



**XXIV SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

AB/XXX/YY

22 a 25 de outubro de 2017  
Curitiba - PR

**GRUPO 11**

**GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS - GIA**

**DIAGNÓSTICO EM ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE UHES: EFEITO DO DESENHO AMOSTRAL NA  
EFICIÊNCIA DO LEVANTAMENTO DE VERTEBRADOS TERRESTRES PARA AS UHES SÃO MANOEL E  
TELES PIRES**

**Elisângela M. Almeida\*   Federica Natasha G. A. S. Sodré   Verônica S. M. Gomes   Silvana A. Espig  
Empresa de Pesquisa Energética**

**RESUMO**

As UHes São Manoel (SAM) e Teles Pires (TPI) são próximas e afetam fisionomias vegetais e, provavelmente, composição faunística semelhantes. No entanto, o desenho amostral estabelecido com o órgão licenciador para coleta de dados sobre a fauna de vertebrados terrestres dos respectivos EIAs diferiu consideravelmente. Com menor número de campanhas o EIA de TPI registrou maior riqueza de espécies tanto de aves como de morcegos. A maior eficiência na amostragem de TPI quando comparada à de SAM esteve relacionada, provavelmente, ao fato de em TPI as amostras terem sido mais espaçadas.

**PALAVRAS-CHAVE**

EIA/Rima; hidrelétrica; coleta de dados; meio biótico; Rapeld.

\* Endereço Autor Responsável: Avenida Rio Branco, nº 1 / 11º andar. Superintendência de Meio Ambiente. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Centro, Rio de Janeiro/RJ. CEP 20090-003 – Email: [elisangela.almeida@epe.gov.br](mailto:elisangela.almeida@epe.gov.br) – Tel: (+55 21) 3512-3293

## 1.0 - INTRODUÇÃO

Uma coleta de dados bem delineada é fundamental para o diagnóstico de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que por sua vez subsidia a Avaliação de Impactos Ambientais e a proposição de planos, programas e outras medidas mitigadoras. Portanto, um delineamento adequado da coleta de dados tende a direcionar os recursos humanos e financeiros de forma mais eficiente, tanto durante a elaboração do EIA quanto na efetivação dos programas ambientais.

As Usinas Hidrelétricas (UHEs) São Manoel (SAM) e Teles Pires (TPI) distam cerca de 35 km (distância em linha reta entre os barramentos) e se localizam na região de transição entre os Biomas Cerrado e Amazônia, no rio Teles Pires, entre os estados do Mato Grosso e Pará. As fitofisionomias na região das usinas são semelhantes e a associação desses elementos leva a crer que os empreendimentos afetem comunidades bióticas (flora e fauna) semelhantes.

Durante as discussões do Termo de Referência para condução do EIA da UHE Teles Pires com o Ibama, o Instituto solicitou que o estabelecimento das unidades amostrais de fauna terrestre seguisse o Rapeld (programa de avaliação rápida - RAP para pesquisas ecológicas de longa duração - PELD). O Programa Rapeld é um programa de estudos de biodiversidade coordenado pelo Dr. Bill Magnusson (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) que propõe o levantamento de dados padronizados e integrados de espécies de fauna e flora em busca de padrões ecológicos (Magnusson et al. 2005). A aplicação do Rapeld em um EIA significava aumentar o investimento financeiro dos trabalhos de campo, tornando-os mais árduos e demorados em cada campanha. Como contrapartida, houve redução do número de campanhas de quatro (praticado em geral para EIAs de hidrelétricas e o que havia sido aplicado ao EIA da UHE São Manoel) para duas campanhas. Portanto, os desenhos amostrais estabelecidos com o órgão licenciador (Ibama) para coleta de dados sobre a fauna de vertebrados terrestres dos respectivos Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) diferiram.

O objetivo deste trabalho é demonstrar o efeito do desenho amostral nos resultados de levantamento de fauna terrestre para os EIAs das duas UHEs.

