos os empreendimentos hidrelétricos desses documentos. Assim para a AAI do rio Tocantins não foram consideradas as UHEs do rio Uru (Capoeira e Heitorai) pois estão com inventário suspenso pela ANEEL, as UHEs Porteiras II e Maranhão, Mirador, Rialcema, Isamu Ikeda e São Domingos por indefinição de cota e localização geográfica, e as Usinas do rio do Sono (Cachoeira da Velha, Brejão, Novo Acordo, Rio Sono e Perdida) estão em processo de revisão de inventário.

Tabela 1 - Hidroelétricas usadas no estudo, pela situação, nível e localização.

Situação	Nome	Nível (m)	Localização		Rio
Operando	Tucuruí	78	-3,766100	-49,672500	Tocantins
Operando	Estreito	158	-6,586389	-47,457500	Tocantins
Operando	Lajeado	212	-9,760556	-48,371389	Tocantins
Operando	Peixe Angical	263	-12,233333	-48,366667	Tocantins
Operando	São Salvador	287	-12,800000	-48,233333	Tocantins
Operando	Cana Brava	333	-13,407222	-48,141667	Tocantins
Operando	Serra da Mesa	460	-13,833333	-48,305556	Tocantins
Curto Prazo	Serra Quebrada	134	-5,697778	-47,486389	Tocantins
Curto Prazo	Tupiratins	178	-8,183333	-48,166667	Tocantins
Curto Prazo	Tocantins	235	-11,250556	-48,460278	Tocantins
Curto Prazo	Buriti Queimado	516	-14,836667	-49,211111	Tocantins
Curto Prazo	Mirador	640	-14,297800	-47,924700	Tocantinzinho
Curto Prazo	Santa Isabel	125	-6,133333	-48,333333	Araguaia
Curto Prazo	Torixoreu	410	-16,283333	-52,616667	Araguaia
Curto Prazo	Couto Magalhães	623	-17,169722	-53,139444	Araguaia
Longo Prazo	Marabá	96	-5,316666	-49,066667	Tocantins
Longo Prazo	Barra do Palma	291	-12,610300	-47,801400	Palma
Longo Prazo	Arraias	315	-12,450600	-47,506900	Palma
Longo Prazo	Pau dArco	340	-12,377500	-47,149700	Palma
Longo Prazo	São Domingos	309	-12,984400	-47,723900	Paraná
Longo Prazo	Foz do Atalaia	389	-13,441100	-47,088900	Paraná
Longo Prazo	Nova Roma	412	-13,601100	-46,888600	Paraná
Longo Prazo	Laguna	480	-14,680600	-48,820300	Maranhão
Longo Prazo	Guariba	589	-15,330300	-49,305300	do Peixe
Longo Prazo	Mortes 2 - 322	322	-14,782500	-52,615000	das Mortes
Longo Prazo	Toricoejo	360	-15,235000	-53,116111	das Mortes

Fonte: Org. do autor

Para a AAI do rio Araguaia, as Usinas do rio das Garças (Garças 6 e Garças 3-354) foram substituídas por outras Usinas de menor porte no último inventário aprovado pela ANEEL para o rio das Garças (ANEEL, 2011). A Usina Água Limpa, no rio das Mortes, não foi considerada também devido às imprecisões na localização.

Coleta e organização dos dados ambientais secundários disponíveis e preparação de banco de dados de distribuição de espécies aquáticas e terrestres.

Na primeira etapa foram coletados dados de ocorrência de espécies alvo para conservação, na literatura disponível ou em bancos de dados de coleção científicas. Foram incluídos também pontos para espécies cujas distribuições extrapolem os limites da bacia Tocantins-Araguaia, porque as características destes locais poderiam ajudar a identificar regiões para ocorrência de espécies dentro da bacia estudada.

As espécies alvo foram definidas segundo os critérios 1 e 2 de Eken et al. (2004): espécies ameaçadas globalmente e espécies de distribuição restrita. Os dados coletados foram restritos ao grupo dos vertebrados, organismos para os quais as lacunas de informação básica em taxonomia e distribuição geográfica são relativamente menores (BROOKS et al., 2001). Informações sobre espécies ameaçadas globalmente, critério 1 de Eken et al. (2004), adviram de listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2003; 2004) ou lista “on line” de espécies ameaçadas globalmente (IUCN, 2012).

Conforme indicam estudos anteriores, foram consideradas de distribuição restrita espécies com distribuição até 50.000 km<sup>2</sup> (EKEN et al., 2004). Para a ictiofauna este valor foi reduzido para 10.000 km<sup>2</sup>, conforme utilizado em outros estudos (NOGUEIRA et al., 2010a; FERREIRA, 2011), e representa uma adaptação ao limite de 50.000 km<sup>2</sup> adotado pioneiramente para aves, tendo em vista que peixes possuem tendência de apresentarem distribuições menores do que os demais vertebrados, pois estão confinados em áreas de drenagem. Estes dados de ocorrência foram compilados em termos de coordenadas geográficas - latitude e longitude - e mapeados em Sistema de Informações Geográficas (SIG).

A espécie de ave *Suiriri islerorum* e a espécie de mamífero *Monodelphis kungsi* foram incluídas na

análise pois constam em listas de espécies ameaçadas regionalmente. As espécies de mamíferos *Oligoryzomys moojeni* e *Monodelphis kungsi* foram incluídas preventivamente pois não há dados suficientes para avaliação (IUCN, 2012). A espécie de ave *Paroaria baeri* foi incluída por ser considerada endêmica do Cerrado (SILVA, 1997).

