



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E
PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO*
SENSU
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

ANÁLISE DA ICTIOFAUNA NOS ESTUDOS AMBIENTAIS DAS PCHS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CAIAPÓ

GIZELLY MENDANHA DE OLIVEIRA

Goiânia, Goiás

2020



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E
PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO*
SENSU
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

ANÁLISE DA ICTIOFAUNA NOS ESTUDOS AMBIENTAIS DAS PCHS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CAIAPÓ

Acadêmica: Gizelly Mendanha de Oliveira
Orientador: Dr. Nelson Jorge da Silva Júnior
Co-orientador: Júlio Cezar Rubin de Rubin

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais e Saúde da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Saúde.

Goiânia, Goiás

2020

048a Oliveira, Gizelly Mendanha de

Análise da Ictiofauna nos Estudos Ambientais das PCHs na Bacia Hidrográfica do Rio Caiapó [manuscrito] / Gizelly Mendanha de Oliveira. – 2020.

76 f. ;

Texto em português, com resumo em inglês.

Dissertação (mestrado) -- Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Ciências Médicas, Farmacêuticas e Biomédicas, Goiânia, 2020.

Inclui referência: f. 47-55.

1. Peixes – Goiás (GO). 2. Usinas hidrelétricas. I.Silva Júnior, Nelson Jorge da. II.Rubin, Julio Cezar Rubin de. III. Pontifícia Universidade Católica de Goiás - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde – 2020. IV. Título.

CDU 502.174.3(043)

Folha de assinaturas

DEDICATÓRIA

Ao meu filho João Fernando, por ter me feito renascer e me motivado buscar a realização dos meus projetos. A minha vovó Dinair Maria Mendanha, por me apoiar em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir minha existência e abençoar minhas escolhas.

A Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás, por disponibilizar o Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde com horário diferenciado e com uma equipe de professores pesquisadores capacitados, competentes com excelente didática.

Ao meu orientador Dr. Nelson Jorge da Silva Jr., por ter aceitado o convite de me orientar, sempre me direcionando na melhor maneira de desenvolver a pesquisa, mesmo sabendo das minhas limitações de horário.

Ao meu coorientador Dr. Júlio Cezar Rubin de Rubin, por ter aceitado o convite de me coorientar, sempre muito prestativo em responder minhas dúvidas e ampliar meu modo de ver e integrar as diferentes áreas do conhecimento.

Aos professores Dr. Wilian Vaz Silva e ao Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro pelas sugestões na qualificação.

Ao Rogério César Silva, ao Ms. Sérgio Soares da Silva e ao Ms. José Carlos Brombal técnicos ambientais do Ministério Público de Goiás, por terem disponibilizado grande parte do material de pesquisa e me incentivado no desenvolvimento do estudo.

A Patrícia Martinha Santana, servidora da SEMAD, que me atendeu com muita dedicação e presteza na Ouvidoria daquele órgão.

Ao Ms. Cleiton Silva por ter se disponibilizado a me ajudar na aplicação dos testes de estatísticas.

A Ms. Fabiana Angélica Santos Rodrigues Ferreira por ter me ajudado na formatação da Dissertação.

Ao Leonardo Nogueira por ter feito o mapa da Bacia Hidrográfica do rio Caiapó.

A minha irmã Jeanny Mendanha de Oliveira e minha mãe, Tânia Maria Mendanha, por ter me ajudado na tradução dos artigos, e me incentivado a continuar estudando.

Ao meu chefe, João Álvaro, por ter autorizado as trocas de horários nas semanas de aula, e aos meus colegas de serviço por sempre terem me apoiado nesse projeto.

Por todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram no desenvolvimento desta pesquisa. Sou imensamente grata.

RESUMO

OLIVEIRA, G. M. **ANÁLISE DA ICTIOFAUNA NOS ESTUDOS AMBIENTAIS DAS PCHs NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAIAPÓ. 2020.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.

Os projetos de instalação em série de PCHs nas diversas bacias hidrográficas, incentivados pela ANEEL, justificava-se pela previsão de baixo impacto, por se tratar de uma pequena alteração no ambiente, quando comparado a instalação de UHE. Entretanto, estudos demonstram que a mudança de ambiente lótico para lêntico provoca mudanças irreversíveis no habitat aquático, que por consequências afetam a riqueza de espécies da ictiofauna, contribuindo com a extinção de espécies endêmicas e prejudicando as espécies migratórias. Este trabalho teve por objetivo identificar os potenciais impactos na ictiofauna, provocado pela instalação dos empreendimentos hidrelétricos em série na bacia do rio Caiapó, através da análise da ictiofauna coletada dos estudos de licenciamentos ambientais e de monitoramentos preenchimento e pós-enchimento. Os dados secundários obtidos dos 19 estudos ambientais das PCHs Mosquitão, Jacaré, São Antônio, Rênic, Tamboril e Piranhas demonstraram heterogeneidade na metodologia e nas técnicas amostrais adotadas. Foi gerada uma listagem de 186 espécies identificadas, distribuídas em 110 gêneros e 36 famílias, das quais 57 espécies são peixes de hábito migratórios, coletados na bacia do Rio Caiapó, no Estado de Goiás. O índice de Jaccard demonstrou maior similaridade das espécies coletadas na PCH Mosquitão e Jacaré. As imagens de satélite desta mesma bacia em três períodos, 2002, 2006, 2018, demonstrou a nítida diminuição de áreas de floresta e mata ciliar nas proximidades das regiões das PCHs, contradizendo a ideia de baixo impacto ambiental da ANEEL e alertando para o risco de assoreamento dos rios e reservatórios, contaminação dos recursos hídricos, e favorecimento do ciclo de vetores. O efeito sinérgico das barreiras artificiais das PCHs em série na bacia do rio Caiapó promoveu fragmentação dos ambientes aquático, retirada de mata ciliar e área de florestas na região de nascentes do Caiapó, do rio Bonito e do rio Piranhas.

Palavras-chave: PCH; impacto; ictiofauna; rio Caiapó.

ABSTRACT

OLIVEIRA, G. M. THE PROBLEM OF THE LACK OF SAMPLE STANDARDIZATION FOR KNOWLEDGE OF ICTIOFAUNA AND ENVIRONMENTAL PLANNING IN THE ENVIRONMENTAL STUDIES OF SHPs IN THE CAIAPÓ RIVER BASIN. 2020.

Dissertation (Master in Environmental Sciences and Health) Pontifical Catholic University of Goiás, Goiânia, 2020.

The serial installation of projects of SHPs in the different hydrographic basins, encouraged by ANEEL, were justified by the forecast of low impact, as it is a small change in the environment, when compared to the installation of HPP. However, studies show that the change from lotic to lentic environment causes irreversible changes in the aquatic habitat, which consequently affect the species richness of ichthyofauna, contributing to the extinction of endemic species and harming migratory species. This work aimed to identify the potential impacts on the ichthyofauna, caused by the installation of serial hydroelectric projects in the Caiapó River basin, through the analysis of the ichthyofauna collected of studies environmental from licenses and pre-filling and post-filling monitoring. Secondary data obtained from the 19 environmental studies of the SHPs Mosquitão, Jacaré, São Antônio, Rênic, Tamboril and Piranhas demonstrated heterogeneity in the methodology and sampling techniques adopted. A list of 186 identified species was generated, distributed in 110 genera and 36 families, of which 57 species are migratory fish, collected in the Caiapó River basin, in the State of Goiás. The Jaccard index showed greater similarity of the species collected at SHP Mosquitão and Jacaré. The satellite images of this same basin in three periods, 2002, 2006, 2018, demonstrated the clear decrease in forest and riparian areas in the vicinity of the SHPP regions, contradicting ANEEL's idea of low environmental impact and warning of the risk of silting of rivers and reservoirs, contamination of water resources, and favoring the vector cycle. The synergetic effect of the artificial barriers of the series PCHs in the Caiapó River basin promoted fragmentation of the aquatic environments, removal of riparian forest and forest area in the Caiapó, Rio Bonito and Piranhas River headwaters.

Keywords: SHP; impact; ichthyofauna; Caiapó river.

LISTA DE SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

AIA – Avaliação de Impactos Ambientais

BIG – Banco de Informação de Geração

CGH – Central Geradora Hidrelétrica

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

kW – Kilowatt

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RAS – Relatório Ambiental Simplificado

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

UHE – Usina Hidrelétrica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Bacia hidrográfica do rio Araguaia. Desenho: Leonardo Nogueira.....	11
Figura 2. Bacia hidrográfica do rio Caiapó. Desenho: Leonardo Nogueira.....	12
Figura 3. Mapa da bacia hidrográfica do rio Caiapó, com os pontos amostrais do EIBH no rio Caiapó e a localização das PCHs (em estudo, instaladas e em operação). Desenho Leonardo Nogueira.	15
Figura 4. Mapa de Uso do solo de 2002 da bacia Hidrográfica do rio Caiapó. Desenho: Leonardo Nogueira.....	26
Figura 5. Mapa de Uso do solo de 2006 da bacia Hidrográfica do rio Caiapó, com a seis PCHs instaladas. Desenho: Leonardo Nogueira.....	26
Figura 6. Mapa de Uso do solo de 2018 da bacia Hidrográfica do rio Caiapó, com a seis PCHs instaladas. Desenho: Leonardo Nogueira.....	27
Figura 7. Mapa de Vulnerabilidade do meio físico a erosão da bacia do rio Caiapó. Fonte: EIBH da bacia do rio Caiapó.....	29
Figura 8. Representação das famílias da classe Actinopterygii em suas respectivas ordens por número de famílias.....	30
Figura 9. Representação das famílias da ordem Characiformes por número de espécies.....	31
Figura 10. Representação das famílias da ordem Siluriformes por número de espécies.....	32
Figura 11. Representação das famílias da ordem Gymnotiformes por número de espécies.....	32
Figura 12. Dendrograma representando a similaridade ictiofaunística gerado a partir dos dados do índice de <i>Jaccard</i> (J).....	36
Figura 13. Dendrograma representando a similaridade ictiofaunística gerado a partir dos dados do índice de <i>Jaccard</i> (J) dos Empreendimentos.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coleta de Dados.	16
Tabela 2. Riqueza de espécies migratórias registradas pelos dados secundários para a bacia do Rio Caiapó. MLD, migrador de longa distância e Migratório.	26
Tabela 3. Índice de Similaridade de Jaccard entre os Estudos analisados da bacia do rio Caiapó.	29
Tabela 4. Relação de dados amostrais da ictiofauna por estudos analisados.	29
Tabela 5. Índice de Similaridade de Jaccard entre os Estudos analisados da bacia do rio Caiapó.	31
Tabela 6. Relação de dados amostrais da ictiofauna por empreendimento.	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	05
3. OBJETIVOS.....	13
4. MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1 Área de Estudo.....	14
4.1 Diversidade Ictiofaunística.....	15
4.4.2. Riqueza	22
4.4.3. Espécies migratórias	29
4.4.4. Análise dos dados	29
4.4.5. Uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG).....	30
5. RESULTADOS.....	24
5.1 Uso e Conservação do Solo.....	25
5.2 Riqueza de espécies	30
5.3 Espécies Migratórias	33
5.4 Similaridade.....	35
6. DISCUSSÃO	40
7. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS	56

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a principal fonte de energia elétrica vem do potencial hidráulico, dados obtidos no site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), em janeiro de 2020, informam que no Brasil existem 8.905 empreendimentos em operação, sendo 1.565 de aproveitamento do potencial hidráulico, obtendo 109.107.952 kW, representando 64,13% do total de energia no país. Sendo o setor elétrico o maior usuário dos recursos hídricos sem caráter poluidor, mas causador de alterações do ambiente (PIRES e FORMIGA, 2009).

Em Goiás, existem 58 empreendimentos de fonte hidrelétrica em operação, sendo 14 Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs), 24 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), 20 Usinas Hidrelétricas (UHEs), somando a potência de 9.308.701 kW, que corresponde a 83,16% da energia produzida no Estado (ANEEL, 2020).

As PCHs vêm conquistando o mercado hidrelétrico por ser uma opção de geração de energia para rios com quedas de pequeno ou médio porte, sendo consideradas uma alternativa sustentável quando comparadas com os impactos provocados pelas Grandes Centrais Hidrelétricas (GCH), além de ter como incentivo a legislação mais acessível e o menor prazo de implementação (KUSMA e FERREIRA, 2009; LATINI e PEDLOWSKI, 2016).

Dentre os principais impactos provocados pela implantação de PCHs destacam-se: alteração do regime de escoamento dos corpos de água, perda de vegetação e desmatamento, eutrofização, fracionamento do ambiente aquário, modificação da paisagem, deslocamento de população. Sendo esses mesmos impactos observados nos empreendimentos hidrelétricos de maior porte. Não esquecendo de destacar o seu potencial de causar impactos cumulativos com a implantação de várias PCHs em uma mesma bacia (PINHO; MAIA; MONTERROSO; 2007).

A construção de PCHs nos afluentes interfere diretamente no ciclo hidrológico do rio, modificando a quantidade e qualidade dos habitats disponíveis para a biota aquática (TOSETTO; MAKRAKIS; MAKRAKIS, 2016). Modifica o meio aquático de lótico para lêntico, provocando alterações físicas (incidência de luz, temperatura da água, níveis de sólidos em suspensão), químicas (oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade e nutrientes) e biológicas (distribuição das

comunidades aquática) (SEVÁ FILHO, 2008). Fatores esses que influenciam na distribuição de recursos alimentares em todo o ambiente aquático (COSTA et al., 2008).

Os represamentos promovem alterações no controle de vazão, diminuindo e retardando os picos de cheias, perdendo a dinâmica sazonal, influenciando diretamente a migração, desova e desenvolvimento inicial (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

As PCHs alteram as características hidrológicas dos ecossistemas aquáticos e provocam impactos à variedade biológica em níveis individual, populacional e de comunidades (KUSMA e FERREIRA, 2009).

Em razão da especificidade de habitats utilizados na reprodução (TOSETTO; MAKRAKIS; MAKRAKIS, 2016) algumas espécies de peixes migratórios migram em busca de ambientes favoráveis para a fertilização dos ovos, elevada oxigenação, disponibilidade de alimento no desenvolvimento inicial e maior turbidez da água, possibilitando menor predação, além de contribuir com o encontro de uma grande quantidade de indivíduos de ambos os sexos (AGOSTINHO e PELICICE, 2008a).

O monitoramento de desova de peixes migratórios em Cachoeira das EMAS, rio Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, demonstrou que a cheia é determinante na sincronização da desova e que as águas lóxicas são fundamentais para a fertilização dos ovócitos, flutuação e deriva (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). As espécies de peixes reofilicas são as mais afetadas, pois precisam de diferentes tipos de habitats aquáticos para completar os seus ciclos de vida (AGOSTINHO e PELICICE, 2008b; SANTOS; GONÇALVES; CARVALHO, 2017).

Os impactos sinérgicos da produção de energia hidrelétrica estão sendo subestimados pela falsa ilusão da energia limpa e renovável. Uma vez que esses empreendimentos hidrelétricos têm se mostrado duplamente impactante, primeiro afetando diretamente a população que precisa ser deslocada, em segundo os barramentos promovem alterações graves e irreversíveis no regime hidrológico dos rios, modificando a dinâmica de toda biota, influenciando sobremaneira a fauna aquática, causando alterações na composição e estrutura da ictiofauna (AGOSTINHO e PELICICE, 2008b; TOMASONI; PINTO; SILVA, 2009).

O fluxo de água representa o principal fator responsável pela estrutura geológica/hidrológica, dinâmica produtiva, ciclagem de nutrientes e a distribuição e evolução da

biota (BRAGA, 2017). A construção de empreendimentos hidráulicos diminui a velocidade de correntes de água nos cursos fluviais, contribuindo com o aumento da deposição de sólidos carregados pelo curso d'água, provocando assoreamento e diminuindo gradativamente a capacidade de armazenamento de água no reservatório, ocasionando diversos problemas ambientais e diminuindo a vida útil das hidrelétricas (CABRAL, 2005; BRAGA, 2012).

Diferentes pesquisadores têm questionado a falta de evidências científicas de que as PCHs causam menores impactos ambientais por unidade de energia gerada, do que as grandes usinas hidrelétricas (TOMASONI; PINTO; SILVA, 2009). Pois quando vários reservatórios são construídos em séries no mesmo rio, os impactos cumulativos colaboram com a drástica redução da ictiofauna, podendo o processo de extinção ser prenunciado (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). Como é o projeto de instalação de PCHs na bacia do Rio Caiapó.

Uma solução mitigadora nos impactos provocados na ictiofauna, seria a construção de Mecanismos de Transposição (MTPs) ou Sistema de Transposição de Peixes (STPs), que são estruturas hidráulicas com o objetivo de permitir a subida e/ou descida dos peixes, e atenuar os efeitos do bloqueio na migração dos peixes. Porém esse método precisa de mais estudos comprovando sua eficácia na migração reprodutiva dos peixes (KUSMA e FERREIRA, 2009).

Outra possibilidade seria a reabilitação de habitat de desova, no qual considera dados de campo, como as características ecológicas, hidrológicas e geomorfológicas, modelos conceituais e algoritmos numéricos, para elaborar um ambiente com as características físicas, e bioquímicas semelhante ao que era oferecido antes das alterações antrópicas (TOSETTO; MAKRAKIS; MAKRAKIS, 2016).