## 2.0 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Áreas de Estudo

Os empreendimentos estão inseridos em uma paisagem em que predomina Floresta Ombrófila Densa Submontana (Figura 1). No entanto, um módulo de TPI amostrou Floresta Ombrófila Aberta (TP1) e outros três amostraram áreas muito próximas a áreas de agricultura (TP2, TP5 e TP6). Considerando que o número total de parcelas (amostras em cada módulo) e módulos é o mesmo para ambos os EIAs, o contexto fitofisionômico poderia favorecer TPI em proporção de espécies tolerantes a vegetação menos densa e aberta e desfavorecê-la em número de espécies sensíveis à alteração florestal. Ou seja, poderia haver uma tendência de TPI capturar mais espécies generalistas que SAM e este capturar mais espécies sensíveis a alterações que TPI.

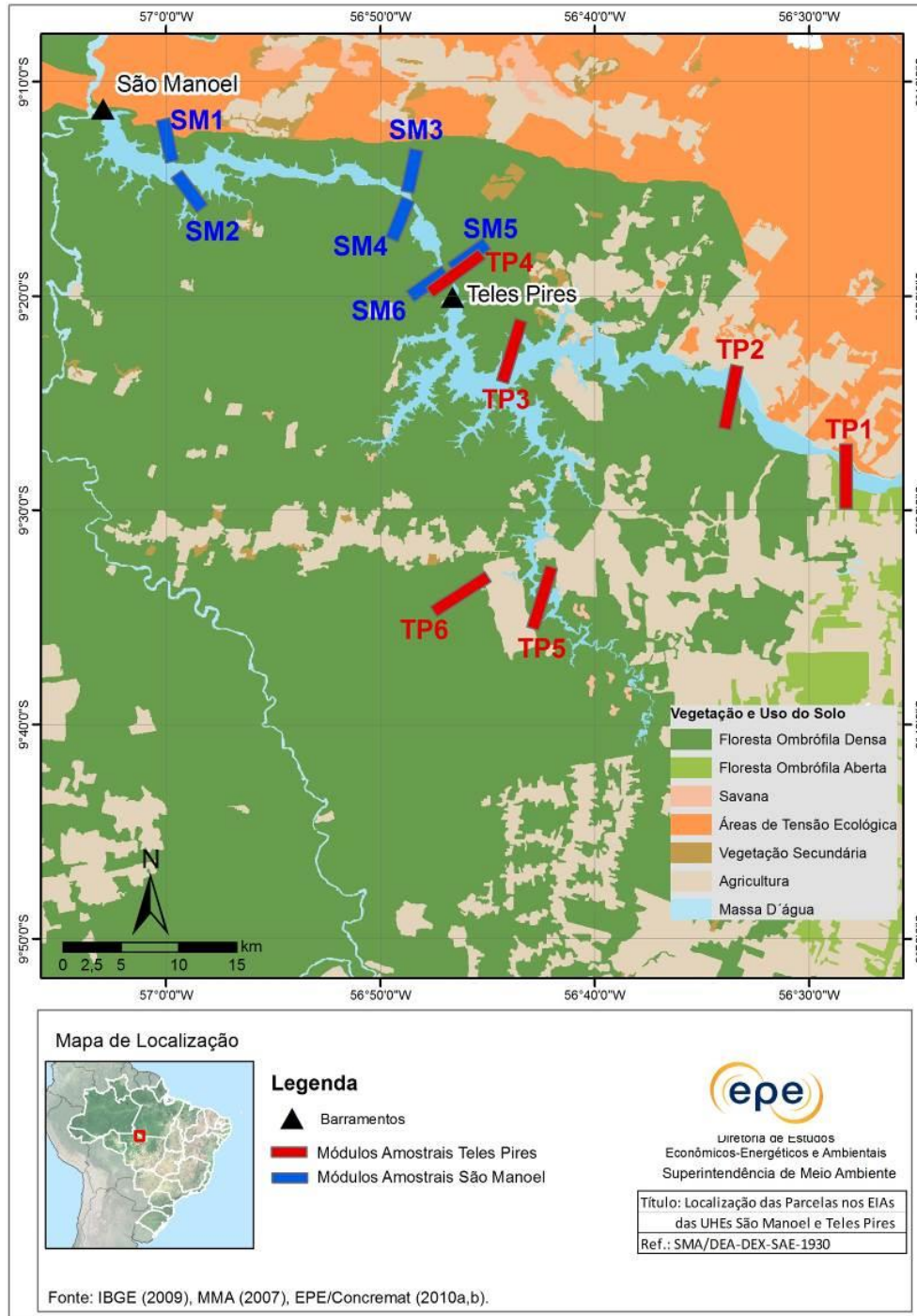


FIGURA 1 – Região das hidrelétricas de Teles Pires e São Manoel, em Mato Grosso. TPn = módulos amostrais para o meio biótico do EIA da UHE Teles Pires; SMn = módulos amostrais para o meio biótico do EIA da UHE São Manoel.

## 2.2 Coleta de dados

Para este teste, foram selecionados os dados referentes à captura com redes de neblina para avifauna (aves) e quiropterofauna (morcegos), devido à padronização nos métodos de coleta e à confiabilidade na identificação taxonômica da grande maioria das espécies, para os estudos das respectivas UHEs (Karr 1981) (Figura 2). As redes de neblina utilizadas para captura de morcegos diferem daquelas utilizadas para captura de aves somente pela extensão e altura, além do horário em que são abertas, naturalmente. Este método possui a tendência de amostrar espécies que habitam o sub-bosque da floresta, que são mais frequentemente capturadas que espécies de dossel de floresta ou espécies que preferem áreas de vegetação arbustiva ou campestre.



FIGURA 2 – Redes de neblina dispostas na parcela amostral (a – fonte: EPE/Concremat 2010a); detalhe da rede (b – fonte: EPE/Concremat 2010a) e exemplo de indivíduo capturado (c – fonte: EPE/Concremat 2010b).