### ***Mapeamento das espécies e seleção de metas.***

Numa terceira etapa, foram produzidos modelos como complementação do mapeamento de distribuição geográfica de espécies alvo. Modelos de ocorrência potencial utilizam dados de variáveis ambientais e dados de presença de espécies, e são uma das principais ferramentas atuais para biologia da conservação (ANDERSON; MARTINEZ-MEYER, 2004; ORTEGA-HUERTA; PETERSON, 2004). Esta modelagem foi feita através do “software” MAXENT (PHILLIPS et al., 2006). A modelagem via MAXENT foi escolhida devido a considerável habilidade preditiva, dependendo unicamente de dados de presença (PHILLIPS et al., 2006).

O MAXENT foi utilizado com os parâmetros “default”, utilizando 80% dos registros para treinamento e 20% para testar o modelo. Os modelos foram avaliados de acordo com os valores de AUC (Area Under ROC Curve – Área sob a curva característica de operação), que avalia a capacidade do modelo de prever ambientes favoráveis à ocorrência da espécie a partir da relação entre a taxa de falsos positivos e falsos negativos, calculadas a partir dos valores preditos pelo modelo em relação aos valores observados (valores nos pontos de ocorrência da espécie). Consideramos nas análises seguintes apenas os modelos com valores de AUC acima de 0,75, já que modelos com tais valores indicam uma boa capacidade de predição (PEARCE; FERRIER, 2000; ELITH, 2002).

Seguindo a suposição de que alguns registros foram erroneamente georreferenciados (RAES et al., 2009), ou que representam populações efêmeras ou migrantes (MORUETA-HOLME et al., 2010) foi usado o corte no modelo de distribuição de “10 percentile training presence thresholded”. Isso significa que 10% dos dados com as probabilidades mais baixas são assumidas como regiões de ausência no modelo e regiões de presença incluem 90% dos registros de



distribuição com valores modelados mais altos (MAR-SKE et al., 2009).

Os modelos de distribuição de espécies foram baseados em variáveis de resolução ambiental de 30'' (~1km<sup>2</sup>) do projeto "Worldclim" (HIJMANS et al., 2005). Foram selecionados um subgrupo de camadas ambientais que incluem somente variáveis que não são altamente correlacionadas ( $r > 0.9$ ), como em Costa et al. (2010): altitude, precipitação anual, isothermalidade, máxima temperatura do mês mais quente, média de variação diurna, temperatura média do trimestre mais quente, temperatura média do trimestre mais úmido, temperatura mínima do mês mais frio, precipitação do trimestre mais frio, precipitação do mês mais seco, precipitação do trimestre mais quente, precipitação do mês mais úmido, sazonalidade da precipitação, variação da temperatura anual, sazonalidade da temperatura.

Para espécies de distribuição restrita não foram produzidos modelos de distribuição potencial, que tendem a ter desempenho insatisfatório com amostras pequenas de pontos de presença (todas com menos de 10 registros de localidade). Assim, as distribuições destas espécies foram definidas pela intersecção dos pontos de localidade e áreas de bacia de pequena escala, definidas como Ottobacias de 6ª ordem (ANA, 2006), resultando em pequenos polígonos com cobertura total de menos de 50.000 km<sup>2</sup> (EKEN et al., 2004) ou 10.000 km<sup>2</sup> para peixes, como usado em estudo anterior (NOGUEIRA et al., 2010a), já que peixes possuem uma distribuição geográfica menor, pois estão confinados em suas bacias de drenagem. Microbacias foram escolhidas porque integram ambientes aquáticos e terrestres, além de representarem bem padrões biogeográficos e processos ecológicos associados (NOGUEIRA et al., 2010a).

Para analisar as lacunas de conservação e o impacto das UHEs sobre os alvos de biodiversidade, três principais conjuntos de metas foram adotadas: para espécies com distribuição menor que 500.000 ha (que incluem todas as espécies de distribuição restrita) o sistema deverá proteger pelo menos 75% de sua distribuição original na região hidrográfica. Espécies com distribuição entre 500.000 e 5 milhões de ha devem ter pelo menos 50% dessa área protegida; e espécies com distribuições maiores que 5 milhões

de ha, devem ter pelo menos 25% dessa cobertura protegida no sistema.

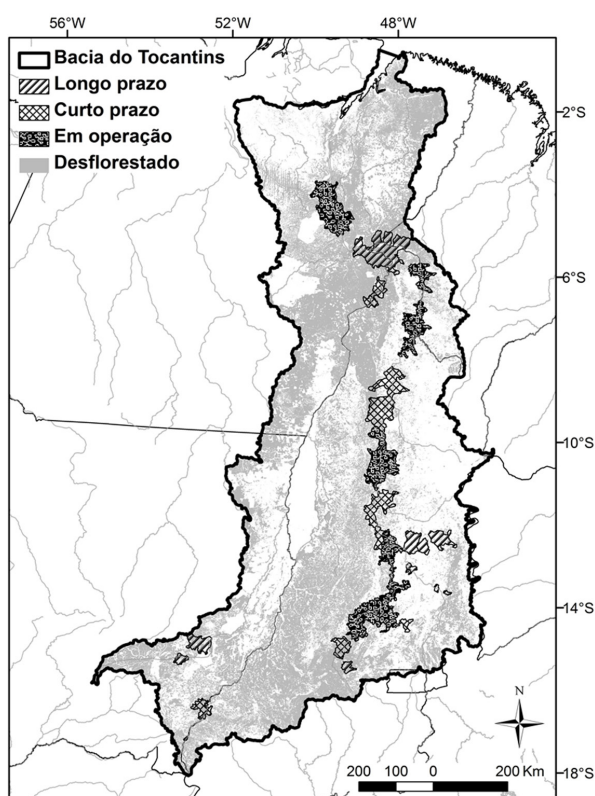
Prognóstico do impacto de grandes empreendimentos hidrelétricos na bacia e seleção de áreas prioritárias para conservação.