Seria uma idealização fictícia acreditar no impacto “zero” das PCHs, mesmo quando esses são comparados com uma usina de grande porte (SILVA JR. et al., 2007), pois as interferências provocadas no leito dos rios, na implantação das PCH, são semelhantes aos das Grandes Usinas, com o agravante de prejudicar a reprodução de algumas espécies de peixes migratórios.

Não justificando o licenciamento ambiental menos exigente para instalação de PCHs, conforme Resolução CONAMA 279 (BRASIL, 2001) que autoriza Relatório Ambiental Simplificado (RAS), o qual não contempla a análise dos impactos cumulativos e sinérgicos na Bacia Hidrográfica (LATINI e PLEDOWISKI, 2016).

Consta para a Bacia do rio Caiapó um projeto de aproveitamento hidrelétrico, produzido em Relatório de Estudos Hidroenergéticos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), no qual inventariou 13 empreendimentos hidrelétricos, sendo 10 no rio Caiapó, duas no rio Bonito e uma no rio Piranhas. Dentre os quais apresentam em operação as PCH Mosquitão, Santo Antônio do Caiapó no rio Caiapó; PCH Piranhas no rio Piranhas; PCH Tamboril e Rênic no rio Bonito (ANEEL, 2020).

As PCHs Jacaré e Morro Preto no rio Caiapó constam como Despacho de Registro da Adequabilidade do Sumário Executivo (DRS) (BIG, 2020); momento que a ANEEL solicite a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica e que o interessado requeira o Licenciamento Ambiental pertinente junto aos órgãos competentes, conforme Resolução Normativa ANEEL 765, de 25 de abril de 2007 (BRASIL, 2007).

Esse trabalho faz uma avaliação das metodologias utilizadas na coleta de ictiofauna dos processos de licenciamento de PCHs na bacia do rio Caiapó, com uma análise dos possíveis impactos sobre a ictiofauna desse importante tributário do rio Araguaia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Licenciamento ambiental

A partir de 1970 foram constatados os efeitos, em geral negativos, causados ao meio ambiente através de atividades antrópicas, razão a qual foram criadas normas e condições básicas para que um empreendimento fosse instalado em um determinado espaço, objetivando prevenção de danos ambientais e dar subsídios ao processo de autorização para a implantação de um empreendimento (MAZZEI; MARANGONI; OLIVEIRA, 2018).

Em 1981 promulgou-se a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, tendo como seu principal instrumento, o licenciamento ambiental, um processo administrativo que licencia a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades que poluam ou degradem potencialmente o meio ambiente (BRASIL, 1981; TEIXEIRA, 2010).

Em 1986 foi criada a Resolução nº 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 1986), no qual passou-se a exigir a apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para a emissão da Licença Prévia (LP) de Plano, Programa ou Política (PPP) que pudesse causar impacto ambiental significativo (MAZZEI; MARANGONI; OLIVEIRA, 2018).

Em 1990, o Decreto 99.274 (BRASIL, 1990) estabeleceu competências ao CONAMA para fixar os critérios básicos do EIA. Foram estabelecidas diferentes maneiras de implementar o licenciamento. A Licença Prévia (LP), contempla a possibilidade ambiental de determinada localização e construção. Abrange a discussão do projeto com a comunidade, oportunizando mudanças em sua estrutura. A Licença de Instalação (LI) aprova a proposta reestruturada, com planos, programas e projetos autorizados, agregando a proposta do empreendimento com a proteção ambiental. Por fim, a Licença de Operação (LO) autoriza o início das atividades, desde que o empreendimento respeite as condicionantes anteriores e se enquadre em limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Este instrumento possui natureza corretiva, sobre os empreendimentos já estabelecidos ou que não possuem licença; e preventiva, composta por três tipos de licenças, para empreendimentos de significativo impacto ambiental que necessitem de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para sua obtenção; a ordinária,

para empreendimentos que não envolvem significativo impacto, adota estudos menos complexos; e a simplificada, para empreendimentos de baixo impacto (TEIXEIRA, 2010).

O Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), processo realizado na etapa inicial do licenciamento, apresenta uma previsão dos possíveis impactos ambientais, sociais e econômicos que podem surgir pela implantação de determinados projetos. Possibilitando a adoção de medidas para evitar ou minimizar os impactos negativos, e viabilizar a participação da população afetada (SÁNCHEZ, 2013).

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é uma ferramenta importante para contribuir na proteção ambiental e auxiliar no planejamento das diversas maneiras de aproveitamento dos recursos naturais (SÁNCHEZ, 2013). Mesmo com os avanços nas pesquisas nas décadas recentes, existem falhas técnicas, administrativas e regulatórias em processos de licenciamento ambiental que precisam ser reconhecidas e resolvidas. Do ponto de vista técnico, a qualidade dos estudos de impacto ambiental é um exemplo: primeiro o desconhecimento relativo sobre as dimensões dos impactos ambientais de obras como grandes usinas hidrelétricas, e como monitorá-los. O segundo problema é provocado pelo pouco conhecimento sobre o funcionamento dos ecossistemas, o que contribui com a superficialidade de muitos estudos de impacto ambiental, além de alguns estudos serem tratados como obstáculos para “destravar o empreendimento” (PIAGENTINI e FAVARETO, 2014).

2.2. Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs

Em relação à matriz hidrelétrica brasileira, as Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs) têm sido consideradas, desde a década de 1990, alvo do planejamento no setor elétrico pelos órgãos públicos. Para atender as novas demandas energéticas no país, após a implantação do Plano Real e a abertura do setor elétrico ao investimento privado (LATINI e PEDLOWSKI, 2016).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) mediante Resolução 673/2015 (BRASIL, 2015) cita que as PCHs são empreendimentos destinados a autoprodução ou produção independente de energia elétrica, cuja potência seja superior a 3.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW e com área de reservatório de até 13 km², excluindo a calha do leito regular do rio. Consta no Banco de Informação de Geração (BIG) da ANEEL que existem 422 PCHs em operação, 28 em construção, 57 desativadas, 99

previstas com construção não iniciada, geralmente em rios de menor porte no Brasil (ANEEL, 2020).

Com a crise energética no ano de 2001, o Governo Federal para facilitar e acelerar o processo de autorização de licenças de empreendimentos elétricos, publicou a Resolução CONAMA 279/2001 (BRASIL, 2001), que trata do licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, e estipula prazos para análise da expedição da licença prévia e da licença de instalação. Autorizou ao empreendedor apresentar o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) no órgão licenciador, o qual tem o prazo máximo de 60 dias para emitir a licença prévia e licença de instalação, se o RAS tiver cumprido com todas as condições estipuladas naquela Resolução. Com essa medida deixou-se de exigir o EIA/RIMA, prejudicando o caráter preventivo e participativo do AIA (LATINI e PEDLOWSKI, 2016).

Em 2002 foi regulamentado pela Lei nº 10.438 (BRASIL, 2002), o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), o qual teve por objetivo aumentar a energia elétrica produzida por fontes eólicas, PCHs e biomassa. Neste programa, o Governo Federal ofereceu diversos incentivos fiscais, financeiros e comerciais para atrair investidores do setor privado. Tendo em vista que a PCH é considerada Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), estabelecidos pelo Protocolo de Kyoto, podendo participar do mercado de crédito de carbono (BERMANN 2007; LATINI e PEDLOWSKI, 2016).

Apesar dos benefícios ambientais das PCHs, alguns fatores ecológicos ainda estão ameaçados por essa forma de energia renovável. Isso se deve ao fato das PCHs estarem localizadas em importantes ecossistemas de fluxo, áreas de alto valor ecológico. Os principais efeitos nocivos estão relacionados com a fragmentação do ecossistema do curso de água e passagem de peixes, alteração do regime hidrológico natural e da qualidade da água adequada para sustentar processos ecológicos e espécies associadas, bem como garantir o fornecimento de bens e serviços associados (VALERO, 2012).

2.3. Impactos das PCHs na Ictiofauna

Os impactos dos represamentos em nível de ecossistemas podem ser categorizados em três ordens, sendo: primeira ordem referente as modificações físicas, químicas e

geomorfológicas decorrentes do bloqueio do rio e de alterações na distribuição espaço-temporal na vazão; segunda ordem refere-se a produção primária e na estrutura do canal; terceira ordem que inclui modificações nas assembleias de invertebrados e peixes, decorrentes dos impactos de primeira ordem ou de segunda ordem (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; AGOSTINHO e PELICICE 2008a).

Os barramentos dos rios impõem novas condições ambientais à biota aquática, dificultando rotas migratórias, modificando a capacidade biogênica do sistema e a disponibilidade de alimento e abrigo aos juvenis. Os reservatórios funcionam como ambiente restritivos para peixes de grande porte, geralmente de hábito migratório; e ambiente favoráveis as espécies sedentárias, de menor porte, com alto potencial reprodutivo e baixa longevidade (SOUZA, 2014).

Conforme estudos descritos nos primeiros meses após o enchimento do reservatório, a riqueza das espécies locais (diversidade α) geralmente aumenta, provocado pela mistura de assembleias locais anteriormente distribuídas em uma variedade de ambientes fluviais, e a qualidade hídrica poderá diminuir em algumas nas camadas das colunas d'água mais profunda provocada pela decomposição da matéria orgânica, diminuição de oxigênio, acidificação, estresse térmico, e declínio das espécies migratórias (AGOSTINHO e PELICICE, 2008a).

As espécies sedentárias são capazes de completar todas as etapas de seu ciclo de vida em um mesmo ambiente, pois possuem adaptações respiratórias a período de baixa oxigenação, tolerando grandes variações térmicas. Entretanto, existe também espécies sedentárias adaptadas a riachos e ribeirões, com morfologia adaptada para água corrente, sendo sensíveis a baixa oxigenação. Representantes desse grupo geralmente são espécies de pequeno e médio porte, como cascudos e pequenos bagres, caracídeos, gimnotídeos, ciclídeos e poecilídeos podendo ser encontrados em todos os tipos de ambientes, principalmente em riachos e lagoas (AGOSTINHO e PELICICE, 2008b).

A reprodução das espécies sedentárias ocorre, geralmente, durante período prolongado e está associado a desovas parceladas. Possuem os ovócitos grandes, baixa fecundidade e menor dependência das cheias (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

Já as espécies de grandes migradores necessitam geralmente de três tipos de habitats para completarem seus ciclos de vida, reprodução, crescimento e

alimentação durante os diferentes estágios de vida. Migram por amplos trechos livres da bacia, podendo ser motivados por questões térmica ou sazonal, tráfego ou nutricional, ontogenética ou de crescimento, com destaque para o deslocamento reprodutivo (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; AGOSTINHO e PELICILE, 2008b).

Os represamentos em grandes e médios rios provavelmente contribuem para reduzir a abundância ou até causar o desaparecimento local de espécies de peixes migratórios. Uma série de reservatórios em um rio pode bloquear espécies migratórias de longa distância da bacia e até levar à extinção se essas espécies forem endêmicas da bacia (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; AGOSTINHO e PELICICE, 2008a).

A construção de barreiras na formação dos reservatórios prejudica a migração de algumas espécies, dificultando e/ou impossibilitando o encontro do habitat de reprodução, os quais geralmente estão localizados nas porções superiores de grandes rios e afluentes. (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

Após o represamento, as espécies generalistas serão as mais bem sucedidas, considerando que apresentam certa flexibilidade quanto às suas necessidades alimentares e reprodutivas. Entretanto, grande parte das espécies de peixes neotropicais apresentam o padrão de elevada plasticidade comportamental, fato esse que impede que ocorram extinções massivas na maioria dos casos (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; AGOSTINHO e PELICICE, 2008a).

No primeiro momento, após o represamento, algumas espécies reofílicas tendem a desaparecer ou diminuir drasticamente o tamanho de suas populações, enquanto outras espécies (generalistas / oportunistas) proliferam rapidamente. As espécies que desempenham movimentos migratórios longitudinais são as mais prejudicadas, pois requerem habitats distintos para integralizar seu ciclo de vida (SANTOS; GONCALVES; CARVALHO, 2017; AGOSTINHO e PELICICE, 2008b).

A ictiofauna de reservatórios mais antigos é formada por espécies sedentárias, por serem mais pré-adaptadas à sobrevivência em ambiente lêntico, sendo em sua maioria de pequeno a médio porte, e de baixo valor econômico como lambaris, piquiras, piranhas, saguiris, pequenos bagres e cascudos, além de alguns piscívoros como jacundás, tucunarés e traíras (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007a).

Além dos impactos na relação espécie-habitat, outra consequência negativa é a introdução de espécies exóticas, que se apresentam adaptadas ao ambiente lêntico, recursos tróficos e as condições físico químicas. Favorecendo a competição interespecíficas (SOUZA et al., 2016).

Estudos desenvolvidos nas escadas de peixes, demonstram dúvida sobre a eficácia na transposição dos peixes migratórios, na passagem de peixes na barragem de Ourinhos, no rio Paranapanema, na divisa do Estado de São Paulo com o Paraná, constatou que a escada de peixes é um micro-habitat de organismos bentônicos e que os peixes realizavam movimentos ascendentes e descendentes, que as espécies mais encontradas são sedentárias de pequeno porte, e que encontraram apenas uma espécie migratória. Observaram ainda, que das 23 espécies migratórias encontradas antes do fechamento da barragem de Ourinhos, foi reduzida para 12 espécies (ARCIFA e ESGUÍCERO, 2012).

Outro exemplo foi o experimento realizado na escada de peixes de Lajeado, no rio Tocantins, durante o período de novembro de 2002 a outubro de 2003, em que analisou aspectos de predação no sistema de transposição de peixes, e os resultados sugerem que a alta densidade de peixes predadores como o *Rhaphiodon vulpinus* (cachorra-facão), *Hydrolycus armatus* (cachorra) e *Serrasalmus rhombeus* (piranha-preta) nas imediações da entrada da escada transforma o corredor para passagem de peixes num “hotspot” de predação (AGOSTINHO e PELICICE, 2008b).

Alguns estudos sugerem que o desenho das escadas é problemáticos na preservação de peixes, tornando-se armadilhas ecológicas em alguns represamentos brasileiros. São necessárias quatro condições para caracterizar uma passagem de peixe como uma armadilha ecológica: (1) forças atrativas que conduzem os peixe para subir a passagem; (2) movimentos migratórios unidirecionais (a montante); (3) o ambiente acima da passagem tem más condições para o recrutamento de peixes (por exemplo, a ausência de áreas de desova e áreas de viveiro); e (4) o ambiente abaixo da passagem possui uma estrutura adequada para o recrutamento. Quando essas condições existem os indivíduos se mudam para habitats de baixa qualidade, a aptidão física é reduzida e as populações são ameaçadas. Para exemplificar analisou-se dois estudos de caso na bacia do alto rio Paraná, Brasil, nos quais as quatro condições foram atendidas e as populações de peixes migratórios estavam em declínio. Se as passagens funcionam como armadilhas ecológicas, a pesca regional

pode ser prejudicada e as políticas de conservação da biodiversidade se tornam mais difíceis e ineficaz (AGOSTINHO e PELICICE, 2008b).

2.4. Rio Caiapó

O rio Caiapó é o principal curso hídrico da região Oeste do Estado de Goiás, onde tem sua nascente no município de Caiapônia e sua foz no rio Araguaia, seus afluentes mais significativos o rio Piranhas e o rio Bonito, ambos na margem esquerda, e o Ribeirão Santo Antônio (AMARAL; DUTRA; MAYCON, 2016). Além de ser um importante afluente do rio Araguaia pela margem direita, contribui com a diversidade e reprodução dos peixes, garantindo ambientes de desova, forrageamento e proteção (COSTA et al., 2008). (Figura 1).