Para SAM, foram estabelecidos seis módulos amostrais compostos cada um por uma trilha perpendicular ao rio ao longo da qual foram dispostos dois transectos paralelos ao rio, cada um deles com comprimento total de 500 m (sendo uma parcela de 250 m para cada lado da trilha) em duas distâncias do rio (50 e 1000 m). Para TPI o desenho amostral foi baseado no Programa Rapeld, com seis módulos amostrais compostos por um transecto de 5 km de comprimento, onde foram dispostas cinco parcelas com largura de 250 m e espaçamento de um quilômetro entre elas, seguindo a curva de nível do terreno. Este delineamento busca garantir independência amostral entre as parcelas e diminuir a heterogeneidade interna a cada parcela (Figura 3).

Esforço de captura para aves: em SAM, foram instaladas 30 redes de neblina (12 x 3 m, 30 mm de malha) simultaneamente, dispostas em duas linhas com 15 redes cada. Cada linha de rede permaneceu aberta por ao menos 13 horas por campanha em quatro campanhas e seis módulos, resultando em um total de 9.360 horas-rede x 36 m<sup>2</sup> = 255.533,4 m<sup>2</sup>h. Em TPI utilizou-se uma linha de 3 redes (12 x 2,5 m, 36 mm de malha) em cinco parcelas amostradas simultaneamente durante cinco dias consecutivos por campanha em duas campanhas, resultando em um total de 81.000 m<sup>2</sup>h.

Esforço de captura para morcegos: em SAM foram instaladas de 15 a 20 redes (dois tamanhos: 9 x 2,5 m e 15 x 3 m) em trilhas nas unidades amostrais. As redes foram abertas no ocaso, revisadas em intervalos de 20 minutos e fechadas após 4-6 horas de exposição, totalizando um esforço amostral nas quatro campanhas de 132.300 m<sup>2</sup>h. Em cada parcela de TPI foram instaladas três redes de neblina (15 x 2,5 m), em locais onde se julgou apropriado para a captura de morcegos. As redes permaneceram em cada linha por cinco noites consecutivas, eram abertas das 18:00 às 24:00 h e verificadas a intervalos de no máximo 30 minutos. O esforço amostral total empreendido nas duas campanhas foi de 202.500 m<sup>2</sup>h.