Numa quarta etapa foram espacializadas as massas d'água dos reservatórios em operação e os previstos para implantação, segundo os documentos de AAIs da bacia do rio Araguaia (EPE, 2010) e da bacia do rio Tocantins (EPE, 2007). A espacialização desses reservatórios partiu, assim, do valor da cota do nível altimétrico (NA) máximo normal de operação e das áreas de cada reservatório, acessíveis a partir de diversas resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e banco de dados da Eletronorte. Foi possível identificar uma provável área de alagamento, tendo como base os arquivos geográficos digitais do IBGE em escala 1:1.000.000, contendo vetores dos rios permanentes, rios intermitentes, massas d'água permanente, massas d'água intermitente e curvas de nível. Posteriormente, a área do lago de cada Usina foi sobreposta com as ottobacias nível 6 da ANA, e assim, gerado uma nova área que representa a área de influência direta do reservatório. Este procedimento justifica-se porque os impactos de grandes empreendimentos hidrelétricos não ficam restritos as áreas dos lagos das Usinas, e considera efeitos de entorno e eventualmente, jusante e montante. Além disso, a cota de referência para a caracterização do lago foi a Máxima Normal de Operação, que considera como tempo de recorrência uma cheia normal, e eventos extremos podem ocasionar aumentos da área do lago.

Na quinta etapa, foi utilizado o software ConsNet (CIARLEGLIO et al., 2009) para desenhar os cenários que indicarão as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade diante dos impactos previstos pela instalação do conjunto de UHEs. O ConsNet é um software abrangente utilizado para a concepção e análise de redes de áreas de conservação, otimizando vários critérios espaciais, entre estes: compactação, conectividade, replicação e alinhamento das áreas (CIARLEGLIO et al., 2009). Usando as probabilidades resultantes dos modelos para cada espécie, o ConsNet toma uma decisão binária de selecionar ou não uma porção da área de estudo, ordenando cada localidade (célula) hierarquicamente com base na sua

biodiversidade total. Como informações adicionais para a seleção das áreas, este software pode incluir nas análises as áreas de conservação já existentes e áreas já degradadas (que não podem mais serem incluídas como áreas potenciais para conservação). Assim, foram considerados dois cenários: o primeiro cenário apenas com as grandes usinas já em operação, e um segundo cenário considerando a entrada de todas as Usinas (previstas e implantadas) na região hidrográfica (Figura 1). As Usinas consideradas como em operação são: UHE Tucuruí, UHE Estreito, UHE Lajeado, UHE Peixe Angical, UHE São Salvador, UHE Cana Brava e UHE Serra da Mesa, todas no leito do rio Tocantins.

Figura 1 – Ottobacias nível 6 associadas às áreas dos reservatórios previstos e implantados e o desmatamento.



Fonte: Org. dos autores

A probabilidade de ocorrência de cada espécie em cada célula foi obtida do modelo MAXENT, em que a representação total de cada espécie é a soma de todas as probabilidades pela área de estudo (PHILLIPS et al., 2006). Para aquelas espécies com menos de 10

registros, em que a modelagem do MAXENT não fica bem ajustada (STOCKWELL; PETERSON, 2002; PHILLIPS et al., 2006), a probabilidade de ocorrência foi zero ou um (para a ottobacia de ocorrência). Os polígonos de Unidades de Conservação de Proteção Integral (BRASIL, 2000) foram incluídos como priorização na análise ConsNet dos quais a seleção de áreas-chave será iniciada.

Áreas desmatadas, que foram obtidas do mapa de desmatamento brasileiro (IBAMA, 2008; INPE, 2011) foram incluídas no ConsNet como células permanentemente excluídas, assim como as ottobacias nível 6 associadas aos lagos das Usinas, e não foram consideradas nas soluções porque não são adequadas para permanência de espécies (Figuras 2 e 3).

Todos os procedimentos que envolveram cálculos e espacialização de dados foram efetuados usando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) do Arcview versão 9.3.1. Como áreas protegidas na bacia do Tocantins-Araguaia, foram consideradas todas as UCs de proteção Integral sob jurisdição dos estados ou governo federal, encontrada na base do observatório de UCs do WWF (WWF, 2013).

## RESULTADOS

A base de dados final para este estudo compreendeu 42 espécies (arquivos de pontos), sendo nove espécies de peixes, uma espécie de anfíbio, quatro espécies de répteis, 14 espécies de aves e 14 espécies de mamíferos, com um total de 3364 registros de ocorrência, dentro e fora da região hidrográfica. Destas espécies, 26 foram modeladas pelo MAXENT e 16 espécies com distribuição definidas pelas ottobacias de 6ª ordem (Tabela 2).

Tabela 2 – Espécies selecionadas como alvos da análise. TMD= Técnica de Mapeamento adotada; NA= Não Avaliada; VU= Vulnerável; P= Em perigo; PI= Pouco Interesse; DD= Deficiente de Dados; CR= Criticamente em perigo; QA= Quase Ameaçada; DR= Distribuição Restrita; AM= Ameaçada; AMR= Ameaçada regionalmente; ENC= Endêmica do Cerrado.