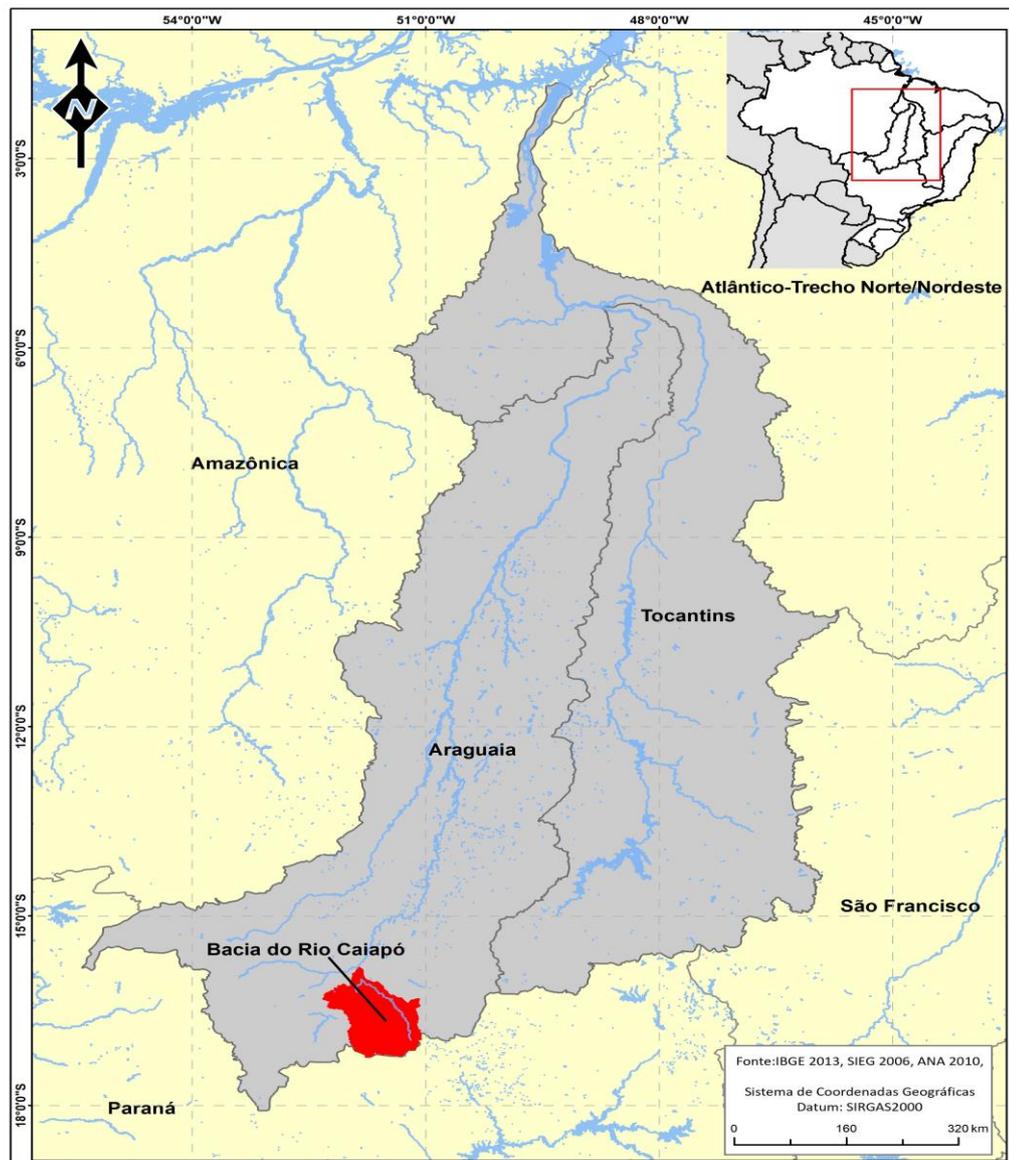


Figura 1. Bacia hidrográfica do rio Araguaia. Mapa: Leonardo Nogueira.

O Rio Araguaia tem sua nascente na Serra do Caiapó, na divisa dos estados de Goiás e Mato Grosso, perfaz 2.115 Km, desaguardo no rio Tocantins, formando a Bacia Tocantins-Araguaia pertencente a bacia Amazônica, a qual apresenta a maior riqueza de espécies de peixes de água doce do mundo, com mais de 1.300 espécies descritas, muitas endêmicas (TEJERINA-GARRO; FORTIN; RODRIGUEZ, 1998; MELO; TEJERINA-GARRO; MELO, 2007).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

1. Analisar e comparar a diversidade da ictiofauna coletada nos estudos ambientais, para identificar os potenciais impactos provocado pelos empreendimentos hidrelétricos da bacia do rio Caiapó.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar os possíveis impactos presentes e futuros sobre a bacia do rio Caiapó, baseado em uma análise da ocupação e uso do solo.
- Relacionar a diversidade da ictiofauna coletadas dos diferentes estudos ambientais ictiofaunísticos na bacia hidrográfica do rio Caiapó;
- Comparar os resultados em um contraste entre as diferentes metodologias amostrais utilizadas nos estudos dos empreendimentos hidrelétricos implantados, quanto ao número de campanhas, duração de cada campanha, esforço amostral e técnicas amostrais;

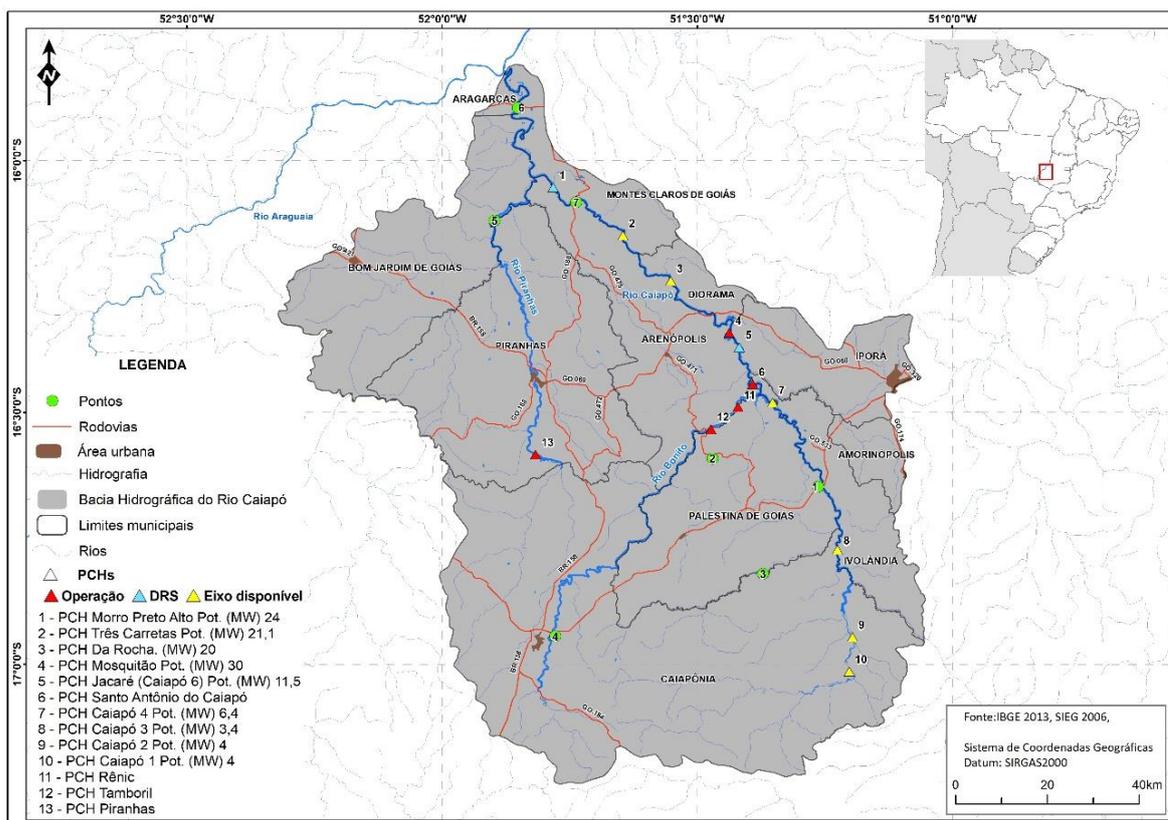


Figura 3. Mapa da Bacia Hidrográfica do rio Caiapó 2019, com os pontos amostrais do EIBH no rio Caiapó e a localização das PCHs (em estudo, instaladas e em operação). Mapa: Leonardo Nogueira.

1. PCH Mosquitão (MOS) está localizada a oeste do Estado de Goiás, no rio Caiapó, entre os municípios de Iporá e Arenópolis, em operação desde 27 de dez de 2006, com um reservatório de aproximadamente 2,6 Km² (NATURAE, 2006; ANEEL, 2020).

2. PCH Jacaré (JAC) está localizada a montante do remanso da PCH Mosquitão e a jusante da PCH Santo Antônio, consta como Despacho de Registro da Adequabilidade do Sumário Executivo (DRS), na divisa dos municípios de Iporá e Arenópolis, no segmento mediano do rio Caiapó com um reservatório de aproximadamente 5,8 Km² (CTE, 2015; ANEEL, 2020).

3. PCH Santo Antônio (SAN) está localizada a montante das PCHs Mosquitão e Jacaré, no rio Caiapó, em operação desde 22 de dezembro de 2012, com um reservatório de aproximadamente 6,59 Km², na divisa dos municípios de Arenópolis, Ivólândia e Palestina de Goiás (CTE, 2009; ANEEL, 2020).

4. PCH Tamboril (TAM) está localizada no rio Bonito, afluente do rio Caiapó, em operação desde 12 de maio de 2015, com reservatório de aproximadamente de 2,12

Km², na divisa dos municípios de Arenópolis e Palestina de Goiás. (DBO, 2009; ANEEL, 2020)

5. PCH Rênic (REN) está localizada no rio Bonito, em operação desde 10 de junho de 2016, com reservatório de aproximadamente 4,18 Km², na divisa dos municípios Arenópolis e Palestina de Goiás (FAUNA, 2011; ANEEL, 2020).

6. PCH Piranhas (PIR) está localizado no rio Piranhas, afluente do rio Caiapó, com reservatório de aproximadamente de 0,80 Km², em operação desde 08 de dezembro de 2006, no município de Piranhas. O empreendimento aproveita do desnível natural de 90 metros da cachoeira Piranhas (SENSU AMBIENTAL, 2012; ANEEL, 2020).

4.2. Uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG)

A delimitação do uso do solo foi feita por meio da interpretação de imagens de satélite e utilizadas imagens do sensor Landsat obtidas nos anos de 2006 (comparação inicial) e 2018, por disponibilidade técnica. Para execução de tais tarefas foi utilizado o software ArcGIS 10.2⁸.

4.3. Coleta de dados

Através de Ofício nº 01/2019 ao Gerente da Ouvidoria da SEMAD, cadastrado no SEI 201900017001399, foi autorizado o acesso aos Relatório de Monitoramento do Canal de Peixes PCH Mosquitão (BIOTA, 2015; 2016; 2017; 2018); Relatório Ambiental Simplificado (RAS) da PCH Tamboril (DBO, 2009); Relatório de monitoramento pós-enchimento da PCH Piranhas (SENSU AMBIENTAL, 2012; 2013; AMBIENTAL, 2014); Relatório de Monitoramento preenchimento da PCH Rênic (FAUNA, 2011); EIA da PCH Santo Antônio (CTE, 2009); Relatório de monitoramento pós-enchimento da PCH Santo Antônio (AMBIENTAL, 2012; 2013) (Tabela 1).

No Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente do MPGO, foi obtido o Estudo Integrado da bacia do rio Caiapó (NATURAE e CTE, 2006); Relatório Final do Programa de Conservação da Ictiofauna, Fase I (Monitoramento Preenchimento) da PCH Mosquitão (MOS) Reservatório (NATURAE, 2006); Programa de Monitoramento da Ictiofauna da PCH Mosquitão, Fase Pós-enchimento do Reservatório (NATURAE,

2007; 2008; 2009; 2010; 2011; BIOTA, 2015; 2016; 2017; 2018); Estudo de Impacto Ambiental da PCH Jacaré (CTE, 2015) (Tabela 1):

Tabela 1. Referencial da coleta de dados por empreendimento envolvido nesse estudo.

PCH	Área (Km ²)	Tipo de Estudo	Referência
Mosquitão	2,6	Relatórios de monitoramento preenchimento 2006, pós-enchimento 2008, 2009, 2010, 2011, 2015, 2016, 2017 e 2018	NATURAE Projetos e Consultoria Ambiental Ltda e BIOTA Projetos e Consultoria Ambiental Ltda
Santo Antônio	6,59	EIA e Relatório de monitoramento Pós-enchimento 2012 e 2013	Centro Tecnológico de Engenharia e Ambiental Consultoria Estudos e Projetos
Rênic	2,12	Relatório de monitoramento preenchimento 2011	Fauna Consultoria Ambiental
Tamboril	4,18	RAS	DBO Engenharia
Jacaré	5,8	EIA	Centro Tecnológico de Engenharia
Piranhas	0,80	Relatório de monitoramento pós-enchimento 2012, 2013, 2014	Sensu Ambiental Meio Ambiente e Infraestrutura e Ambiental Consultoria Estudos e Projetos

4.3.1. Metodologia amostral da coleta de peixes

Os dados da metodologia e técnicas amostrais utilizadas na coleta da ictiofauna, dos estudos analisados, foram inseridos em matriz de contingência (ANEXO II), para identificar a metodologia adotada, e mensurar a influência no resultado da coleta. No geral, a metodologia adotada nos estudos foi uma combinação ou método isolado de: rede de espera, tarrafa, peneira, rede de arrasto, armadilha tipo gaiola, peneira, puçá, espinhel, pesca amadora.

a) EIBH do rio Caiapó

Fruto de um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) celebrado entre do Ministério Público Federal, Ministério Público de Goiás e a Agência Goiana do Meio Ambiente (AGMA), no qual reconheceu a necessidade da elaboração de um Estudo Integrado da Bacias

Hidrográficas para Avaliação de aproveitamento Hidrelétrico (PIRES e FORMIGA, 2009).

Em 2006, a empresa Centro Tecnológico de Engenharia (CTE) e SYSTEMA NATURAE Consultoria Ambiental Ltda foram contratadas pelos empreendedores detentores da concessão de aproveitamentos hidrelétricos: COMOSA, PERFORMANCE, SERRA NEGRA e TRITON.

O EIBH do rio Caiapó teve por objetivo avaliar o conjunto dos empreendimentos previstos para a bacia na qual se inserem, de forma a possibilitar a análise dos impactos sinérgicos e cumulativos naquela bacia.

Nesse estudo foram realizadas duas campanhas, sendo a 1ª campanha entre o dia 4 e 11 de fevereiro de 2006, e a 2ª campanha de 16 a 23 de maio de 2006, em sete pontos amostrais, distribuídos ao longo do curso do rio Caiapó, o ribeirão Boa Vista e os rios Bonito e Piranhas. Para padronizar o esforço amostral foram utilizadas três metodologias: conjunto de 10 redes de espera com 18 m², sendo duas redes com malha de 12, 20, 50, 60, 70 mm; armadilhas tipo gaiola, e tarrafas (NATURAE e CTE, 2006).

b) PCH Mosquitão

Fase preenchimento

Em 2006 a empresa Naturae elaborou relatório final da fase de preenchimento, do Programa de monitoramento Limnológico, no qual foram realizados duas coletas na enseadeiras, com 15 pontos amostrais cada uma, sendo em maio de 2005 a abril de 2006, utilizou-se 13 rede de espera, sendo 2 de malha 6 (30 mm); 3 de malha 8 (40 mm); 3 de malha 10 (50 mm); 3 de malha 12 (60 mm); 2 de malha 16 (80 mm) e tarrafas. Ainda no preenchimento foram realizadas mais três campanhas, com 15 pontos amostrais, no período de setembro de 2005 a março de 2006, com a mesma metodologia (NATURAE, 2006).

Fase pós-enchimento

Em 2007 a empresa Naturae elaborou relatório final da fase de pós-enchimento, ano I, do Programa de Monitoramento da Ictiofauna, no qual foram realizadas quatro campanhas, com 351 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha de 26 de março a 4 de

abril de 2007, 2ª campanha de 17 de junho a 26 de junho de 2007, 3ª campanha de 31 de agosto a 11 de setembro de 2007, e a 4ª campanha de 5 de dezembro a 16 de dezembro de 2007; foi utilizado um conjunto de rede de espera de 10 a 20 unidades com 18 m², com malhas de 12, 30, 40, 60 e 90mm; tarrafas, armadilhas tipo gaiola, espinhel e pesca amadora (NATURAE, 2007).

Em 2008 a empresa Naturae elaborou relatório final da fase de pós-enchimento, ano II, do Programa de Monitoramento da Ictiofauna, no qual foram realizadas quatro campanhas, com 428 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha de 5 de julho a 16 de julho de 2008, 2ª campanha de 19 de setembro a 30 de setembro de 2008, 3ª campanha de 1º de novembro a 12 de novembro de 2008, e 4ª campanha de 25 de janeiro a 6 de fevereiro de 2009; foi utilizado um conjunto de rede de espera de 10 a 20 unidades com 18 m², com malhas de 12, 30, 40, 60 e 90 mm; tarrafas, armadilhas tipo gaiola, espinhel e pesca amadora (NATURAE, 2008).

Em 2009 a empresa Naturae elaborou relatório final da fase de pós-enchimento, ano III, do Programa de Monitoramento da Ictiofauna, no qual foram realizadas quatro campanhas, com 446 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha em 5 a 18 de março de 2009, 2ª campanha de 23 de junho a 4 de julho de 2009, 3ª campanha de 13 a 25 de outubro de 2009, e 4ª campanha de 9 a 20 de dezembro de 2009; foi utilizado um conjunto de rede de espera de 10 a 20 unidades com 18 m², com malhas de 12, 30, 40, 60 e 90mm; tarrafas, armadilhas tipo gaiola, espinhel e pesca amadora (NATURAE, 2009).

Em 2010 a empresa Naturae elaborou relatório final da fase de pós-enchimento, ano IV, do Programa de Monitoramento da Ictiofauna, no qual foram realizadas quatro campanhas, com 455 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha de 25 de março a 6 de abril de 2010, 2ª campanha de 12 a 24 de julho de 2010, 3ª campanha de 15 a 26 de outubro de 2010, e 4ª campanha de 6 a 19 de dezembro de 2010; foi utilizado um conjunto de rede de espera de 10 a 20 unidades com 18 m², com malhas de 12, 30, 40, 60 e 90mm; tarrafas, armadilhas tipo gaiola, espinhel e pesca amadora (NATURAE, 2010).

Em 2011 a empresa Naturae elaborou relatório final da fase de pós-enchimento, ano V, do Programa de Monitoramento da Ictiofauna, no qual foram realizadas quatro campanhas, com 115 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha de 14 a 27 de março de 2011, 2ª campanha de 6 a 18 de junho de 2011, 3ª campanha de 5 a 17 de

setembro de 2011, e 4ª campanha de 28 de novembro a 10 de dezembro de 2011; com esforço amostral de 360 m²/dia, foi utilizado um conjunto de 20 redes de espera com 18 m², com malhas de 12, 30, 40, 60 e 90mm; tarrafas, armadilhas tipo gaiola, espinhel e pesca amadora (NATURAE, 2011).