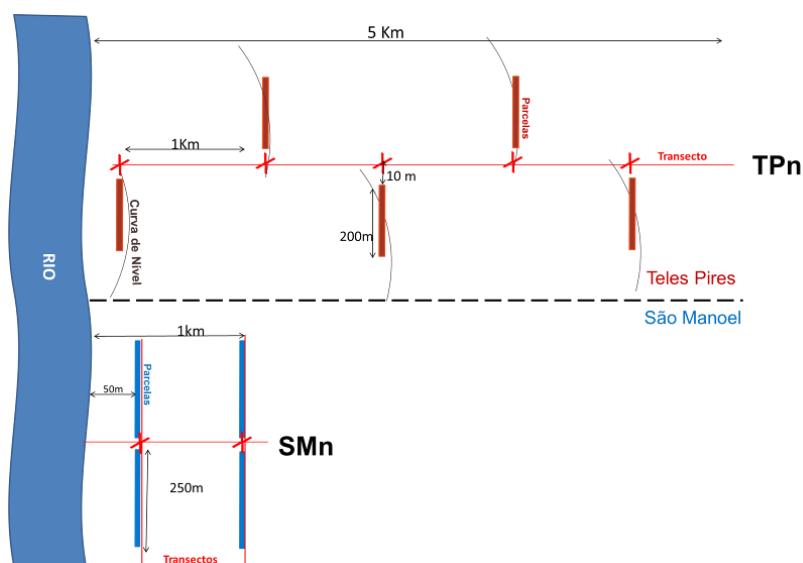


FIGURA 3 – Esquema representativo de cada módulo amostral aplicado aos EIAs da UHE Teles Pires (A) e da UHE São Manoel. TPn = módulos amostrais para o meio biótico do EIA da UHE Teles Pires; SMn = módulos amostrais para o meio biótico do EIA da UHE São Manoel.

A amostragem de aves e mamíferos ocorreu em junho/julho de 2008 e fevereiro, maio/junho de 2009 para SAM e em abril/maio e setembro/outubro de 2009 para TPI. Durante as campanhas de TPI, choveu 23% a mais que durante as campanhas de SAM, considerando o total em milímetros registrado nos dias de campanha. Em relação às médias mensais entre 1999 e 2012 da estação Paranaíta da ANA, choveu mais que a média em um dos quatro meses de campanha de TPI, enquanto nas campanhas de SAM somente em um dentre cinco meses houve chuva maior que a média, tendo ocorrido ainda um valor menor que a média. Em geral, a ocorrência de chuva prejudica a captura, uma vez que aves e morcegos tendem a diminuir o deslocamento. Portanto, caso essas diferenças pluviométricas tenham afetado os dados de captura, houve tendência que prejudicassem TPI em relação a SAM. A vazão do rio também influencia o sucesso de captura, isto porque maiores vazões resultam em subida do nível do rio, o que tem como consequência o alagamento de algumas parcelas ribeirinhas, o que ocorreu durante o período de campanha de ambos EIAs. No entanto, não parece ter havido diferença nas vazões mensais entre os anos de 2008 e 2009, que apresentaram o mesmo comportamento, exceto para dois meses em que não se realizou campanha.

### 2.3 Análise dos dados

Eventuais sinonímias entre as duas listas de espécies de aves foram verificadas através da consulta às Listas das Aves do Brasil (CBRO, 2014).

As amostras de avifauna e quiropterofauna foram comparadas quanto à riqueza de espécies através das Curvas de Rarefação (EcoSim 2004), que partem do mesmo esforço amostral (aqui entendido por número de indivíduos capturados) para comparar as riquezas de espécies entre as amostras. Esta análise sorteia mil vezes grupos de 50 indivíduos e contabiliza o número de espécies obtidas, posteriormente grupos de 100 indivíduos e assim por diante, até o limite de número total de indivíduos registrados em campo. Dessa forma, é obtida uma curva com intervalos de confiança em cada ponto de sorteio (50, 100, 150, etc.), permitindo comparar duas amostras estatisticamente.