Espécies	Status (MMA)	Status (IUCN)	N. registros	TMD	Tipo do alvo
<b>Peixes</b>					
<i>Aguarunichthys tocantinsensis</i>	NA	NA	3	bacia	DR
<i>Maratecoara formosa</i>	VU	NA	3	bacia	AM
<i>Maratecoara lacortei</i>	NA	NA	3	bacia	DR
<i>Mylesinus paucisquamatus</i>	VU	NA	25	maxent	AM
<i>Plesiolebias lacerdai</i>	NA	NA	2	bacia	DR
<i>Plesiolebias xavantei</i>	P	NA	8	bacia	AM
<i>Simpsonichthys flammeus</i>	P	NA	7	bacia	AM
<i>Simpsonichthys mutiradiatus</i>	P	NA	3	bacia	AM
<i>Trigonectes strigabundus</i>	NA	NA	1	bacia	DR
<b>Anfíbio</b>					
<i>Bokermannohyla cf. pseudopseudis</i>	NA	PI	08	bacia	DR
<b>Répteis</b>					
<i>Apostolepis longicaudata</i>	NA	NA	3	bacia	DR
<i>Apostolepis polylepis</i>	NA	DD	3	bacia	DR
<i>Bronia kraoh</i>	NA	NA	3	bacia	DR
<i>Phalotris labiomaculatus</i>	NA	NA	4	bacia	DR
<b>Aves</b>					
<i>Alectrurus tricolor</i>	VU	VU	120	maxent	AM
<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>	VU	P	373	maxent	AM
<i>Cercomacra ferdinandi</i>	VU	VU	50	maxent	AM
<i>Culicivora caudacuta</i>	VU	VU	164	maxent	AM
<i>Geositta poeciloptera</i>	VU	VU	97	maxent	AM
<i>Harpyhaliaetus coronatus</i>	VU	P	343	maxent	AM
<i>Mergus octosetaceus</i>	CR	CR	178	maxent	AM
<i>Paroaria baeri</i>	NA	LC	17	maxent	ENC
<i>Penelope ochrogaster</i>	VU	VU	251	maxent	AM
<i>Procnias averano averano</i>	VU	PI	47	maxent	AM
<i>Pyrrhura pfrimeri</i>	VU	P	21	maxent	AM
<i>Suiriri islerorum</i>	NA	QA	23	maxent	AMR
<i>Synallaxis simoni</i>	VU	NA	16	maxent	AM
<i>Taoniscus nanus</i>	VU	VU	205	maxent	AM
<b>Mamíferos</b>					
<i>Blastocerus dichotomus</i>	VU	VU	108	maxent	AM
<i>Calomys tocantins</i>	NA	PI	6	bacia	DR
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	VU	QA	101	maxent	AM
<i>Kerodon acrobata</i>	NA	DD	3	bacia	DR
<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	VU	QA	76	maxent	AM
<i>Monodelphis kuni</i>	NA	PI	41	maxent	AMR

<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	VU	VU	435	maxent	AM
<i>Oligoryzomys moojeni</i>	NA	DD	10	maxent	ENC
<i>Oncifelis colocolo</i>	VU	QA	10	maxent	AM
<i>Panthera onca</i>	VU	QA	196	maxent	AM
<i>Priodontes maximus</i>	VU	VU	134	maxent	AM
<i>Puma concolor</i>	VU	PI	218	maxent	AM
<i>Thyroptera devivoi</i>	NA	NA	2	bacia	DR
<i>Tolypeutes tricinctus</i>	VU	DD	43	maxent	AM

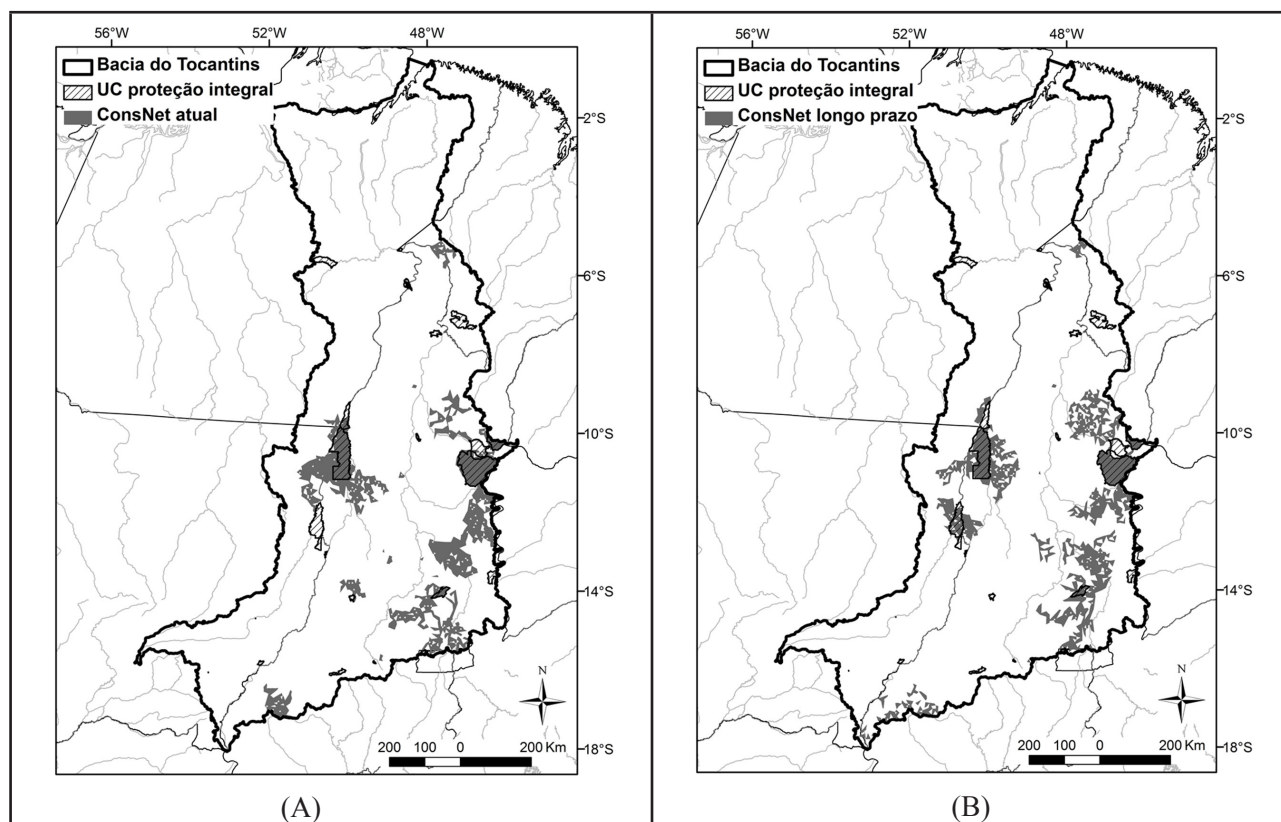
Fonte: Org. do autor.