Em 2015 a empresa Biota elaborou relatório do Projeto de Monitoramento do Canal de Peixes e Monitoramento Limnológico, no qual foram realizadas duas campanhas, com 6 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha em junho de 2015, e a 2ª campanha em outubro de 2015; esforço amostral não informado, foi utilizado um conjunto de 14 redes de espera com 10 m, com malhas de 2,4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18 e 20 mm; tarrafas, peneira, espinhel (BIOTA, 2015).

Em 2016 a empresa Biota elaborou relatório do Projeto de Monitoramento do Canal de Peixes e Monitoramento Limnológico, no qual foram realizadas duas campanhas, com 6 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha em fevereiro de 2016, e a 2ª campanha em junho de 2016; esforço amostral não informado, foi utilizado um conjunto de 14 redes de espera de 10m, com malhas de 2,4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18 e 20mm; tarrafas, peneira, espinhel (BIOTA, 2016). Dias dos meses não informado.

Em 2017 a empresa Biota elaborou relatório do Projeto de Monitoramento do Canal de Peixes e Monitoramento Limnológico, no qual foram realizadas duas campanhas, com 6 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha em 29 de agosto a 6 de setembro de 2017, e a 2ª campanha em 20 de novembro a 29 de novembro de 2017; esforço amostral não informado, foi utilizado um conjunto de 14 redes de espera com 10 m, com malhas de 2,4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18 e 20mm; tarrafas, peneira, espinhel (BIOTA, 2017).

Em 2018 a empresa Biota elaborou relatório do Projeto de Monitoramento do Canal de Peixes e Monitoramento Limnológico no qual foram realizadas 02 campanhas, com 06 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha do dia 15 a 25 de fevereiro, e a 2ª campanha do dia 11 a 18 de junho de 2018; esforço amostral não informado, foi utilizado um conjunto de 14 redes de espera com 10 m, com malhas de 2,4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18 e 20mm; tarrafas, peneira, espinhel (BIOTA, 2018).

c) PCH Santo Antônio

Fase preenchimento

Em 2009 a empresa CTE elaborou o EIA, para o qual realizou uma campanha de levantamento da ictiofauna, durante o período de 27 a 30 de agosto de 2009, com quatro pontos amostrais, esforço amostral de 180m²/h , foi utilizado um conjunto de 9 redes de espera (malhas 12, 15, 20, 25, 30, 40, 60 e 70mm) com 20m²; tarrafa e peneira (CTE, 2009).

Fase pós-enchimento

Nos anos de 2012 e 2013 a empresa Centro Tecnológico de Engenharia elaborou relatório do Programa de Monitoramento da Ictiofauna da fase pós-enchimento, para o qual foram realizadas quatro campanhas, com 6 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha em maio de 2012, 2ª campanha em setembro de 2012, 3ª campanha em março, e 4ª campanha em outubro de 2013; com esforço amostral de 160m²/48h, foi utilizado um conjunto de 8 redes de espera com 20m², com malhas de 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50 e 60 mm; tarrafa, rede de arrasto, peneira e puçá (AMBIENTAL, 2012; 2013). Dias dos meses não informado.

d) PCH Jacaré

Fase preenchimento

Em 2015 a empresa CTE elaborou EIA, para o qual foram realizadas três campanhas de levantamento da ictiofauna, com 10 pontos amostrais, sendo a 1ª campanha em maio de 2014, 2ª em outubro de 2014, e a 3ª em março de 2015; com esforço amostral de 306h por ponto amostral, foi utilizado um conjunto de sete redes de espera com duas baterias de redes de emalhar de 20m² ou 5m², com malhas de 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 e 80mm entre nós; pinda, espinhéis, tarrafa, rede de arrasto, peneira, espinhel e pesca amadora (CTE, 2015). Dias dos meses não informado.

e) PCH Tamboril

Fase preenchimento

Em 2009 a empresa DBO elaborou o RAS, para o qual realizou uma campanha, com três pontos amostrais, não especificou a data da coleta, com esforço amostral de duas

pessoas, no trecho de 50 metros, pelo período de 30 a 60 minutos. Foram utilizadas rede de arrasto, pesca amadora e peneira (DBO ENGENHARIA, 2009).

f) PCH Rênic

Fase preenchimento

Em 2011 a empresa Fauna Consultoria Ambiental elaborou o relatório parcial do Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre e Aquática, no qual foram realizadas duas campanhas, com cinco pontos amostrais, sendo a primeira campanha do dia 20 a 29 de abril, e a segunda campanha de 13 a 22 de outubro, com 48h de esforço amostral, foi utilizado um conjunto de seis redes de espera com 10m², com malhas 15, 25, 35, 50, 60, 70mm; tarrafa, peneira, pesca amadora, armadilhas minow-traps e entrevistas (FAUNA, 2011).

g) PCH Piranhas

Monitoramento pós-enchimento

Em 2012 a empresa Sensus Ambiental elaborou o estudo de monitoramento da ictiofauna, para tanto foram realizadas duas campanhas, com nove pontos amostrais, sendo a 1ª campanha de 5 a 11 de março, e 2ª campanha de 26 de julho a 1º de agosto; o esforço amostral foi de 144h/ rede/dia, foi utilizado um conjunto de seis redes de espera de 20m, com malhas de 1,5 , 2,5 , 3, 4 e 5mm; tarrafa, rede de arrasto e peneira (SENSU AMBIENTAL, 2012).

Em 2013 a empresa Sensus Ambiental elaborou o estudo de monitoramento da ictiofauna, no qual realizou duas campanhas, com nove pontos amostrais, sendo considerada a 3ª campanha de 18 a 23 de janeiro, e 4ª campanha de 8 a 13 de julho de 2013, não especificou o esforço amostral, foi utilizado um conjunto de redes de espera com malhas variando entre 20 e 60mm; tarrafa, rede de arrasto e peneira (SENSU AMBIENTAL, 2013).

Em 2014 a empresa Ambiental elaborou o relatório do Programa de Monitoramento Fase pós-enchimento, no qual realizou a 5ª campanha em dezembro de 2014, com seis pontos amostrais, com cinco dias efetivos de coleta, foi utilizado um conjunto de 8 redes de espera de 20m², com malhas de 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50 e 60mm; totalizando um esforço de 160m² por 48h; tarrafa, peneira, puçá (AMBIENTAL, 2014).

4.4. Diversidade Ictiofaunística

4.4.1. Riqueza

Os dados da riqueza da ictiofauna da bacia do rio Caiapó é apresentado em forma de uma listagem *checklist* (ANEXO I), extraídos do Estudo Integrado de Bacia Hidrográfica do rio Caiapó e dos relatórios de monitoramento preenchimento da PCH Mosquitão e Rênic, relatório pós-enchimento da PCH Santo Antônio e Piranhas, EIA da PCH Jacaré, e RAS da PCH Tamboril.

4.4.2. Espécies migratórias

A construção de barragens interrompe os cursos de água dos rios, promovendo a fragmentação dos ambientes naturais, represas, inserem obstáculo na rota migratória de algumas espécies, prejudicando a realização da piracema, afetando por consequência a atividade reprodutiva das espécies migratórias, sendo um dos causadores de desaparecimentos de espécie de peixes migradores (HILSDORF e MOREIRA, 2008)

Os estudos de monitoramento da PCH Mosquitão (NAT) e (BIO), da PCH RÊNIC (FAU), da PCH Piranhas, da PCH Santo Antônio, da PCH Jacaré, da PCH Tamboril identificaram as espécies migratórias na bacia do rio Caiapó. Cada estudo adotou uma maneira de classificar a estratégia de vida dos peixes migratórios, separando em grupo de MD - Migratórios, MCD - Migratórios de curta distância, MLD - Migratórios de longa distância. Para tanto, na unificação da lista utilizou-se MCD - Migratórios e MLD - Migratórios de longa distância.

4.4.3. Análise dos dados

As matrizes de similaridade foram obtidas através do Índice de *Jaccard*, calculado entre pares de campanhas dos empreendimentos e de áreas amostrais, definidas pela fórmula:

$$J_{i, j} = a / ((a+b+c))$$

Sendo:

- $J_{i,j}$ = Coeficiente de similaridade de Jaccard entre as campanhas/áreas i e j ;
- a = número de espécies que ocorrem tanto na campanha/ área i quanto na campanha/área j (co-ocorrência);
- b = número de espécies que ocorrem na campanha/área j , mas que estão ausentes na campanha/área i ;
- c = número de espécies que ocorrem na campanha/área i , mas que estão ausentes na campanha/área j .

Os resultados obtidos (J) foram computados em uma matriz de similaridade, desenvolvido para medidas binárias (presença e ausência), obedecendo a seguinte convenção: 1= espécie presente, 0= espécie ausente. A partir dos índices de similaridade (J), as matrizes foram utilizadas para a construção de um dendrograma utilizando-se a metodologia de ligação UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages) (KREBS, 1999), através do programa Spatial Analysis in Macroecology 4.0 (SAM) (RANGEL; DINIZ-FILHO; BINI, 2010).

5. RESULTADOS

5.1. Uso e conservação do solo

No mapeamento da cobertura do solo da bacia foram considerados três períodos distintos, o primeiro referente ao ano de 2002, antes da implantação das PCHs Piranhas e Mosquitão (Figura 4), o segundo referente a 2006 período das PCHs Piranhas e Mosquitão instaladas (Figura 5), e o terceiro referente a 2018, correspondente à fase pós-construção das PCHs Mosquitão, Piranhas, Santo Antônio, Jacaré, Rênic, Tamboril (Figura 6).

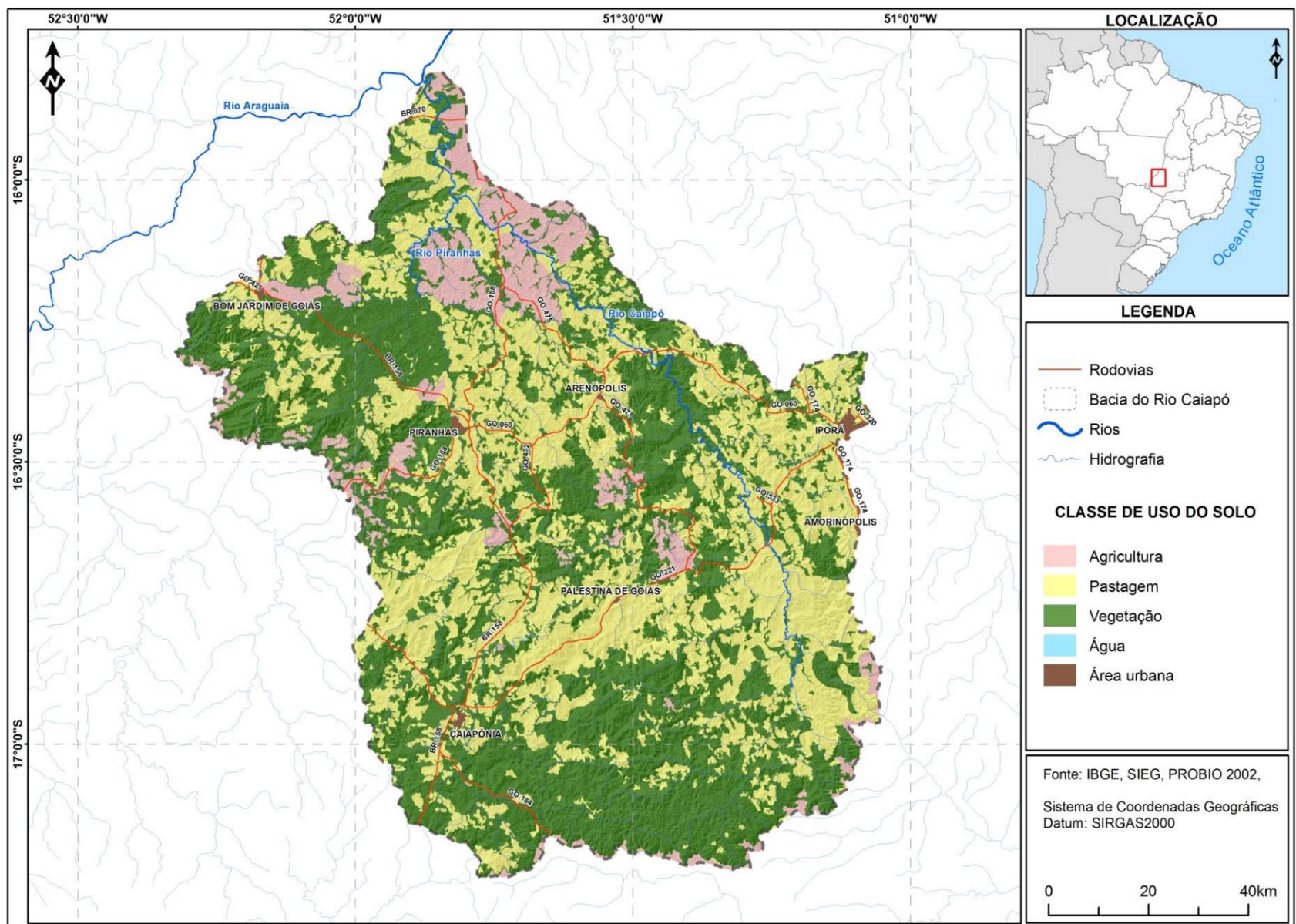


Figura 4. Mapa de Uso do solo de 2002 da bacia hidrográfica do rio Caiapó. Desenho: Leonardo Nogueira.

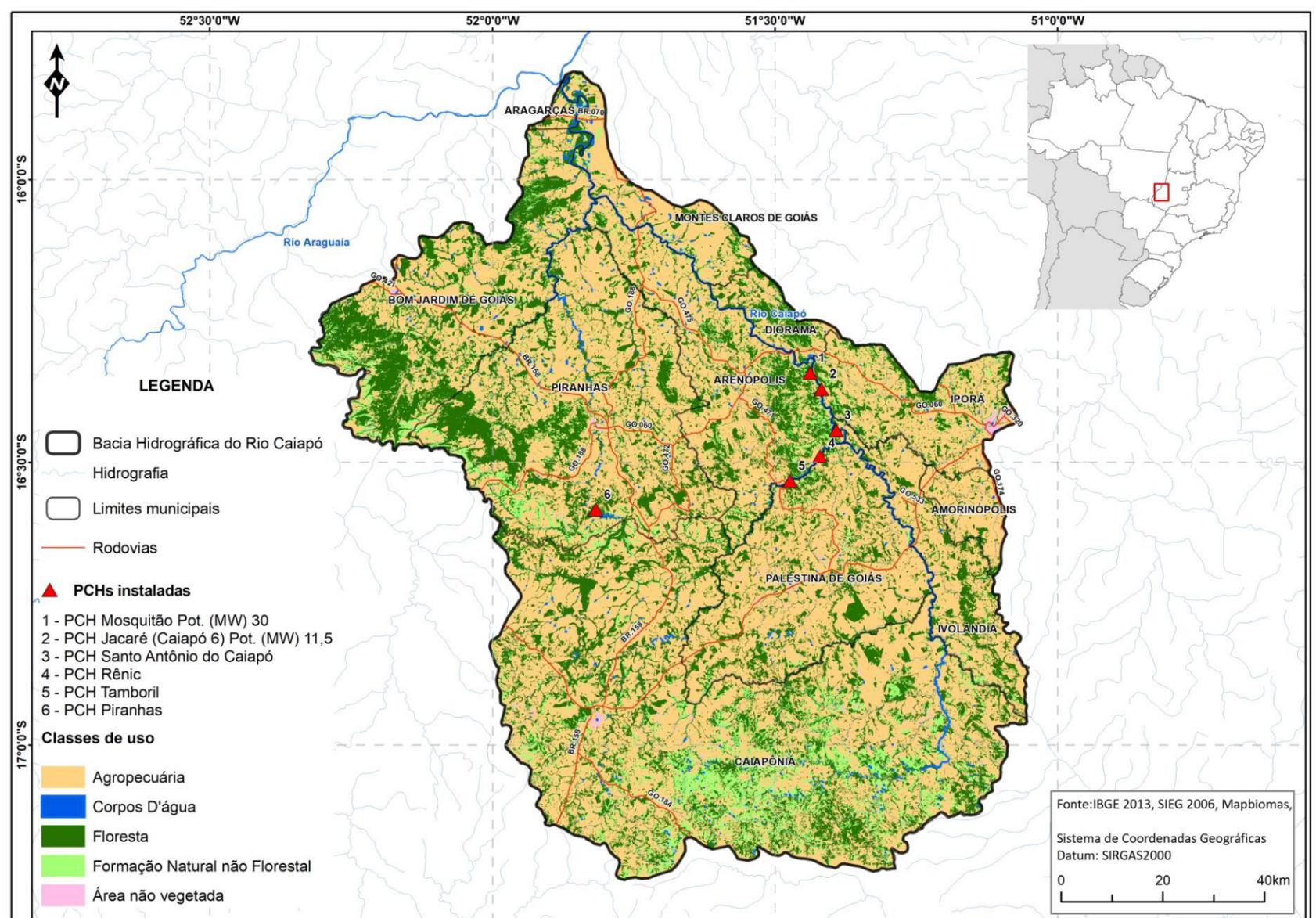


Figura 5. Mapa de Uso do solo de 2006 da bacia hidrográfica do rio Caiapó, com as seis PCHs instaladas. Desenho: Leonardo Nogueira.