### 3.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avifauna

Em TPI foi registrado maior número de indivíduos e espécies de aves que em SAM (2.495 e 562 indivíduos e 195 e 120 espécies, respectivamente). A partir do sorteio de 250 indivíduos, já foi possível observar diferença significativa em número de espécies entre as duas amostragens na curva de rarefação (Figura 4).

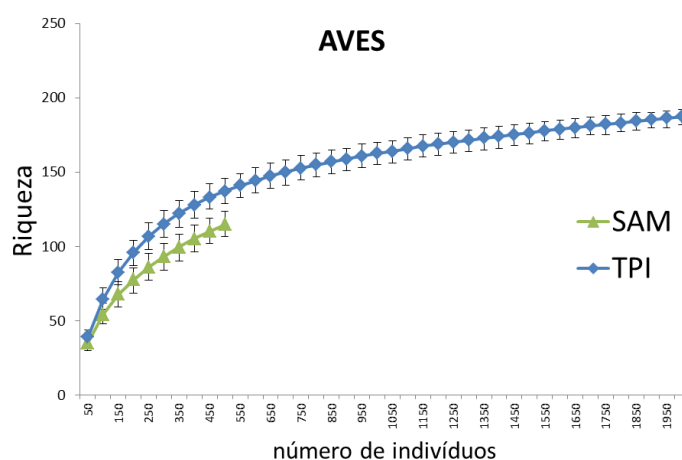


FIGURA 4 – Curva de rarefação aplicada aos dados coletados para avifauna nos EIAs das UHEs São Manoel (SAM) e Teles Pires (TPI). A diferença significativa entre as duas curvas pode ser observada pela ausência de sobreposição entre os intervalos de confiança, representados pelas barras verticais.

As diferenças nas condições climáticas, fisionômicas e de esforço amostral tenderiam a desfavorecer TPI na captura de aves florestais de sub-bosque e, portanto, no registro de espécies. No entanto, a tendência foi inversa, com TPI tendo registrado maior número de indivíduos e espécies de aves. De fato, não parece ter havido influência negativa da proximidade do módulo com áreas antropizadas (TP5 e TP6), ecótono (TP2) ou floresta aberta (TP1) no número de espécies registradas ou na contribuição para o total de espécies de cada módulo amostral de TPI com espécies exclusivas (Figura 5). Haveria ainda possibilidade de influência positiva dos módulos que amostraram áreas florestais e abertas em TPI (TP1, 2, 5 e 6) num registro de espécies florestais e de áreas abertas, por estarem dispostos em borda de habitat (Ralph et al. 1993 *apud* Develey 2006) e algumas parcelas terem registrado espécies florestais e outras espécies de áreas abertas. No entanto, mesmo TP3 e TP4, que amostraram áreas mais íntegras que os demais módulos de TPI, registraram pelo menos o dobro de espécies que os módulos de SAM, indicando que o desenho amostral teve maior influência no maior número de espécies registradas para TPI.

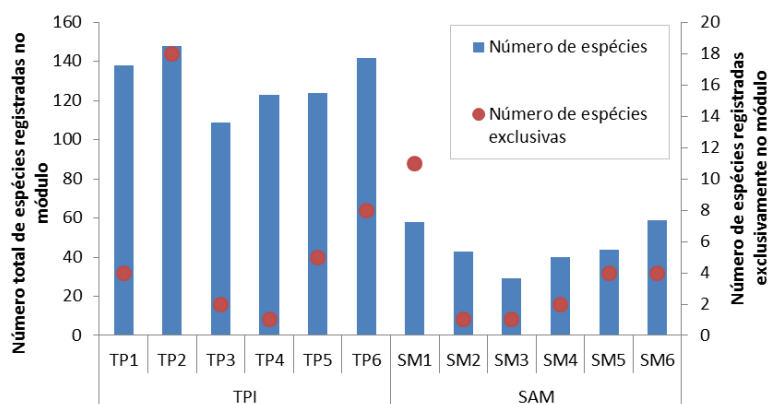


FIGURA 5 – Contribuição de cada módulo amostral para a riqueza de espécies de aves.