Os resultados de valores de performance dos 26 modelos do MAXENT resultaram em um teste médio de  $AUC = 0,951 \pm 0,043$  (entre 0,798 e 0,997). Nenhum modelo testado teve AUC menor que 0,75.

Considerando o cenário atual, ou seja, apenas com as UHEs já em operação, a solução para a priorização das áreas sugere que é necessário, para o atendimento das metas previstas, um aumento substancial na área da rede

de conservação de áreas protegidas de proteção integral na bacia, da ordem de mais de 450% ou 6.102.394 ha, dos atuais 1.346.642 ha para os 7.449.036 ha. Considerando o cenário até 2025, ou seja, um cenário futuro com implantação das Usinas previstas, o ConsNet indica um déficit similar em áreas protegidas de proteção integral. Seria necessário um incremento em área da ordem de 6.199.105 ha para o sistema atingir 7.545.792 ha (Figura 2).

Figura 2 – Resultados do ConsNet, com indicação de áreas prioritárias (amarelo) considerando, além do desmatamento, (A) o cenário apenas com usinas em operação e (B) operação e planejadas juntas.



Fonte: Org. dos autores.



Os resultados do ConsNet também indicam a importância três Unidades de Conservação de Proteção Integral na região hidrográfica do Tocantins-Araguaia para preservação dos alvos de vertebrados aqui estudados: o Parque Nacional do Araguaia, a Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins e o Parque Estadual do Jalapão (Tocantins). Grande parte das soluções do ConsNet indicam que as áreas prioritárias devem partir do aumento dos limites destas UCs (Figuras 2 e 3).

Apesar do “software” indicar que todas as Unidades de Conservação de Proteção Integral da Região Hidrográfica estão contidas nas áreas prioritárias, existem outras regiões apontadas como prioritárias pelo “software” fora do atual sistema de unidades de conservação de proteção integral. Especialmente uma área deve ser destacada, conhecida como “Vale do Paranã”.

Das 42 espécies avaliadas nesse trabalho para priorização de áreas de conservação frente ao impacto de grandes empreendimentos hidrelétricos, para apenas duas espécies não foram encontradas solução pelo ConsNet: *Aguarunichthys tocantinsensis* e *Trigonectes strigabundus*. São espécies de peixes de distribuição restrita, presentes na bacia do Tocantins-Araguaia, e tiveram todas as otobacias associadas as suas distribuições diretamente afetados por UHes já em operação. Para todas as outras 40 espécies a solução foi encontrada pelo ConsNet e expostas no mapa de priorização de áreas.

#### DISCUSSÃO

Nesse estudo demonstramos que existe um grande déficit em áreas que precisam ser cobertas pelo sistema de UCs de proteção integral, tanto no cenário atual quanto no cenário futuro. Embora o Brasil tenha destaque internacional em termos de área protegidas pelo SNUC, que representa quase 17% do território nacional, apenas cerca de 6% do território nacional estão sob proteção de Unidades de Conservação de Proteção Integral, ou 36,4 % da representatividade total do sistema (MMA, 2011). Além disso, pelo menos para o Cerrado, a estratégia de implementação de Unidades de Conservação de Uso Sustentável falhou em evitar o desmatamento e proteger a biodiversidade (FRANÇOSO et al., 2015).

A proposta de incrementar quase 6,2 milhões

de hectares em UCs de Proteção Integral no cenário futuro como forma de compensar impactos de hidrelétricas e desmatamento na região hidrográfica nos alvos selecionados representa um acréscimo de quase 12% na área total de UCs de Proteção Integral no Brasil; isso significa a criação de quase nove UCs como a ESEC Serra geral do Tocantins, a maior UC de proteção integral na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia.

O software ConsNet indicou especificamente como importantes para a expansão o Parque Nacional do Araguaia, a Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins e o Parque Estadual do Jalapão (Tocantins). Também indicou como área prioritária para conservação uma região à sudeste da Região Hidrográfica, na margem direita do rio Tocantins em seu alto curso, onde não existem UCs atualmente, conhecida como “Vale do Paranã”. Estas áreas devem ser consideradas como prioritárias para expansão ou criação de novas UCs, dentro do contexto tanto do atendimento das metas nacionais de conservação da biodiversidade da CDB quanto da compensação dos impactos causados pela implantação das novas Usinas Hidrelétricas.

O Vale do Paranã está localizado nos estados de Tocantins e Goiás, inserida em uma área de transição entre o Cerrado, Amazônia e Caatinga (BEZERRA; MARINHO-FILHO, 2010). Possui grande importância biológica, pois é reconhecido como um dos centros de endemismos de pássaros no Cerrado (SILVA; BATES, 2002) e como área prioritária para conservação (MMA, 2007).

O ConsNet acusou também que duas espécies de peixes tiveram toda sua distribuição geográfica impactada por reservatórios, *Aguarunichthys tocantinsensis* e *Trigonectes strigabundus*, e por isso, não foi encontrada solução viável. Estas espécies são impactadas pelos reservatórios de Tucuruí, Lajeado e Serra da Mesa, todas usinas já em operação. Nesse sentido, os resultados do planejamento de usinas para o futuro não devem ser influenciados por essa constatação, a menos que sejam verificados novos registros de ocorrência destas espécies em locais projetados para novas usinas.

No Brasil, as decisões sobre implantação de empreendimentos hidrelétricos com grandes impactos ambientais são tomadas pelo Instituto de Meio

Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama, entidade do executivo federal, por meio de um instrumento estabelecido na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal n. 6938/1981): o Licenciamento Ambiental Federal (LAF).