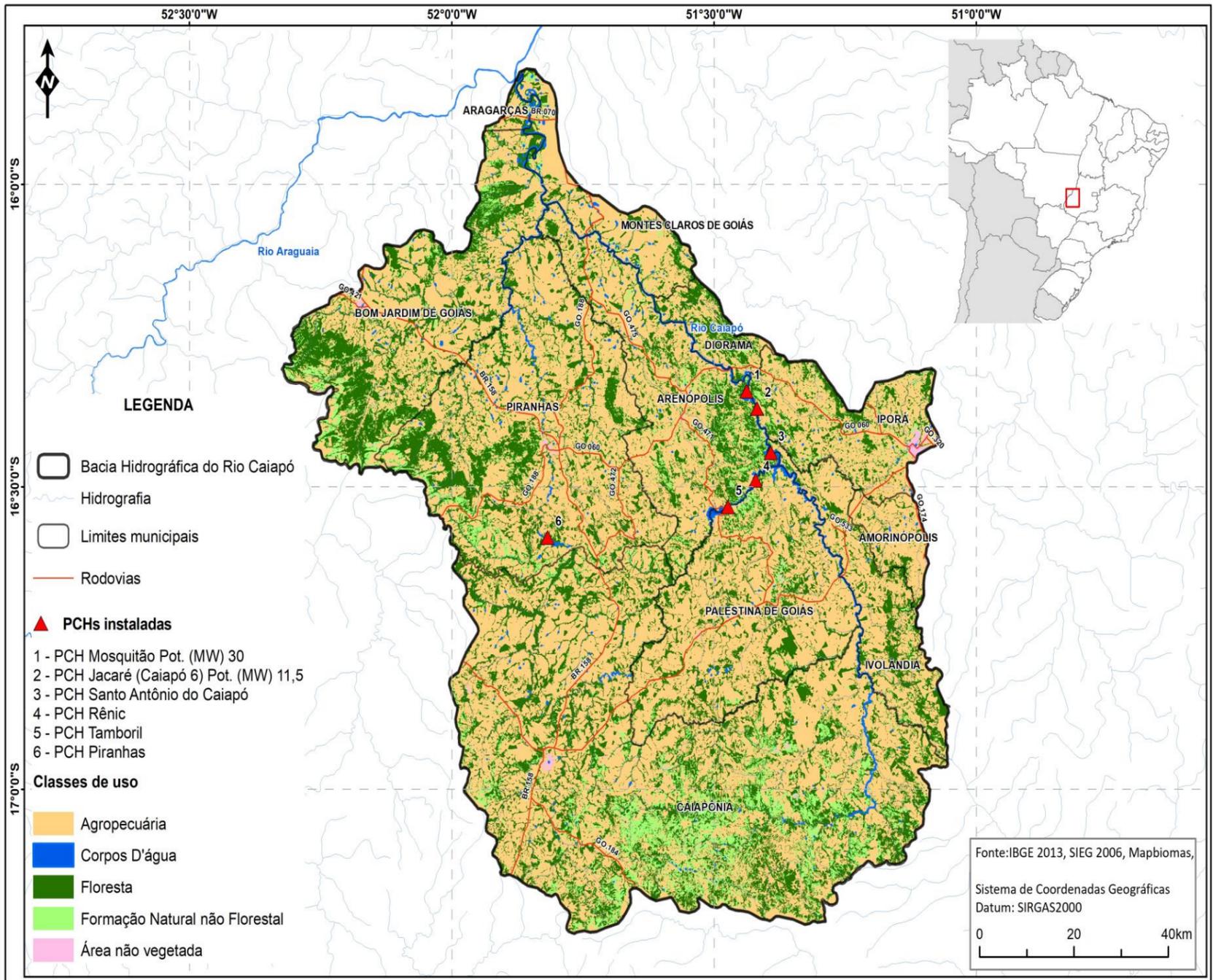


Figura 6. Mapa de Uso do solo de 2018 da bacia hidrográfica do rio Caiapó, com as seis PCHs instaladas. Desenho: Leonardo Nogueira.

O mapa da bacia hidrográfica do rio Caiapó de 2002 apresenta 50,9% de áreas florestais e de Cerrado ou matas ciliares remanescentes da vegetação natural, já em 2006 apresenta apenas 37,15%, o que corresponde a uma área de aproximadamente 1.660 Km², principalmente nas regiões da Caiapônia, Piranhas e na divisa de Arenópolis com Iporá.

Em 2018 observa-se uma diminuição de aproximadamente 0,75%, na área de floresta na bacia do rio Caiapó, passando a ocupar apenas 36,40%.

As áreas submersas por águas ocupavam 29,41 Km² (0,2%) da bacia em 2002, já em 2006 passou a ocupar 33,63Km² (0,27%) com a instalação das PCHs Piranhas e Mosquitão, em 2018 foi para 44,90 Km² (0,37%) possivelmente provocado pela instalação de mais quatro PCHs (Jacaré, Santo Antônio, Tamboril e Rênic).

Na bacia destaca-se o uso do solo como pastagem para a pecuária, em 2002 a pastagem ocupava (4.946,84 Km²), que representava 40,90% da área da bacia, aumentou para (7.595,32 Km²) em 2018, ocupando aproximadamente 62,73 % da área da bacia, acréscimo de aproximadamente 2.648,48 Km². As áreas de pastagens favorecem a maior vulnerabilidade do solo frente aos efeitos da erosão e das perdas de solos, pois as pastagens reduzem a infiltração do solo, favorecendo o escoamento superficial (BRAGA, 2017).

O EIBH do rio Caiapó utilizou a análise dos critérios de declividade, pedologia e geologia para determinar o grau de vulnerabilidade do meio físico a erosão na bacia, classificando como “muito fraca”, “fraca”, “moderada”, “forte”, “muito forte” (Figura) (NATURE e CTE, 2006).

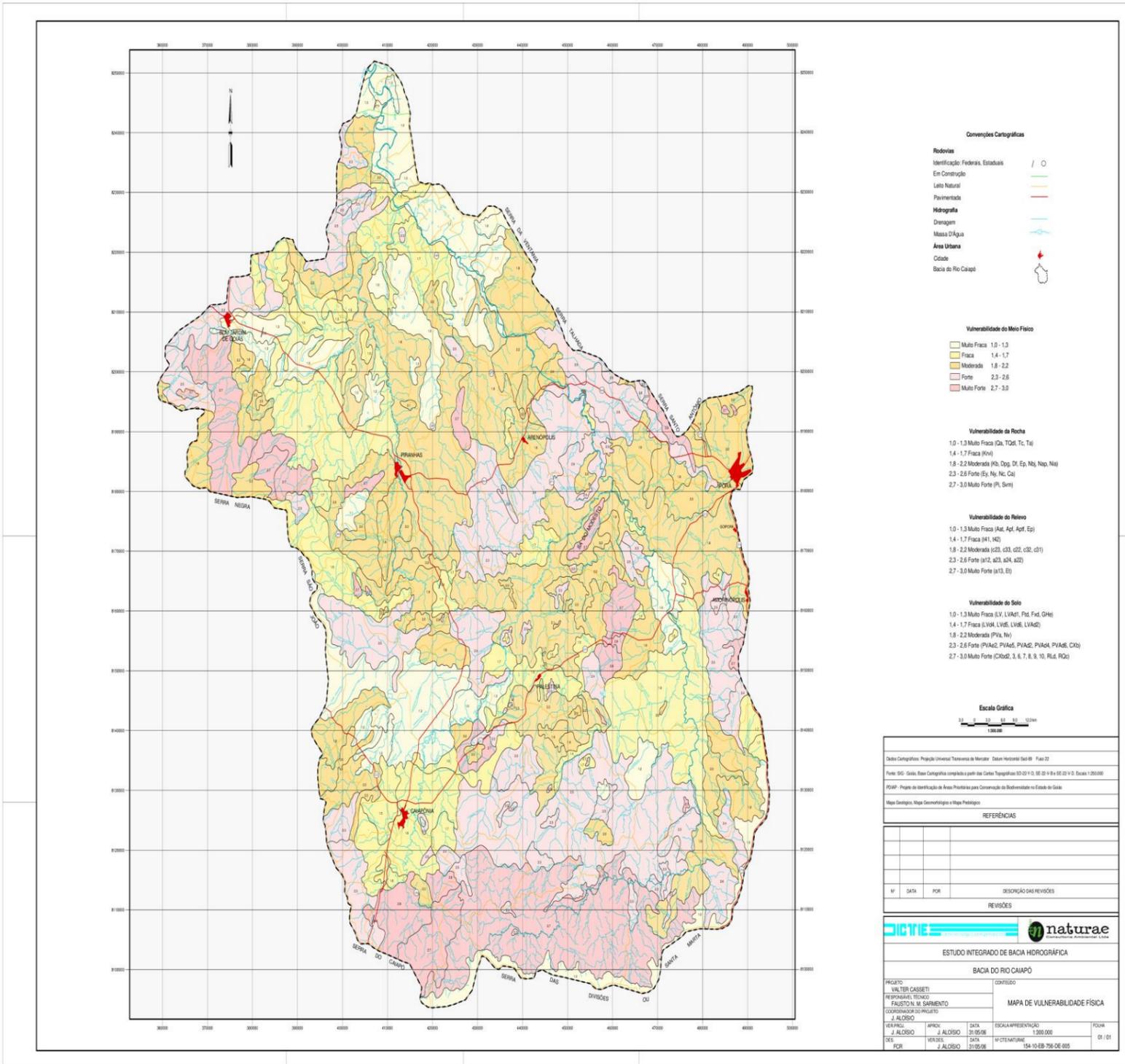


Figura 7. Mapa de Vulnerabilidade do meio físico a erosão da bacia hidrográfica do rio Caiapó em 2006. Fonte: EIBH da bacia do rio Caiapó.

5.2. Riqueza de espécies

Os resultados obtidos para a diversidade de espécies da ictiofauna para a bacia do rio Caiapó indicam duas classes (Elasmobranchii e Actinopterygii), com um total de 186 espécies, em 110 gêneros e 36 famílias (Anexo II).

A classe Elasmobranchii se representou com uma ordem (Myliobatiformes), uma família (Potamotrygonidae), um gênero e uma espécie (*Potamotrygon motoro*).

A classe Actinopterygii se representou com sete ordens (Characiformes, Clupeiformes, Siluriformes, Perciformes, Acanthuriformes, Gymnotiformes e Beloniformes), 35 famílias, 109 gêneros e 186 espécies (Figura 8).

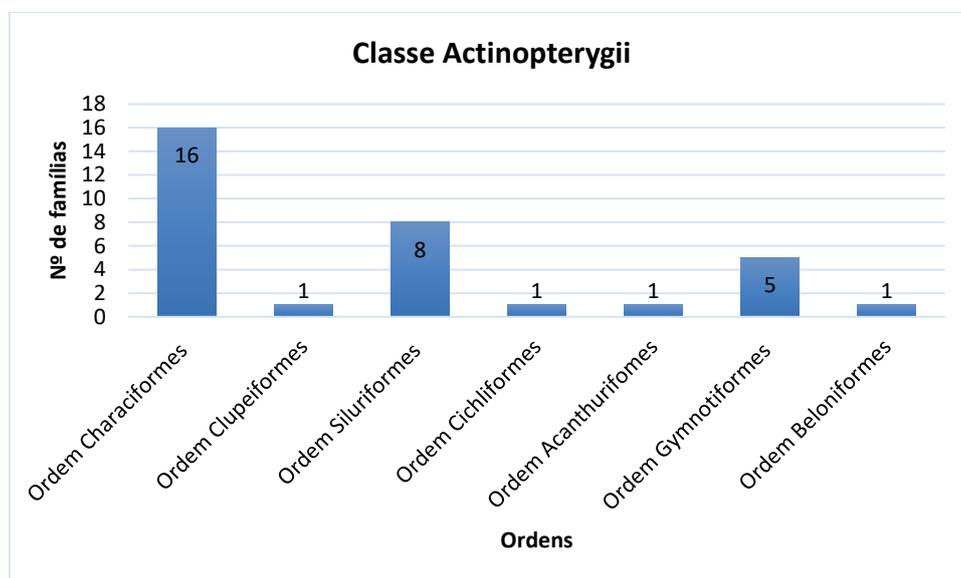


Figura 8. Representação das famílias da classe Actinopterygii em suas respectivas ordens por número de famílias.

A ordem Characiformes se representou com 16 famílias: Anostomidae com seis gêneros e 21 espécies; Bryconidae com dois gêneros e cinco espécies; Characidae com nove gêneros e 21 espécies; Serrasalminidae com oito gêneros e 20 espécies; Triportheidae com um gênero e cinco espécies; Cynodontidae com dois gêneros e quatro espécies; Ctenoluciidae com um gênero e uma espécie; Gasteropelecidae com dois gêneros e duas espécies; Chilodontidae com um gênero e uma espécie; Crenuchidae com um gênero e uma espécie; Curimatidae com quatro gêneros e nove espécies; Erythrinidae com um gênero e uma espécie; Iguanodectidae com um gênero e uma espécie; Hemiodontidae com três gêneros e seis espécies; Parodontidae com dois gêneros e três espécies; Prochilodontidae com dois gêneros e três espécies (Figura 9).

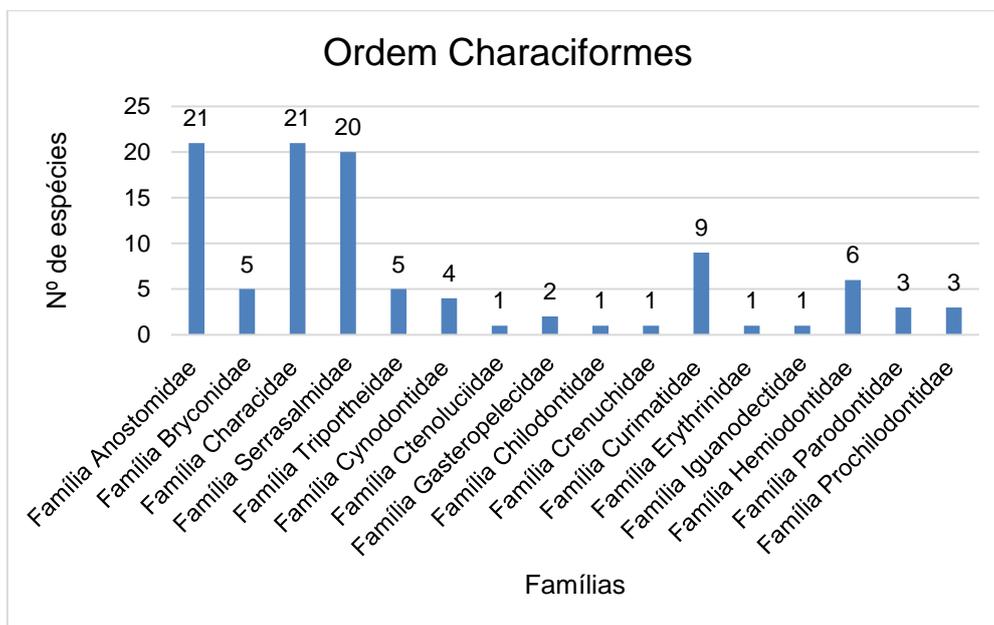


Figura 9. Representação das famílias da ordem Characiformes por número de espécies.

A ordem Beloniformes se representou com a família Belonidae com um gênero e uma espécie.

A ordem Perciformes se representou com a família Cichlidae com sete gêneros e 14 espécies. A ordem Acanthuriformes se representou com a família Sciaenidae dois gêneros e três espécies.

A ordem Clupeiformes se representou com a família Pristigasteridae com dois gêneros e duas espécies. Já a ordem Siluriformes se representou com oito famílias: Auchenipteridae com três gêneros e seis espécies; Aspredinidae com um gênero e uma espécie; Cetopsidae um gênero e duas espécies; Doradidae com quatro gêneros e cinco espécies; Heptateridae com quatro gêneros e quatro espécies; Pimelodidae com 11 gêneros e 15 espécies; Loricariidae com 9 gêneros e 17 espécies; Trichomycteridae com dois gêneros e três espécies (Figura 10).

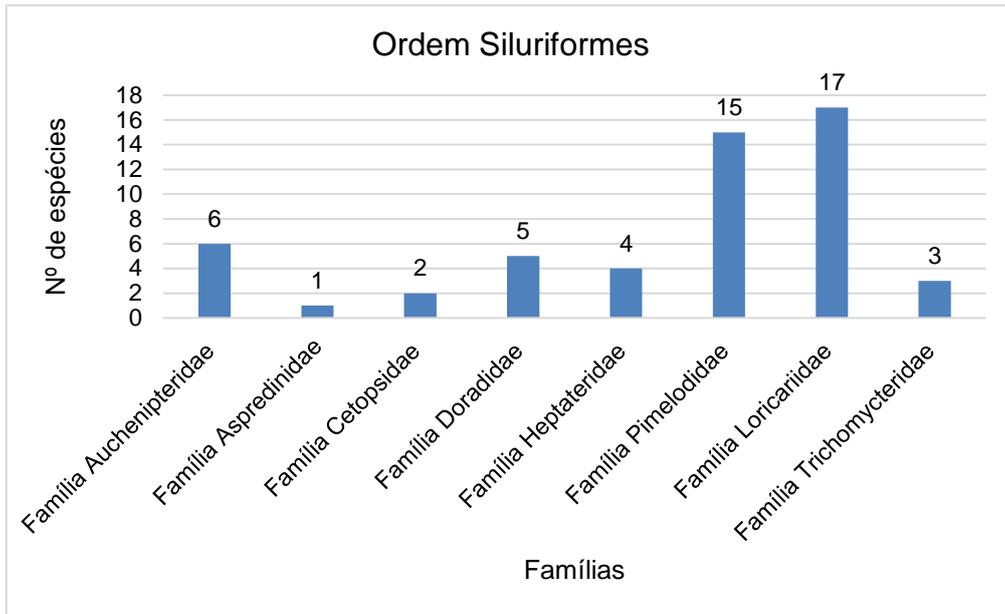


Figura 10. Representação das famílias da ordem Siluriformes por número de espécies.