### 3.2 Quiropterofauna

Para morcegos, também foram encontrados maior número de indivíduos e maior riqueza final de espécies em TPI do que em SAM (1079 e 111 indivíduos e 47 e 24 espécies, respectivamente). Não foi possível observar diferença significativa entre as duas amostragens ao sortear grupos de 20 a 100 indivíduos, possivelmente porque a riqueza final é pequena (47 espécies), quando comparado com avifauna (196), que representa um conjunto mais diversificado e que pode apresentar diferenças no sorteio de grupos menores (Figura 6). Além disso, em SAM houve captura de apenas 111 indivíduos, menos que os 250 necessários para distinguir as duas UHEs quanto à avifauna. Acredita-se que o desenho amostral padronizado em TPI tenha proporcionado a oportunidade de realizar maior esforço de coleta, em parcelas espaçadas, resultando em captura de maior número de indivíduos e consequentemente de espécies.

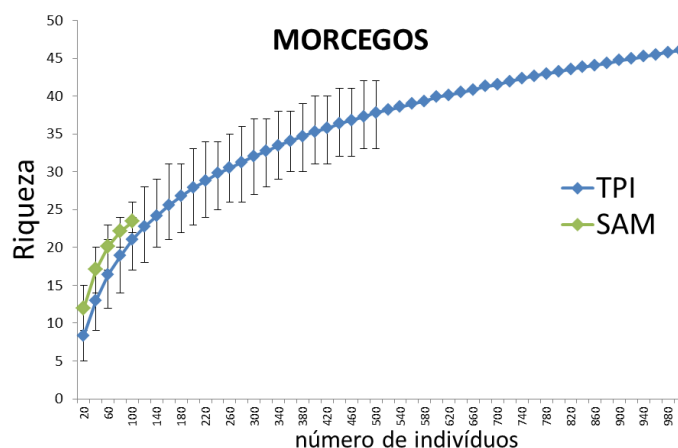


FIGURA 6 – Curva de rarefação aplicada aos dados coletados para quiropterofauna nos EIAs das UHEs São Manoel (SAM) e Teles Pires (TPI). A diferença significativa entre as duas curvas pode ser observada pela ausência de sobreposição entre os intervalos de confiança, representados pelas barras verticais.

Com metade das campanhas de SAM (quatro campanhas), TPI (duas campanhas) registrou maior riqueza de espécies tanto de aves como de morcegos. Em SAM, quatro campanhas resultaram em uma amostragem menos expressiva (em esforço, indivíduos e espécies) que as duas campanhas de TPI. Tanto para aves quanto para morcegos, os módulos Rapeld, desenho amostral aplicado a TPI, foram mais eficientes. Acredita-se que o desenho amostral adotado em TPI, onde os módulos e suas parcelas eram mais espaçados, amostrando a heterogeneidade de forma mais padronizada, tenha resultado na captura de maior número de indivíduos e espécies. O fato de TPI ter alocado amostras mais espalhadas pode ter determinado essa diferença de resultados, uma vez que a variação entre amostras mais espaçadas tende a ser maior que entre amostras mais próximas entre si (White & Edwards 2000). Isto permite a amostragem de um número maior de manchas de habitat e áreas de vida e, conseqüentemente, maior número de espécies. Vale lembrar que o espaçamento em TPI também foi maior em busca de uma amostragem mais representativa das áreas de influência do impacto, tendo em vista seu maior reservatório.