O principal elemento norteador dentro do LAF para a tomada de decisão sobre a construção de Usinas no Ibama é o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), um documento que sucintamente, mostra um diagnóstico da área, traça um prognóstico com a implantação da usina e propõe medidas mitigadoras e compensatórias (CONAMA, 1986). No entanto, após 36 anos do surgimento do Licenciamento Ambiental Federal e avaliação de impactos ambientais no Brasil muito se evoluiu dentro do conhecimento de ecologia de paisagens e ferramentas de gestão ambiental.

Em função dessa evolução no conhecimento, uma série de problemas podem ser destacados nos EIAs. Os principais são que os estudos consideram no diagnóstico uma perspectiva temporal pequena (um ano ou menos), dentro de uma escala local de ocorrência de padrões e processos ecológicos importantes (BANCO MUNDIAL, 2008; ANDRADE; SANTOS, 2015). Essa limitação espacial e temporal dos EIAs torna a avaliação da viabilidade ambiental de empreendimentos hidrelétricos extremamente limitada, haja vista que existem padrões e processos que podem ser afetados pela Usina e que ocorrem em escala de bacia hidrográfica (FINER; JENKINS, 2012; BANCO MUNDIAL, 2008). Essas limitações foram apontadas nas análises dos EIAs como os das Usinas de Santo Antônio e Jirau, de Belo Monte e das Usinas do rio Parnaíba e criaram grandes desentendimentos entre o setor ambiental, poder político e setor energético.

Os resultados desse trabalho indicam que a ferramenta de planejamento sistemático de conservação não apenas contribui para suprir uma lacuna no atual sistema de gestão ambiental para avaliação de impactos em escala regional, como também propicia que setores com interesses antagônicos sejam levados a um consenso sobre a melhor forma de exploração econômica de recursos naturais em bacias hidrográficas.

Existe uma reorientação geográfica de implantação dos projetos de grandes usinas hidrelétricas voltadas para a região amazônica. Essa reorientação

pode ser justificada pela saturação do potencial hidrelétrico em grande parte das bacias das regiões sul, sudeste e nordeste, atrelado à grande oferta energética e de eixos a serem explorados na bacia amazônica (ANEEL, 2008). De acordo com o Plano Decenal de Energia (EPE, 2011), de 2011 a 2020 estão previstas 30 novas Usinas, sendo 18 delas na região amazônica, com destaque para Estreito (1.087 MW), de Santo Antônio (3.150 MW), Jirau (3.300 MW), Belo Monte (11.233 MW) e de Teles Pires (1820 MW). Assim, a materialização destas Usinas deve ocorrer à luz de intensos conflitos entre os diversos atores sociais relacionados com a ocupação do espaço na região (MORETTO et al., 2012) e os diferentes meios de exploração de recursos naturais. Dessa forma, o planejamento sistemático da conservação tem grande potencial para ser aplicado no Brasil para os próximos anos, contribuindo para o entendimento de diferentes atores com interesse nessa bacia.

É nesse sentido que vem caminhando o planejamento de usinas hidrelétricas em cascata na bacia do Juruena-Tapajós. Em uma iniciativa do Ministério de Meio Ambiente e com apoio de ONGs ambientalistas, setor elétrico e Universidades já foram realizadas oficinas para definição dos alvos e metas de conservação para a bacia, e caminha para o fechamento do documento com indicação preliminar de Usinas que poderiam ou não serem construídas, dentro de uma escala regional e considerando os efeitos cumulativos e sinérgicos destes empreendimentos.

No entanto, cabe destacar, que a aplicabilidade da ferramenta do planejamento sistemático de conservação e o alcance dos objetivos estão diretamente relacionados à qualidade e quantidade dos dados existentes na bacia hidrográfica em estudo. Nesse sentido, as lacunas de informações de espécies ameaçadas e espécies endêmicas são grandes, sobretudo na região amazônica e Tocantins-Araguaia (LEWINSOHN; PRADO, 2005; NOGUEIRA et al., 2010b).

Grande parte da informação disponível nessas bacias sobre espécies ameaçadas e endêmicas adveio de EIAs de usinas hidrelétricas, que apesar de serem importantes para conservação da biodiversidade, já possuem um forte indicativo que podem desaparecer ou ficarem com a viabilidade como espécie comprometida (Nogueira et al., 2010b). As iniciativas para

pesquisa básica em ecologia de espécies ou para reordenamento do Sistema de Unidades de Conservação são extremamente precárias no país, e isso inclui a região hidrográfica do Tocantins-Araguaia (BROOKS et al. 2004a; BROOKS et al., 2004b; NOGUEIRA et al., 2011).

Um aspecto relevante nesse trabalho e que precisa ficar pontuado é que ele não tem a pretensão de indicar a viabilidade ambiental dos empreendimentos hidrelétricos aqui analisados. Trata-se de um estudo que focou nos impactos de perda de áreas para os padrões de distribuição geográfica de 42 espécies de vertebrados com importância para conservação. Deve-se destacar que a destruição de habitats é a ameaça mais séria para a maioria das espécies, tanto para vertebrados, como para invertebrados, plantas e fungos (TILMAN et al., 1994; PRIMACK; RODRIGUES, 2001). A fragmentação de habitats limita o potencial de uma espécie de dispersão e colonização, reduz a capacidade de alimentação e propicia o confinamento de indivíduos em fragmentos, o que favorece a incidência de doenças e mortes por defesa territorial (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; SOULÉ; ORIAN, 2001).

No entanto, os impactos de usinas hidrelétricas em processos ecossistêmicos, como por exemplo interrupção de conectividade, podem ser até mais severos do que perda de habitat ocasionado pela formação do reservatório (FINER; JENKINS, 2012). Assim, o trabalho é orientado para uma primeira avaliação e o ponto de partida para a discussão da implantação dos empreendimentos hidrelétricos previstos na Região hidrográfica do Tocantins-Araguaia.