A ordem Gymnotiformes se representou com cinco famílias: Apterontidae com dois gêneros e duas espécies; Electrophoridae com um gênero e uma espécie; Gymnotidae com um gênero e uma espécie; Rhamphichthyidae com um gênero e uma espécie; Sternopygidae com três gêneros e cinco espécies (Figura 11).

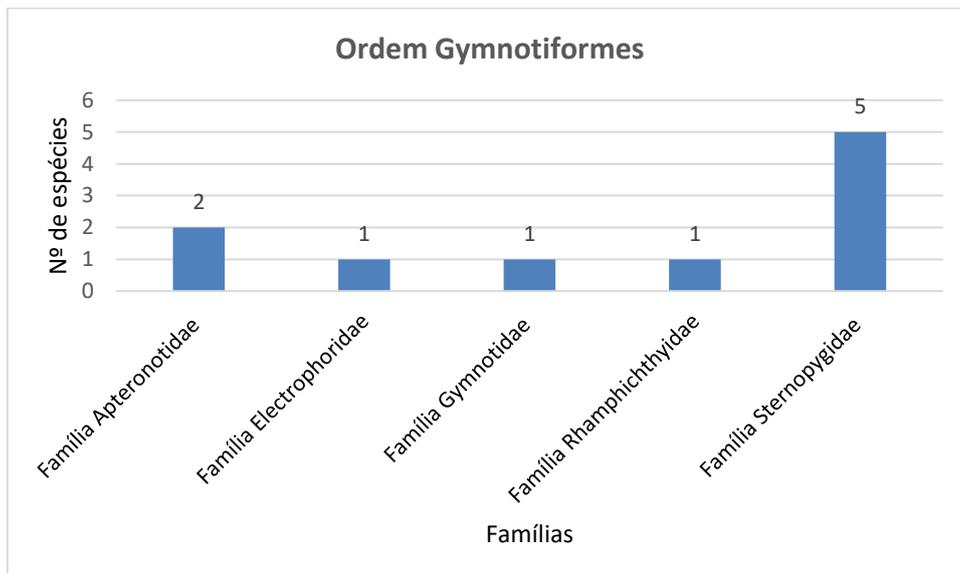


Figura 11. Representação das famílias da ordem Gymnotiformes por número de espécies.

5.3. Espécies migratórias

A migração exerce papel fundamental no sucesso reprodutivo dos peixes, porque permite a busca de ambientes favoráveis para a fertilização dos ovos, desenvolvimento inicial e condições de baixas taxas de predação (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE ,2007; AGOSTINHO e PELICILE, 2008b).

Grandes migradores geralmente de maior porte e maior valor comercial necessitam de três tipos de habitats para completarem seus ciclos de vida, reprodução, crescimento e alimentação. (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE ,2007)

Nos estudos analisados foram classificadas 57 espécies como peixes migratórias, representando 30,48% do total das espécies, sendo 18 classificados como migradores de longa distância, e 39 como migradores de curta distância (Tabela 2).

Tabela 2. Riqueza de espécies migratórias registradas pelos dados secundários para a bacia do Rio Caiapó. Legenda: MCD = migrador de curta distância; MLD = migrador de longa distância.

Espécies	Nome Comum	Status
CLASSE ACTINOPTERYGII		
Ordem Characiformes		
Família Anostomidae		
<i>Laemolyta petiti</i>	Piau	MCD
<i>Laemolyta taeniata</i>	Piau-caneta	MCD
<i>Leporellus vittatus</i>	Piau	MCD
<i>Leporinus affinis</i>	Piau-flamengo	MCD
<i>Leporinus bistriatus</i>	Piau-três-pintas	MCD
<i>Leporinus desmotes</i>	Piau-flamengo	MLD
<i>Leporinus friderici</i>	Piau	MLD
<i>Megaleporinus macrocephalus</i>	Piauçu	MCD
<i>Leporinus maculatus</i>	Piau	MCD
<i>Leporinus microphlataumus</i>	Piau	MCD
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Piau-cabeça-gorda	MCD
<i>Leporinus tigrinus</i>	Piau	MLD
<i>Megaleporinus trifasciatus</i>	Piau	MLD
<i>Leporinus unitaeniatus</i>	Piau	MCD
Família Bryconidae		
<i>Salminus hilarii</i>	Tubarana	MLD
<i>Brycon cephalus</i>	Matrinxã	MCD
Família Characidae		
<i>Astyanax altiparanae</i>	Lambari	MCD
<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari	MCD

Espécies	Nome Comum	Status
<i>Moenkhausia lepidura</i>	Rabo-de-fogo	MCD
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	Piaba	MCD
Família Serrasalminidae		
<i>Colossoma macropomum</i>	Tambaqui-branco	MLD
<i>Myleus torquatus</i>	Pacu	MCD
<i>Pygocentrus nattereri</i>	Piranha-vermelha	MCD
<i>Piaractus brachypomus</i>	Tambaqui	MCD
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	Caranha	MCD
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Piranha-preta	MCD
<i>Serrasalmus maculatus</i>	Piranha-amarela	MCD
<i>Serrasalmus elongatus</i>	Piranha	MCD
Família Triportheidae		
<i>Triportheus albus</i>	Sardinha-papuda	MCD
<i>Triportheus angulatus</i>	Sardinha	MCD
<i>Triportheus elongatus</i>	Sardinha-comprida	MCD
<i>Triportheus trifurcatus</i>	Sardinha-papuda	MCD
Família Cynodontidae		
<i>Hydrolycus scomberoides</i>	Cachorra	MCD
<i>Hydrolycus armatus</i>	Cachorra	MLD
<i>Hydrolycus tatauaia</i>	Cachorra	MLD
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Cachorra-facão	MLD
Família Ctenoluciidae		
<i>Boulengerella cuvieri</i>	Bicudo	MLD
Família Curimatidae		
<i>Curimata cyprinoides</i>	Branquinha	MLD
<i>Curimata inornata</i>	Branquinha	MLD
<i>Psectrogaster amazonica</i>	Branquinha	MLD
<i>Steindachnerina insculpta</i>	Branquinha	MCD
Família Prochilodontidae		
<i>Prochilodus lineatus</i>	Papa-terra	MCD
<i>Prochilodus nigricans</i>	Papa-terra	MLD
<i>Semaprochilodus brama</i>	Jaraqui	MCD
Ordem Cupleiformes		
Família Pristigasteridae		
<i>Pellona castelnaeana</i>	Dourada	MCD
Ordem Siluriformes		
Família Auchenipteridae		
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	Mandi-peruano	MLD
Família Doradidae		
<i>Oxydoras niger</i>	Botoado	MLD

Espécies	Nome Comum	Status
Família Heptateridae		
<i>Rhamdia quelen</i>	Lobó	MCD
Família Pimelodidae		
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	Jurupoca	MLD
<i>Pimelodus blochii</i>	Mandi-pintado	MCD
<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi-ferro	MCD
<i>Pimelodus ornatus</i>	Mandí	MCD
<i>Pinirampus pirinampu</i>	Barbado	MCD
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Pintado / Surubim	MCD
<i>Sorubim lima</i>	Bico-de-pato	MCD
<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	MCD
<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	MLD
TOTAL		57

Fonte: NATURE, 2006; BIOTA, 2018. FAUNA, 2011; SENSU AMBIENTAL, 2013; DBO,2009; CTE, 2009 e 2013.

5.4. Similaridade

A similaridade da ictiofauna comparada pode ser dividida em dois momentos distintos: (a) por empresa no mesmo empreendimento; e (b) por empreendimento, com os escores agrupados.

5.4.1. Resultados por empresa

Substitui-se os nomes das empresas por letras, para demonstrar imparcialidade dos resultados. Os Índices de Similaridade de *Jaccard* indicam valores entre 3% e 50%. De maneira geral a similaridade entre os estudos analisados foi baixa, tendo apenas um índice de 50% e o restante abaixo de 41%. (Tabela 3; Figura 12).

Tabela 3. Índice de Similaridade de Jaccard entre os estudos analisados da bacia do rio Caiapó. Em evidência, o menor (vermelho) e maior (azul) índice de similaridade.

	EIBH - A	MOS-A	MOS-B	REN-C	SAN- D	SAN- E	PIR- F	PIR- E	JAC- D	TAM- G
EIBH - A	100	23,2	22,7	18,3	9,4	24,6	12,7	9,3	23,2	19,6
MOS - A	23,2	100	24,7	13,4	10,4	22,1	7,8	3	31,7	8,2
MOS - B	22,7	24,7	100	16,9	18,6	32,9	10,4	5,4	41,2	13,6
REN - C	18,3	13,4	16,9	100	14	18	10,4	11,8	21,1	4,5
SAN - D	9,4	10,4	18,6	14	100	18	11,1	8,7	14,5	10
SAN - E	24,6	22,1	32,9	18	18	100	14,5	9,1	50	19,1
PIR - F	12,7	7,8	10,4	10,4	11,1	14,5	100	26,1	13,7	15,6
PIR - E	9,3	3,0	5,4	11,8	8,7	9,1	26,1	100	7,9	4,8

	EIBH - A	MOS-A	MOS-B	REN-C	SAN- D	SAN- E	PIR- F	PIR- E	JAC- D	TAM- G
JAC - D	23,2	31,7	41,2	21,1	14,5	50	13,7	7,9	100	11,8
TAM - G	19,6	8,2	13,6	4,5	10	19,1	15,6	4,8	11,8	100

Tabela 4. Relação de dados amostrais da ictiofauna por estudo analisado.

	Classe	Ordem	Família	Gênero	Espécie
EIBH	1	4	16	32	40
MOS - A	2	8	32	87	130
MOS - B	1	4	19	36	52
REN - C	1	4	14	25	32
SAN - D	1	4	14	15	18
SAN - E	1	4	17	33	41
PIR - F	1	4	13	17	22
PIR - E	1	2	5	6	7
JAC - D	1	4	18	42	61
TAM - G	1	2	7	11	15

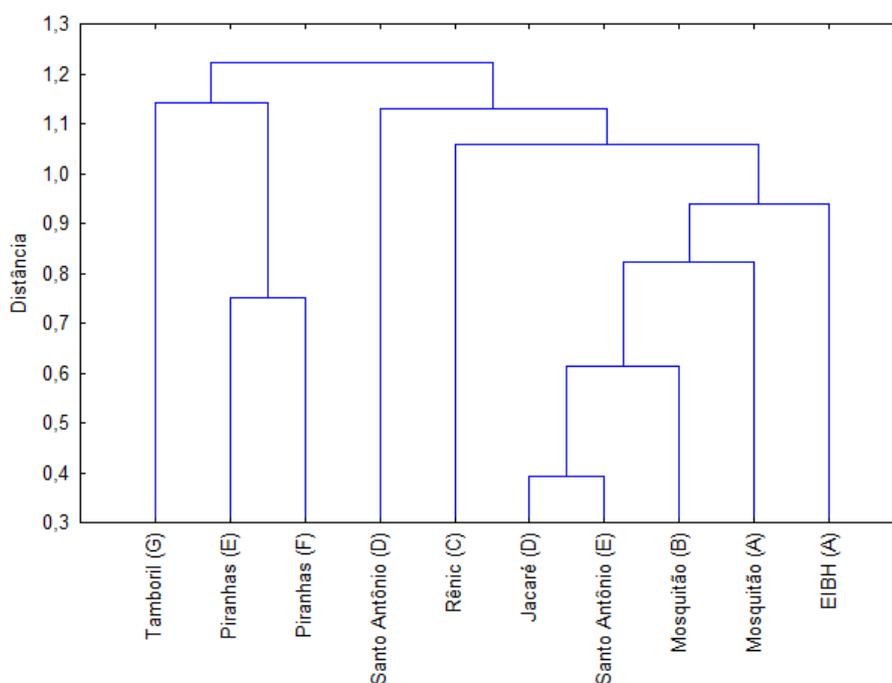


Figura 12. Dendrograma representando a similaridade ictiofaunística gerado a partir dos dados do índice de Jaccard (J) por empresa.

O índice de similaridade mais significativa (50%) ocorreu entre os estudos da PCH Santo Antônio (SAN - E) e da PCH Jacaré (JAC - D). A PCH Santo Antônio (SAN - E) refere-se ao relatório de monitoramento pós-enchimento 2012 e 2013 e a composição das espécies da ictiofauna se aproximou mais ao EIA da PCH Jacaré (JAC - D). Importante ressaltar que, a PCH Santo Antônio situa-se a montante da PCH Jacaré, no rio Caiapó.

O EIBH - A apresentou índice de similaridade variando entre 9% a 24%, sendo PIR - E e SAN - E respectivamente.

Os estudos de monitoramentos da PCH Mosquitão (MOS - A e MOS - B) apresentaram os maiores índice de similaridade com a JAC - D (31% e 41%), respectivamente. E que ambas apresentaram os menores índices de similaridade com PIR - E (3% e 5%) respectivamente.

O relatório preenchimento da PCH Rênic (REN - C) apresentou o maior índice de similaridade (21%) com a JAC - D, e o menor (4,5%) com a TAM - G. Importante frisar que a PCH Rênic está a jusante da PCH Tamboril no rio Bonito, e que existe uma diferença de dois anos entre o RAS da Tamboril/2009 e o estudo preenchimento

da Rênic/2011; e esse baixo índice de similaridade entre as espécies de peixes coletadas pode ter sido influenciado pela diferente metodologia adotada nas coletas, conforme descrito no item 4.3 Metodologia amostral na coleta.

O estudo da PCH PIR - F (2012, 2013) e PIR - E (2014) demonstraram similaridade de 26%. Com os outros Estudos o índice foi menor de 15%, destaca-se o fato de ser a única PCH no rio Piranhas, o qual nasce na serra do Caiapó com o nome de ribeirão do Pântano e percorre aproximadamente 168 Km até sua foz no Rio Caiapó.

5.4.2. Resultados por empreendimento

Os Índices de Similaridade de *Jaccard* indicam valores entre 4% e 48%. De maneira geral a similaridade entre os Empreendimentos analisados foi baixa, tendo apenas um índice de 48%, o restante abaixo de 32%. (Tabela 5; Figura 13).

Tabela 5. Índice de Similaridade de Jaccard entre os empreendimentos analisados da bacia do rio Caiapó. Em evidência, o menor (vermelho) e maior (azul) índice de similaridade.

	EIBH	MOS	REN	SAN	PIR	JAC	TAM
EIBH	100	21,6	18,3	23,3	12,5	23,2	19,6
MOS	21,6	100	14,2	27,3	8,3	32,7	7,3
REN	18,3	14,2	100	17,4	12,5	21,1	4,5

	EIBH	MOS	REN	SAN	PIR	JAC	TAM
SAN	23,3	27,3	17,4	100	12,3	48	16,1
PIR	12,5	8,3	12,5	12,3	100	15,1	15,2
JAC	23,2	32,7	21,1	48	15,1	100	11,8
TAM	19,6	7,3	4,5	16,1	15,2	11,8	100

Tabela 6. Relação de dados amostrais da ictiofauna por empreendimento.

	Classe	Ordem	Família	Gênero	Espécie
EIBH	1	4	16	32	40
MOS	2	8	32	87	145
REN	1	4	14	25	32
SAN	1	5	19	34	50
PIR	1	4	13	17	23
JAC	1	4	18	42	61
TAM	1	2	7	11	15

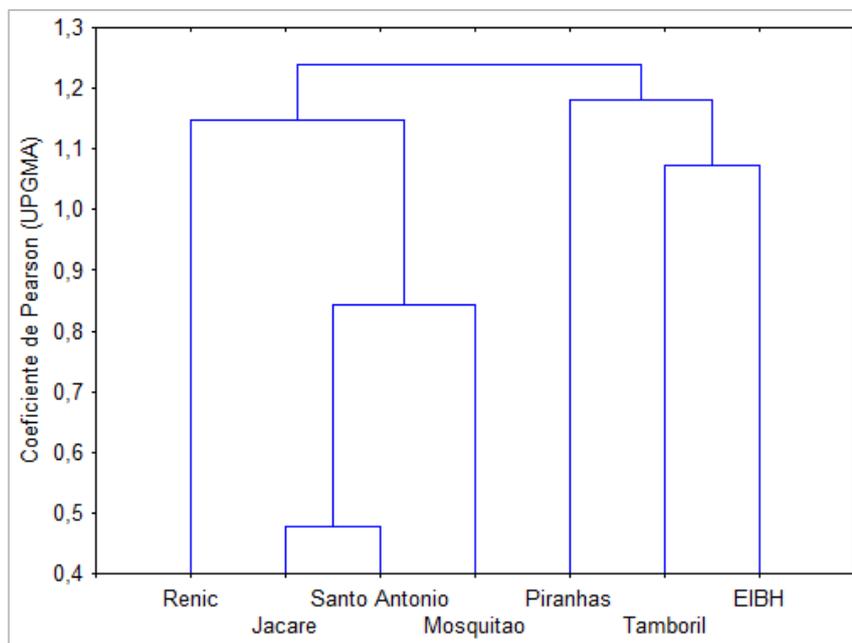


Figura 13. Dendrograma representando a similaridade ictiofaunística gerado a partir dos dados do índice de *Jaccard* (J) por empreendimento.