#### 4.0 - CONCLUSÃO

A comparação dos dados coletados sobre aves e morcegos demonstrou que a aplicação do Rapeld ao desenho amostral, apesar de representar um investimento e esforço maior na preparação das trilhas e em cada campanha, representou um ganho na quantidade e qualidade dos dados obtidos. Mesmo reduzindo o número de campanhas pela metade, se obteve um conjunto maior de dados, o que indica que a otimização dos trabalhos de campo resultou em aprimoramento das análises e conferiu maior segurança às conclusões.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS - CBRO 2014. Listas das aves do Brasil. 11a ed. Disponível em: <http://www.cbro.org.br/CBRO/listabr.htm>. Acesso em: 21/01/2014.

DEVELEY, P. 2006. Métodos para estudos com aves. In: Métodos de estudos em Biologia da Conservação & Manejo da vida silvestre. Cullen Jr., L; Rudran, R. & Valladares-Padua, C. (orgs). P 153-168.

ECOSIM 2004. Version 7.68. Acquired Intelligence, Inc. Kesey-Bear. Copyright 1997-2004.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE/CONCREMAT. 2010a. Levantamento de fauna nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica São Manoel. Relatório das campanhas de campo - fauna terrestre. 294p. Estudo de Impacto Ambiental da UHE São Manoel.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE/ CONCREMAT. 2010b. Levantamento de fauna nas áreas de influência da Usina Hidrelétrica Teles Pires. Relatório das campanhas de campo - fauna terrestre. 278p. Estudo de Impacto Ambiental da UHE Teles Pires.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. Base Cartográfica Integrada ao Milionésimo. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2015.

KARR, J. R. 1981. Surveying birds in the tropics. *Studies in Avian Biology* 6: 548-553.

MAGNUSSON, W. E., LIMA, A. P.; LUIZÃO, R., LUIZÃO, F., COSTA, F. R. C., CASTILHO, C. V., KINUPP, V. F. 2005. Rapeld: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica* v5 (n2) – <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?point-of-view+bn01005022005>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Secretaria de Biodiversidade de Florestas. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira, 2007. Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo em Biomas – escala 1:250.000.

WHITE, L., EDWARDS, A. 2000. An introduction to sampling, p 22-29. In: White, L., Edwards, A. (eds) *Conservation research in the African rain forests: a technical handbook*. Wildlife Conservation Society, New York. 444 pp.



## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Elisângela M. Almeida, nascida em Uberlândia/MG no ano de 1974, graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Uberlândia, com Mestrado em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Doutorado em Ecologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro; possui trabalhos publicados com ecologia de aves, atua na Superintendência de Meio Ambiente da Empresa de Pesquisa Energética desde 2007, com experiência na participação e coordenação de EIA/Rimas de UHEs.

Federica Natasha G. A. S. Sodré, nascida em Vitória/ES no ano de 1977, graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo, com Especialização em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Espírito Santo e Mestrado em Ciência Ambiental pela Universidade Federal Fluminense; possui trabalhos publicados com aquicultura, tem experiência com Desenvolvimento Rural Sustentável (Incaper), atua na Superintendência de Meio Ambiente da Empresa de Pesquisa Energética desde 2007, com experiência na participação e coordenação de EIA/Rimas de UHEs.

Verônica S. M. Gomes, nascida no Rio de Janeiro no ano de 1975, graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, com Mestrado em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas e Doutorado em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; possui trabalhos publicados com ecologia de aves, atua na Superintendência de Meio Ambiente da Empresa de Pesquisa Energética desde 2007, com experiência na participação de Inventários Hidrelétricos.

Silvana A. Espig, nascida em Porto Alegre no ano de 1976, graduada em Engenharia Florestal e Mestrado em Agronomia com Ênfase em Ciências do Solo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco; artigos publicados com ciclagem de nutrientes e sensoriamento remoto, atua na Superintendência de Meio Ambiente da Empresa de Pesquisa Energética desde 2011, com experiência na participação de estudos de planejamento de linhas de transmissão e base cartográfica de EIA/RIMAs de UHEs.