Além disso, o PSC não deve ser visto como um substituto do EIA, ou ainda, que a etapa de planejamento das Usinas Hidrelétricas previstas em escala de bacia hidrográfica deve substituir análise de viabilidade ambiental de empreendimentos hidrelétricos. São, na verdade instrumentos que devem ser complementares, pois a viabilidade ambiental em uma escala regional não significa viabilidade ambiental em escala local. A viabilidade ambiental de empreendimentos hidrelétricos deve ser entendida dentro de um contexto amplo, assim considerando todos os níveis de escala, de global a local.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A.A., PELICICE, F.M., GOMES, L.C. Dams and the fish fauna of the Neotropical Region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 68, n. 4 (supl.), pp. 1119-1132, nov. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000500019>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Ottobacias - nível 6. Versão 07/12/2006. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/login.asp?urlRedir=/bibliotecavirtual/solicitacao-BaseDados.asp>. Acessado em: 10/06/2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia*. Brasília: MMA, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3ª Edição*. Brasília: Ministério de Minas e Energia; Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Despacho 4.049, de 13 de outubro de 2011. Aprovar os Estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio das Garças. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/dsp20114049.pdf>. Acessado em: 17 jan. 2017.

ANDERSON, R. P., MARTÍNEZ-MEYER, E. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: An implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation*, Barking, v. 116, pp. 167-179, abr. 2004. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00187-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00187-3)

ANDRADE, A.L.; SANTOS, M.A. Hydroelectric plants environmental viability: Strategic environmental assessment application in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Atlanta, v. 52, pp. 1413-1423, dez. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.152>

- BANCO MUNDIAL. 2008. Licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos no Brasil: uma contribuição para o debate. Washington, D.C, 2008. Disponível em: <[http://siteresources.worldbank.org/INTLACBRAZILINPOR/Resources/Relatorio\\_PRINCIPAL.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTLACBRAZILINPOR/Resources/Relatorio_PRINCIPAL.pdf)>. Acessado em: 17 jan. 2017.
- BEZERRA, A.M.R.; MARINHO-FILHO, J. Bats of the Paranã River Valley, Tocantins and Goiás States, Central Brazil. *Zootaxa*, Auckland, v. 2725, pp. 41-56, dez. 2010.
- BRASIL. Lei Federal n. 6938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm). Acessado em: 16 jan. 2017.
- BRASIL. Lei Federal n. 9985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm)>. Acessado em: 16 jan. 2017.
- BROOKS, T. et al. Toward a blueprint for conservation in Africa. *Bioscience*, Washington, v. 51, pp. 613-624, ago. 2001. DOI: [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0613:TABFCI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0613:TABFCI]2.0.CO;2)
- BROOKS, T., FONSECA, G.A.B., RODRIGUES, A.S.L. Species, data, and conservation planning. *Conservation Biology*, Hoboken (New Jersey), v. 18, pp. 1682-1688, dez. 2004a. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2004.00457.x
- BROOKS, T., FONSECA G.A.B., RODRIGUES A.S.L. Protected areas and species. *Conservation Biology*, Hoboken (New Jersey), v. 18, pp. 616-618, jun. 2004b. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/3589070>
- CIARLEGLIO, M., BARNES, J. W., SARKAR, S. ConsNet: new software for the selection of conservation area networks with spatial and multi-criteria analyses. *Ecography*, Hoboken (New Jersey), v. 32, pp. 205- 209, abr. 2009. DOI: 10.1111/j.1600-0587.2008.05721.x
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 01, 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acessado em: 17 jan. 2017.
- COSTA, G.C. et al. Sampling bias and the use of ecological niche modeling in conservation planning: a field evaluation in a biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation*, Gewerbestrasse, v. 19, pp. 883-899, mar. 2010. DOI: 10.1007/s10531-009-9746-8
- EKEN, G., et al. Key biodiversity areas as site conservation targets. *Bioscience*, Washington, v. 54, pp. 1110-1118, dez. 2004. DOI: [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[1110:KBAASC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[1110:KBAASC]2.0.CO;2)
- ELITH, J. Quantitative methods for modelling species habitat: comparative performance and an application to Australian plants. In: FERSON, S.; BURGMAN, M. (Orgs.). *Quantitative methods for conservation biology*. New York: Springer, 2002, pp. 39-58. DOI: 10.1007/0-387-22648-6\_4
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Tocantins*. Brasília: MME, 2007.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Araguaia*. Brasília: MME, 2010.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Plano Nacional de Expansão de Energia 2011-2020*. Brasília: Ministério de Minas e Energia; Empresa de Pesquisa Energética, 2011.