A PCH Mosquitão (MOS) apresentou índice de similaridade de 32 % com a PCH Jacaré (JAC), seguido de 27% com a PCH Santo Antônio (SAN), 21% com o EIBH, 14%

com a PCH Rênic (REN), 8% com a PCH Piranhas (PIR) e o menor 7% com a PCH Tamboril (TAM).

A PCH Rênic (REN) apresentou índice de similaridade de 21% com a PCH Jacaré (JAC), 18% com o EIBH, 17% com a PCH Santo Antônio (SAN), 14% com a PCH Mosquitão (MOS), 12% com a PCH Piranhas (PIR), e o menor 4% com a PCH Tamboril (TAM).

A PCH Santo Antônio (SAN) apresentou o seu maior índice de similaridade entre os empreendimentos (48%) com a PCH Jacaré (JAC), seguido de 27% com a PCH Mosquitão (MOS), 23% com o EIBH, 16% com a PCH Tamboril (TAM), e o menor 12% com a PCH Piranhas.

A PCH Piranhas (PIR) e a PCH Tamboril (TAM) apresentaram índices de similaridades menores que 20%. O maior índice de similaridade demonstrado pela PCH Piranhas foi de 15% com as PCHs Jacaré (JAC) e Tamboril (TAM), já a PCH Tamboril (TAM) apresentou o seu maior índice de similaridade (19%) com o EIBH.

6. DISCUSSÃO

A. Uso do solo

Estudos de vulnerabilidade são importantes para sustentabilidade e preservação da qualidade ambiental, uma vez que abordam o grau de erodibilidade da bacia. Permite avaliar as condições de risco da área estudada em relação ao planejamento de uso do solo (AMARAL, DUTRA, MAYCON, 2016), possibilitando ao gestor ambiental promover ações preventivas, evitando problemas futuros como o assoreamento dos rios e reservatórios, contaminação dos recursos hídricos, recuo da margem, erosões como sulcos, calhas, voçorocas e ravinas.

Os mapas de 2002, 2006 e 2018 demonstram uma elevada diminuição nas áreas de nascente próximo a Caiapônia, região com “forte” grau de vulnerabilidade a erosão, assim como no médio Caiapó, na divisa de Arenópolis e Iporá, local onde foram instaladas as PCHs Mosquitão e Jacaré.

Houve retirada de áreas florestais e de Cerrado e matas ciliares remanescentes da vegetação natural as margens do rio Bonito, nas proximidades na PCH Tamboril e Rênic, e na divisa de Arenópolis com Palestina de Goiás.

Na região noroeste da bacia a vulnerabilidade do meio físico classificado como “muito forte”, demonstrou um impacto elevado sobre a área de floresta, região na qual está instalada a PCH Piranhas.

Da comparação dos mapas fica nítida a diminuição de áreas de floresta e mata ciliar nas proximidades das regiões das PCHs, contradizendo a ideia de baixo impacto da ANEEL e alertando para o risco da instalação de várias PCHs em série numa mesma bacia.

B. Diversidade

A compilação dos dados de ictiofauna coletados na bacia do rio Caiapó possibilitou identificar 186 espécies, as ordens mais representativas foram 55,6% de Characiformes com 104 espécies; 28,3% de Siluriformes com 53 espécies; 6,9% de Perciformes com 13 espécies; 5,3% de Gymnotiformes com 10 espécies; 1,6% de Acanthuriformes com 3 espécies; 1,06 % de Clupeiformes com 2 espécies e 0,5% de Beloniformes e Myliobatiformes com apenas 1 espécie de cada.

Na ordem Characiformes, Anostomatidae e Characidae foram as famílias com maior número de espécies capturados, 21. Serrasalminidae se destaca pela representatividade de 20 espécies capturadas, sendo os gêneros *Myleus* e *Serrasalmos* os mais representados. Com destaque para *Serrasalmos eigenmanni*, espécie considerada endêmica na bacia Araguaia-Tocantins, coletada em dois trabalhos MOS-BIO e SAN-CTE. (RIBEIRO et al., 1995 apud MELO et. al., 2007)

Na ordem Siluriformes, a família Loricariidae representou 17 espécies identificadas. Com destaque para a ocorrência de *Hypostomus plecostomus* em 08 estudos, *Squaliforme emarginata* e *Panaque nigrolineatus* em 06 estudos e *Hypostomus pyrineus* coletado apenas na PCH Piranhas, a única instalada no rio Piranhas.

A bacia Tocantins-Araguaia, tem a família Characidae com maior riqueza tanto nas cabeceiras, 18 espécies na bacia Tocantins e 16 no Araguaia, quanto na planície 36 espécies de peixes. Na ordem Siluriformes, Loricariidae constitui uma das famílias mais numerosas de peixes dessa ordem, sendo as espécies de *Panaque nigrolineatus*, *Hypostomus plecostomus* e *Squaliforme emarginata* comuns às cabeceiras das bacias do Araguaia-Tocantins. (ARAÚJO, 2012)

No estudo sistematizado realizado em 12 lagos na planície de inundação, no curso médio-Araguaia, situado a montante da Ilha do Bananal, foi identificado 92 espécies de peixes, em que 83,1% da captura total foi da ordem Characiformes (56 espécies em 10 famílias), 11,4% da ordem Siluriformes (20 espécies em 5 famílias), foram as espécies com maior abundância relativa e com a maior riqueza de espécies seguida de 1,8% da ordem Perciformes (20 espécies em 5 famílias), 1,8% da ordem Cupleiformes (4 espécies em 2 famílias), 1,8% da ordem Osteoglossiformes (uma espécie), e 0,1% da ordem Gimnotiformes (três espécies em duas famílias (TEJERINA-GARRO et. al., 1998).

No estudo da diversidade biológica da comunidade de peixes no baixo rio das Mortes, no estado do Mato Grosso, afluente mais importante da margem esquerda do rio Araguaia, capturou 72 espécies, sendo as ordens mais representativas Characiformes representada pela família Characidae e Siluriformes representada pela família Loricariidae (MELO et. al., 2007).

C. Diversidade x Similaridade x Metodologia

Cabe ressaltar que os dados obtidos dos 19 estudos não seguiram padrão metodológico, adotando diferentes técnicas amostrais com períodos de coletas aleatórios, número de

pontos amostrais variáveis, esforço amostral não explícito. No entanto, o presente estudo agrupou e comparou o índice de similaridade das assembleias coletada e plenamente identificadas na bacia do rio Caiapó.

Do total de 186 espécies identificadas, 22 espécies tiveram sua representatividade maior que 50 %, *Leporinus friderici* (90%), *Leporinus affinis* (50%); *Salminus hilarii* (60%); *Astyanax bimaculatus* (70%), *Galeocharax gulo* (60%), *Galeocharax knerii* (50%), *Tetragonopterus chalceus* (50%); *Serrasalmus rhombeus* (80%), *Myleus torquatus* (50%); *Rhaphiodon vulpinus* (60%), *Hydrolycus armatus* (50%); *Steindachnerina bimaculata* (50%); *Hoplias malabaricus* (90%); *Hemiodus unimaculatus* (60%); *Prochilodus nigricans* (70%); *Auchenipterus nuchalis* (50%); *Pimelodus ornatus* (70%), *Hemisorubim platyrhynchos* (50%); *Sorubim lima* (50%); *Hypostomus plecostomus* (80%), *Panaque nigrolineatus* (60%), *Squaliforma emarginata* (60%).

Por outro lado as espécies *Pellona castelnaeana* e *Pristigaster cayana*, da ordem Clupeiformes, juntamente com as espécies *Ageneiosus inermis*, *Ageneiosus ucayalensis*, *Centromochlus perugiae*; *Bunocephalus coracoideus*; *Cetopsis candiru*, *Cetopsis coecutiens*; *Hassar wilderi*, *Nemadora leporinus*, *Rhinodoras boenhlkei*, *Rhinodoras dorbignyi*; *Parialius armillatus*; *Pinirampus pirinampu*, *Lasiancistrus schomburgkii*, *Hypostomus faveolus*, *Hypostomus gymnorhynchus*, *Hypostomus ventromaculatus*, *Peckoltia oligospila*, *Pterygoplichthys joselimaianus*, *Sturisoma rostratum*; *Pseudostegophilus nemurus* da ordem Siluriformes; *Australoheros facetus* e *Geophagus altifrons*, da ordem Perciformes; *Pachyurus schomburgkii*, *Pachyurus junki* e *Pachyurus fourcroyi*, da ordem Acanthuriformes; *Stermarchorhynchus curvirostris* e *Eignmannia virescens*, da ordem Gymnotiformes; *Pseudotylosurus micros*, da ordem Belontiidae e *Potamotrygon motora*, da ordem Myliobatiformes foram capturados apenas no MOS - A.

Destaca-se o fato da PCH MOS ter sido a primeira PCH instalado no rio Caiapó, a qual apresentou relatório em 2006 referente ao período preenchimento que tiveram duas coletas na enseada com 15 pontos amostrais, sendo que nos outros anos 2007, 2008, 2009, 2010 e 2011 foram realizadas quatro campanhas de coletas anuais, com pontos amostrais variando entre 15 a 455. Os relatórios de 2015, 2016, 2017 e 2018 realizaram duas campanhas anuais, com seis pontos amostrais.

Importante ressaltar que foram obtidos 10 relatórios de estudo ambiental da PCH MOS, sendo seis da MOS - A e quatro da MOS - B. Isso possivelmente justifica a disparidade da riqueza de espécies encontrada.

A maior índice de similaridade encontrada entre as PCHs Santo Antônio e Jacaré, pode ser explicada pela proximidade das duas PCHs, pois PCH Jacaré é a primeira PCH a jusante da PCH Santo Antônio no rio Caiapó.

A diferença encontrada na riqueza de espécies das duas PCHs instaladas no rio Bonito, entre o RAS da PCH Tamboril e a PCH Rênic, pode ser justificado pela esforço amostral e pelas técnicas utilizadas, a PCH Tamboril efetuou uma campanha apenas com três pontos amostrais, enquanto a RÊNIC efetuou duas campanhas com cinco pontos amostrais.

As espécies *Astyanax eigenmanniorum*, *Prochilodus lineatus*, *Australoheros facetus*, *Apareiodon piracicabae*, *Imparfinis schubart*, *Pseudopimelodus mangurus*, *Hypostomus regani*, *Rineloricaria latirostris*, *Paravandellia oxyptera* provavelmente foram identificados equivocadamente por se tratar de espécies descritas na bacia do Paraná. Assim como as espécies *Nemadoras leporinus*, *Pseudostegophilus haemomyzon* e *Apteronotus albifrons* encontradas no rio Orinoco, na Venezuela; *Bryconamericus scleroparius* e *Sternarchorhynchus curvirostris* encontrado no Equador e *Bryconops melanurus* encontrado no riacho costeiro da Guiana, pelo FishBase (FROESE; PAULY, 2019).

D. Espécies migratórias

Mais de 15% da fauna de peixes neotropicais é composta por espécies migratórias, sendo quase todos os Characiformes e Siluriformes (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). Das 22 espécies com maior representatividade encontradas na bacia do rio Caiapó, 13 são peixes de hábito de vida migratório. Sendo nove pertencentes a ordem Characiformes: *Leporinus friderici* (90%), *Leporinus affinis* (50%); *Salminus hilarii* (60%), *Tetragonopterus chalceus* (50%); *Serrasalmus rhombeus* (80%), *Myleus torquatus* (50%), *Rhaphiodon vulpinus* (60%), *Hydrolycus armatus* (50%); *Prochilodus nigricans* (70%); e quatro pertencente a ordem Siluriformes: *Auchenipterus nuchalis* (50%); *Pimelodus ornatus* (70%), *Hemisorubim platyrhynchos* (50%); *Sorubim lima* (50%).

Os Characiformes preferem geralmente, cursos de águas rasos (menos de 80m), com moderada turbulência e fundo rochoso, com depósito de areia ou cascalho. A reprodução ocorre durante a cheia, com a elevação do nível do rio, maior turbidez da água (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). Os cardumes migratórios de Characiformes encontrados no rio Araguaia são *Prochilodus nigricans* (papa-terra), *Curimata* spp.

(branquinhas), *Semaprochilodus brama* (jaraqui), *Colossoma* sp. (caranha), *Brycon* spp. (Matrinchã) (TEJERINA-GARRO, et. al 2002).

Alguns Siluriformes desovam em águas mais lânticas, com fundo arenoso, têm ovos pequenos e numerosos, que são eliminados em áreas lóaticas de trechos mais altos da bacia, quando o nível do rio está elevado, num curto período de tempo, não dispensam cuidado parietal, o Jaú (*Zungaru zungaru*) e do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) são encontradas reproduzindo na calha do rio principal (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). As espécies de silurídeos migratórios encontradas na bacia do Araguaia são *Pseudoplatystoma fasciatum* (pintado), *Pinirampus pinirampu* (barbado) e *Ageneiosus* sp. (fidaldo), *Brachyplatystoma filamentosum* (filhote) (TEJERINA-GARRO, et. al 2002).

E. Potenciais impactos na bacia do rio Caiapó

O prognóstico para a bacia do rio Caiapó é negativo, a ictiofauna da bacia do rio Caiapó irá sofrer três grandes impactos após a instalação das PCHs em série, o primeiro grande impacto será a depleção dessa diversidade, provocado pela mudança de ambiente de lótico para lântico; o segundo grande impacto será as restrições causadas pelos barramentos nas migrações sazonais reprodutivas e de forrageamento; o terceiro impacto será o genético, a variabilidade genética é a base da plasticidade evolutiva de uma espécie e de adaptações a mudanças ambientais. Ou seja, perda da diversidade, interrupção de fluxos migratórios, comprometimento genético com agravante do efeito sinérgico (COSTA *et. al*, 2008).

Assoreamento dos reservatórios no rio Caiapó e Piranhas é provocado principalmente pelo descontrole no padrão de ocupação territorial nas cabeceiras, submetidos a processos de desmatamento e retirada da mata ciliar (BERMANN, 2007).

Ocasionalmente problemas de saúde pública (BERMANN, 2007) pelo aumento da incidência de malária, dengue, febre amarela, leishmaniose e outras doenças infecciosas (CAMASMIE, MIRAGLIA, 2018). A implantação de usinas hidrelétricas promove alterações ambientais no meio aquático (lótico para lântico) e no meio terrestre (retirada da cobertura vegetal) favorecendo a proliferação de espécies vetores como *Biomphalaria straminea*, na barragem de Peixe Angical - Tocantins (FERNANDEZ, et al. 2010) *Biomphalaria amazônica* na Usina de Manso, Estado de Mato Grosso (FERNANDEZ, et al 2014); flebotomíneos, no sistema hidrelétrico de Santo Antônio na Amazônia e na usina hidrelétrica de Aimorés na divisa de Minas Gerais com Espírito Santo (GALARDO, et al., 2015; BARATA, et al. 2012); anofelinos, planorbídeos e flebotomíneos nas usina hidrelétrica

de Rosal, Rio Itabapoana, Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro (REZENDE, *et al.* 2009); *Mansonia* e *Anopheles darlingi* no complexo hidrelétrico no rio Madeira, Amazônia Ocidental (CRUZ, *et al.* 2009); *Anopheles darlingi* na usina hidrelétrica de Serra da Mesa (MELANDRI, *et al.* 2015).

7. CONCLUSÕES

O objetivo do trabalho foi analisar e comparar os dados da ictiofauna dos EIA / RIMA das PCHs da Bacia Hidrográfica do Rio Caiapó, disponíveis pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás. A princípio conseguiu os EIA / RIMA das PCHs Mosquitão e Jacaré, RAS da PCH Tamboril, dados do monitoramento da ictiofauna preenchimento da PCH Mosquitão e Rênic, pós-enchimento das PCHs Mosquitão, Santo Antônio, Piranhas e Rênic.

Dos dados secundários obteve-se a relação de 186 espécies, em 110 gêneros e 36 famílias coletadas na bacia do rio Caiapó, num espaço temporal de 12 anos. As ordens mais representativas foram Characiformes com 104 espécies, representando 55,6%; Siluriformes com 53 espécies, 28,3%; Perciformes com 13 espécies, 6,9%; Gymnotiformes com 10 espécies, 5,3%.

Constatou-se que a metodologia adotada pelos Estudos: quantidade de pontos amostrais, coletas, duração da coleta e esforço amostral foram heterogêneos, o que dificulta análise comparativa de alguns parâmetros como índice de diversidade, abundância, variação da riqueza de espécies, espécies dominantes, espécies migratórias e espécies endêmicas.

O estabelecimento da criação de normas que exija estudos de determinadas variáveis na adoção dos parâmetros pode facilitar a Avaliação Ambiental, tornando-a mais clara e objetiva, assim como a constatação das alterações provocadas pela construção de UHEs (MAZZEI, MARANGONI, OLIVEIRA, 2018).