- FAHEY, C., LANGHAMMER, P.F. Impacto das Represas na Biodiversidade da Mata Atlântica. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. (Orgs.): *Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspetivas*. Belo Horizonte: Conservation International, 2005, pp. 413-425.
- FERREIRA, M.N. *Planejamento Sistemático das Unidades de Conservação no Estado do Tocantins*. 2011. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. DOI: 10.11606/T.41.2011.tde-21092011-094809
- FINER, M., JENKINS, C.N. Proliferation of Hydroelectric Dam in the Andean Amazon and Implications for Andes-Amazon Connectivity. *PLoS ONE*, San Francisco, v. 7, n. 4, e35126, abr. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0035126>
- FRANÇOSO, R. et al. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado hotspot. *Natureza & Conservação*, Rio de Janeiro, v. 13, pp. 35-40, jan/jun. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.001>
- HIJMANS, R. J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, Hoboken (New Jersey), v. 25, pp. 1965-1978, nov. 2005. DOI: 10.1002/joc.1276
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Mapeamento das áreas desmatadas no bioma Cerrado até o ano de 2008. *Shapes*. 2008. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/>. Acessado em: 10/06/2013.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Projeto PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite. *Shapes*. 2011. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. Acessado em: 10/06/2013.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. Red List of Threatened Species. Versão 2012.2. 2012. *Lista on line*. Disponível em: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Acessado em 04/06/2013.
- LEWINSOHN, T., PRADO, P.I. Quantas espécies há no Brasil? *Megadiversidade*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, pp. 36-42. jul. 2005.
- MARGULES, C.R., PRESSEY R.L. Systematic conservation planning. *Nature*, London, v. 405, pp. 243–253, mai. 2000. DOI: 10.1038/35012251
- MARSKE, K.A. et al. Phylogeography and ecological niche modeling implicate coastal refugia and trans-alpine dispersal of a New Zealand fungus beetle. *Molecular Ecology*, Hoboken (New Jersey), v. 18, pp. 5126–5142, nov. 2009. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2009.04418.x
- MITTERMEIER, R.A. et al. Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Science*, Los Gatos, CA, v. 100, n. 18, pp. 10303-10313, set. 2003. DOI: 10.1073/pnas.1732458100
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa n. 3 de 27 de maio de 2003. Lista Oficial das Espécies da fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=75658>. Acessado em: 17 jan. 2017.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Instrução Normativa n. 5 de 21 de maio de 2004. Lista Oficial das Espécies de Invertebrados e Peixes Ameaçados de Extinção. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=75936>. Acessado em: 17 jan. 2017.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria n. 9 de 23 de janeiro de 2007. Define as Áreas Prioritárias para Conservação. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=199537>. Acessado em: 17 jan. 2017
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica*. Brasília: MMA, 2011.
- MORETTO, E.M. et al. Histórico, Tendências e Perspectivas no planejamento espacial de Usinas Hidrelétricas Brasileiras: a antiga e atual fronteira amazônica. *Ambiente e Sociedade*. São Paulo, v. 15, n. 3, pp. 141-164, set/dez. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2012000300009>



- MORUETA-HOLME, N., FLOJGAARD, C., SVENNING, J.C. Climate change risks and conservation implications for a threatened small-range mammal species. *PLoS ONE*, San Francisco, v. 5, n. 4, e10360, abr. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0010360>
- MOURÃO, G., CAMPOS, Z. Survey of broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*), marsh deer (*Blastocercus dichotomus*) and capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in the area to be inundated by Porto Primavera Dam, Brazil. *Biological Conservation*, Barking, v. 73, pp. 27–31, jul/set. 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(95\)90055-1](https://doi.org/10.1016/0006-3207(95)90055-1)
- MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO. *Deficiências em Estudos de Impacto Ambiental: Síntese de uma Experiência*. Brasília: Escola Superior do Ministério Público, 2004.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, London, v. 403, pp. 853-858, fev. 2000. DOI: 10.1038/35002501
- NOGUEIRA, C. et al. Restricted-range fishes and the conservation of Brazilian freshwaters. *Plos ONE*, San Francisco, v. 5, n. 6, e11390, jun. 2010a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0011390>
- NOGUEIRA, C. et al. Diversidade de répteis Squamata e evolução do conhecimento faunístico no Cerrado. In: DINIZ, I.R., et al. (Orgs). *Cerrado - conhecimento científico quantitativo como subsídio para ações de conservação*. Editora UnB, Brasília, 2010b, pp. 333-375.
- NOGUEIRA et al. Vicariance and endemism in a Neotropical savanna hotspot: distribution patterns of Cerrado squamate reptiles. *Journal of Biogeography*, Hoboken (New Jersey), v. 38, n. 10, pp. 1907–1922, out. 2011. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2011.02538.x
- ORTEGA-HUERTA, M. A., PETERSON A. T. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern Mexico. *Diversity and Distributions*, Hoboken (New Jersey), v. 10, pp. 39-54, jan. 2004. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2004.00051.x
- PEARCE J., FERRIER S. Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. *Ecological Modelling*, Atlanta, v. 133, pp. 225–245, set. 2000. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00322-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00322-7)
- PHILLIPS, S.J., ANDERSON, R.P., SCHAPIRE, R.E. Maximum entropy modelling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, Atlanta, v. 190, pp. 231–259, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- PRIMACK, R.; RODRIGUES, E. *Biologia da Conservação*. Londrina: Midiograf, 2001.
- RAES N. et al. Botanical richness and endemism patterns of Borneo derived from species distribution models. *Ecography*, Hoboken (New Jersey), v. 32, pp. 180–192, fev. 2009. DOI: 10.1111/j.1600-0587.2009.05800.x
- SILVA, J.M.C. Endemic bird species and conservation in the Cerrado region, South America. *Biodiversity and Conservation*, Gewerbestrasse, v. 6, n. 3, pp. 435-450, mar. 1997. DOI: 10.1023/A:1018368809116
- SILVA, J.M.C., BATES, J.M.. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna Hotspot. *Bioscience*, Washington, v. 52, pp. 225-233, mar. 2002. DOI: [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0225:BPACIT\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0225:BPACIT]2.0.CO;2)
- SOULÉ, M.; ORIAN, G. H. *Conservation Biology: Research Priorities for the Next Decade*. Washington, DC: Island Press, 2001
- SOUZA, C.M.M. Avaliação Ambiental Estratégica (AAE): Limitações dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA). In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, São Paulo. Anais. Porto Alegre: ABRH, 2007.
- STOCKWELL, D., PETERSON A.T. Effects of sample size on accuracy of species distributions models. *Ecological Modelling*, Atlanta, v. 148, pp. 1-13, fev. 2002. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800\(01\)00388-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800(01)00388-X)

TILMAN, D. et al. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, London, v. 371, pp. 65-66, set. 1994. DOI: 10.1038/371065a0

WWF. Observatório de UCs. Brasília, 2013. *Shapes*. Disponível em: <http://observatorio.wwf.org.br/mapa/>. Acessado em: 17 jan. 2017.