Torna-se essencial a determinação de um parâmetro norteador de esforço amostral com metodologias e técnicas adotadas nas coletas da ictiofauna, para que os estudos elaborados pelos empreendimentos sigam um padrão adequado, possibilitando o inventariamento da ictiofauna, a identificação das espécies de peixes endêmicas, espécies ameaçados de extinção e a mensuração do impacto antrópico. Cumprindo assim com o “Programa de inventariamento, monitoramento e salvamento da ictiofauna” previsto no EIBH do rio Caiapó.

A necessidade da utilização do mapa de vulnerabilidade do meio físico da bacia hidrográfica do rio Caiapó, para gerenciar os múltiplos usos da bacia, impedindo o desmatamento de áreas essenciais para a manutenção da qualidade hidrológica e vida útil

das PCHs, uma vez que, possui relação intrínseca entre o uso do solo e a manutenção da qualidade dos rios e da vida aquática.

A inclusão do setor da saúde na Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) (SILVEIRA, 2014), para que considere as influências dos impactos do meio ambiente associados a saúde pública, durante a implantação de empreendimentos hidrelétricos e monitoramento após o funcionamento. Com o objetivo de ampliar o olhar sobre a relação saúde-ambiente a partir dos processos de desenvolvimento econômico e social, visando minimizar os impactos sofridos pela população e promover projetos ecologicamente sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA- ANEEL. **Banco de Informações de Geração - BIG.** Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em 06 de novembro de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA- ANEEL. **PCHs do estado de Goiás: Eixo disponível.** Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/scg/Doc/Publicacao_PCH_GO_EixoDisponivel.pdf. Acesso em 12 de fevereiro de 2018.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. Os Reservatórios Brasileiros e sua Ictiofauna. In: **Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil.** 11-38. Ed. Universidade Estadual de Maringá: Eduem, Maringá. 501p. 2007.

AGOSTINHO, A. A.; MARQUES, E. E.; AGOSTINHO, C.S.; ALMEIDA; D. A.; OLIVEIRA, R.J.; MELO, J. R. B. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes? **Neotropical Ichthyology**, vol. 5, n. 2, p. 121-130, 2007.

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F.M. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 68, n.4 (Suppl.), p.1119-1132, 2008a.

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F.M. Fish-Passage Facilities as Ecological Traps in Large Neotropical Rivers. **Conservation Biology**, vol. 22, n. 1, p. 180-188, 2008b.

AMARAL, A.K.N.; DUTRA, M. L.; MAYCON, P.S. Uso de Geotecnologias para o mapeamento geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Caiapó – GO. **XI SINAGEO – Simpósio Nacional de Geomorfologia.** 2016. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/6/6-169-1528.html>. Acesso em 09 de maio de 2018.

AMBIENTAL CONSULTORIA ESTUDOS E PROJETOS. Relatório de Monitoramento da Ictiofauna fase pós-enchimento. **Programa de monitoramento da Ictiofauna da PCH Santo Antônio.** 2012.

AMBIENTAL CONSULTORIA ESTUDOS E PROJETOS. Relatório de Monitoramento da Ictiofauna fase pós-enchimento. **Programa de monitoramento da Ictiofauna da PCH Santo Antônio.** 2013.

AMBIENTAL CONSULTORIA ESTUDOS E PROJETOS. Relatório de Monitoramento da Ictiofauna fase pós-enchimento. **Programa de monitoramento da Ictiofauna da PCH Piranhas.** 5º Relatório. 2014.

ARAÚJO, N. B.; MELO, T. L.; TEJERINA-GARRO, F. L. Ictiofauna do Médio Rio Araguaia: Comparação entre a Calha Principal, o Rio Das Mortes e Lagos da Planície de Inundação. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Set. 2007, Caxambu – MG. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiiceb/pdf/1869.pdf>. Acesso em 15 de março de 2020.

ARAÚJO, NICELLY BRAUDES. **Riqueza Ictiofaunística e Aspectos Hidrogeomorfológicos de rios e riachos das regiões de Cabeceira e de Planície de Inundação da Bacia Tocantins-Araguaia, Brasil-Central**. Tese do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e de Saúde da Universidade de São Carlos. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/1760/4357.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 15 de março de 2020.

ARCIFA, Marlene Sofia; ESGUICERO, André Luiz Henriques. The fish fauna in the fish passage at the Ourinhos Dam, Paranapanema River. **Neotropical Ichthyology**. Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 715-722, Oct. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ni/v10n4/04.pdf>. Acesso em 15 de junho de 2019.

BARATA, R. A.; URSINE, R. L.; NUNES, F. P.; MORAIS, D. H.; ARAÚJO, H. S. **Synanthropy of mosquitoes and sand flies near the Aimorés hydroelectric power plant, Brazil**. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2012.00243.x>. Acessado em 02 de dez de 2018.

BERMANN, Célio. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**. São Paulo , v. 21, n. 59, p. 139-153, Apr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a10v2159.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2018.

BIOTA PROJETOS E CONSULTORIA AMBIENTAL. PCH Mosquitão. **Programa de Monitoramento do Canal do Peixe e Limnológico**. 2015.

BIOTA PROJETOS E CONSULTORIA AMBIENTAL. PCH Mosquitão. **Programa de Monitoramento do Canal do Peixe e Limnológico**. 2016.

BIOTA PROJETOS E CONSULTORIA AMBIENTAL. PCH Mosquitão. **Programa de Monitoramento do Canal do Peixe e Limnológico**. 2017.

BIOTA PROJETOS E CONSULTORIA AMBIENTAL. PCH Mosquitão. **Programa de Monitoramento do Canal do Peixe e Limnológico**. 2018.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente. **Lei Nº 6.938, 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em março de 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf. Acesso em março de 2019.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente. **Decreto Nº 99.274, de 6 de junho de 1990**. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274.htm. Acesso em março de 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 279, de 27 de junho de 2001**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=277>. Acesso em março de 2019.

BRASIL. Poder Legislativo Federal. **Lei nº 10.438 de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, n o 9.648, de 27 de maio de 1998, no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 5.655, de 20 de maio de 1971, no 5.899, de 5 de julho de 1973, no 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelink.php?numlink=1-98-24-2002-04-26-10438>. Acesso em março de 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Resolução Normativa nº 673, de 4 de agosto de 2015**. Estabelece os requisitos e procedimentos para a obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamento de potencial hidráulico com características de Pequena Central Hidrelétrica – PCH. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015673.pdf>. Acesso em março de 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Resolução Normativa nº 765, de 25 de abril de 2017**. Estabelece os requisitos e procedimentos para a obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamento de potencial hidráulico de 5.000 até 50.000 kW, sem características de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2017765.pdf>. Acesso em março de 2019.

BRAGA, Celso de Carvalho. **Análise espaço-temporal dos processos hidrossedimentológicos e sedimentação no reservatório da UHE Caçu.** Tese do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da UFG. 2017. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/8119>. Acesso em 22 de setembro de 2018.

BRAGA, Celso de Carvalho. **Distribuição Espacial e temporal de sólidos em suspensão nos afluentes e reservatório da Usina Barra dos Coqueiros – GO.** Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da UFG. 2012. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/354>. Acesso 20 de setembro de 2018.

CABRAL, J. B. P. Estudo do Processo de Assoreamento em Reservatório. **Caminhos de Geografia.** Revista *on line*, v. 6, nº 14, p. 62-69. 2005. Disponível em: www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html. Acesso em 20 de setembro de 2018.

CAMASMIE, K.A., MIRAGLIA, S. G. E. K. **Dengue incidence and associated costs in the periods before (2000-2008) and after (2009-2013) the construction of the hydroelectric power plants in Rondônia, Brazil.** Epidemiologia Serviço Saúde, Brasília, Vol. 27, nº2, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222018000200311&lng=en&nrm=iso&tlng=en. Acessado em 02 dez de 2018.

CEDRO, DIEGO ANTÔNIO BOTELHO DE. **Análise espacial das áreas úmidas da bacia do rio Caiapó, GO.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Estudos Sócio- Ambientais da Universidade Federal de Goiás. 2011. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/5727/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Diego%20Ant%C3%B4nio%20Botelho%20de%20Cedro%20-%202011.pdf>.

CENTRO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA (CTE). **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) PCH Santo Antônio.** 2009.

CENTRO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA (CTE). Relatório de Monitoramento da Ictiofauna fase pós-enchimento. **Programa de monitoramento da Ictiofauna da PCH Santo Antônio.** 2013.

COSTA, Marcio Candido; RIBEIRO, Rafael Silveira; SILVA, Roberto Leandro; TELLES, Mariana Pires de Campos; SILVA JÚNIOR, Nelson Jorge da. Diversidade ictiofaunística e compartimentação do rio Caiapó, Goiás, por usinas hidrelétricas. **Estudos**, Goiânia, v. 35, n. 11/12, p. 1023-1054, nov./dez. 2008.

CRUZ, R. M. B.; GIL, L. H. S.; SILVA, A. A.; ARAÚJO, M. S.; KATSURAGAWA, T. H. Mosquito abundance and behavior in the influence area of the hydroelectric complex on the Madeira River, Western Amazon, Brazil. **Transactions of The Royal Society of Tropical**

Medicine and Hygiene, vol. 103, Issue 11, p. 1174-1176, Nov 2009. Disponível em: <<https://academic.oup.com/trstmh/article-abstract/103/11/1174/1882120?redirectedFrom=fulltext>> Acessado em: 03 de dez de 2018.

DBO ENGENHARIA. **Relatório Ambiental Simplificado PCH Tamboril**. 2009.

FAUNA CONSULTORIA AMBIENTAL. **Programa de monitoramento da Fauna Terrestre e Aquática da PCH Rênic**. Relatório 1ª e 2ª Campanha. Fase pré-enchimento. 2011.

FAUNA CONSULTORIA AMBIENTAL. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) PCH Jacaré**. volumeS I e II. 2011.

FERNANDEZ, M. A.; MATTOS, A. C.; SILVA, E. F.; SANTOS, S. B.; THIENGO, S. C. **A malacological survey in the Manso Power Plant, State of Mato Grosso, Brazil: new records of freshwater snails, including transmitters of schistosomiasis and exotic species**. Revista Sociedade Brasileira Medicina Tropical, vol.47, n°4, Uberaba, July/Aug 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822014000400498&lng=en&nrm=iso&tlng=en> Acessado em: 02 de dez de 2018.

FERNANDEZ, M. A., THIENGO, S. C. **Susceptibility of *Biomphalaria straminea* from Peixe Angical dam, Tocantins, Brazil to infection with three strains of *Schistosoma mansoni***. Mem. Instituto Oswaldo Cruz, vol.105, n°4, Rio de Janeiro, July 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0074-02762010000400023&lng=en&nrm=iso&tlng=en> Acessado em: 03 de dez de 2018.

FERNANDEZ, M. A., SILVA, E. F., ESTEVES, R. A., THIENGO, S. C. **Snail transmitters of schistosomiasis and other mollusks of medical and economic importance at the *Simplicio Queda Única* Hydroelectric Plant, Southeast Brazil**. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. vol.51 n°5, Uberaba, Sept./Oct. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822018000500689&lng=en&nrm=iso&tlng=en> Acessado em 02 de dez de 2018.

FROESE, R. and D. Pauly. Editors. 2019. **FishBase. World Wide Web electronic publication version**. www.fishbase.org, (12/2019). Acessado em 18 de ago de 2019.

GALARDO, A. K. R.; GALARDO, C. D. ; SILVEIRA, G. A. ; RIBEIRO, K.A.N. ; HIJJAR, A. V. ; OLIVEIRA, L. L. ; SANTOS, T. V. **Phlebotominae sand flies (Diptera: Psychodidae): potential vectors of American cutaneous leishmaniasis agents in the area associated with the Santo Antônio Hydroelectric System in Western Amazonian Brazil**. Revista Sociedade Brasileira Medicina Tropical, vol.48, n°3. Uberaba, May/June 2015. Disponível

em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822015000300265&lng=en&nrm=iso&tlng=en> Acessado em: 02 de dez de 2018.

HILSDORF, Alexandre W.F. e MOREIRA, Renata G. Migração é um fenômeno biologicamente complexo. Esses movimentos ocorrem sazonalmente e são, normalmente, modulados por fatores ambientais, entre eles, a temperatura e o regime de chuvas. **Scientific American Brazil**. p. 76-80. Dezembro de 2008. Disponível em: <http://www.umc.br/artigoscientificos/art-cient-0089.pdf>. Acesso em 08 de jan de 2020.

KREBS, C.J. **Ecological Methodology**. 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p. 1999.

KUSMA, C. M.; FERREIRA, F. W. Mecanismo de transposição de peixes de pequena central hidrelétrica. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n1/a429cr1250.pdf>. Acesso em 04 de out de 2018.

LATINI, J. R.; PEDLOWSKI, M. A. Examinando as contradições em torno das Pequenas Centrais Hidrelétricas como fontes sustentáveis de energia no Brasil. **Revista Eletrônica SER / UFPR**, Edição Especial Nexo Água e Energia, Vol. 37, maio 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/42599>. Acessado em 07 de setembro de 2018.

MAZZEI, C.A.; MARANGONI, T.T.; OLIVEIRA, J.N. **Análise quantitativa dos estudos de impacto ambiental de hidroelétricas existentes no banco de dados do IBAMA e avaliação dos parâmetros hidrológicos utilizados**. Engenharia Sanitária e Ambiental v.23, nº 3, p. 425-429, maio/jun 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v23n3/1809-4457-esa-23-03-425.pdf>. Acessado em 20 de março de 2019.

MELO, T.L.; TEJERINA-GARRO, F.L.; MELO, C.E. Diversidade biológica da comunidade de peixes no baixo rio das Mortes, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 24(3): 657 - 665, 2007.

MELANDRI, V., ALENCAR, J., GUIMARÃES, A. E. The influence of the area of the *Serra da Mesa* Hydroelectric Plant, State of Goiás, on the frequency and diversity of anophelines (Diptera: Culicidae): a study on the effect of a reservoir. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** vol.48 nº.1 Uberaba Jan./Feb. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822015000100033&lang=pt> Acessado em 01 de Dez de 2018.

NATURAE PROJETOS E CONSULTORIAS AMBIENTAIS; CENTRO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA (CTE). **Estudo Integrado da Bacia Hidrográfica da Bacia do rio Caiapó**. 2006.

NATURAE PROJETOS E CONSULTORIAS AMBIENTAIS. PCH Mosquitão. **Programa de Conservação da Ictiofauna**. Fase I - Monitoramento Pré-Enchimento. 2006.

NATURAE PROJETOS E CONSULTORIAS AMBIENTAIS. PCH Mosquitão. **Programa de Monitoramento da Ictiofauna**. Fase Pós-enchimento do Reservatório - Ano I. 2007.

NATURAE PROJETOS E CONSULTORIAS AMBIENTAIS. PCH Mosquitão. **Programa de Monitoramento da Ictiofauna**. Fase Pós-enchimento – Etapa 2. 2008.

NATURAE PROJETOS E CONSULTORIAS AMBIENTAIS. PCH Mosquitão. **Programa de Monitoramento da Ictiofauna**. Fase Pós-enchimento – Etapa 3. 2009.

NATURAE PROJETOS E CONSULTORIAS AMBIENTAIS. PCH Mosquitão. **Programa de Monitoramento da Ictiofauna**. Fase Pós-enchimento do Reservatório – Etapa 4. 2010.

NATURAE PROJETOS E CONSULTORIAS AMBIENTAIS. PCH Mosquitão. **Programa de Monitoramento da Ictiofauna**. Fase Pós-enchimento do Reservatório – Etapa 5. 2011.

PIAGENTINI, P. M. FAVARETO, A. S. Instituições para regulação ambiental: o processo de licenciamento ambiental em quatro países produtores de hidreletricidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Sistema eletrônico de revista. UFPR, vol. 30. Julho de 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/33029>. Acessado em 08 de novembro de 2019.

PINHO, P., MAIA, R.; MONTERROSO, A. The quality of Portuguese Environmental Impact Studies: the case of small hydropower projects. **Environmental Impact Assessment Review**, v.27, p. 189-205. 2007.

PIRES, F. A. P.; FORMIGA, K. T. M.; O uso do estudo integrado de bacias hidrográficas – EIBH – como instrumento de gestão ambiental no Estado de Goiás. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2009. Disponível em <<https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=3&ID=110&SUMARIO=2342>> Acessado em abril de 2018.

RANGEL, T.F.L.V.B, DINIZ-FILHO, J.A.F AND BINI, L.M. **SAM: a comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology**. *Ecography*, 33:46-50. 2010.

REZENDE, H. R.; SESSA, P. A.; FERREIRA, A. L.; SANTOS, C. R.; LEITE, G. R.; FALQUETO, A. Efeitos da implantação da Usina Hidrelétrica de Rosal, Rio Itabapoana, Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, sobre anofelinos, planorbídeos e flebotomíneos. **Revista Sociedade Brasileira Medicina Tropical**, vol.42, nº2, Uberaba Mar./Apr. 2009. Disponível em:<

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822009000200013&lng=en&nrm=iso&tlng=en> Acessado em: 03 de dez de 2018.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. 2ª Edição. Ed. Oficina de Texto. São Paulo, 2013.

SANTOS, Ana Cláudia; GONÇALVES, Carla Cristina; CARVALHO, Fernando Rogério. Ichthyofauna of the “Cachoeira de São Roberto” and fishes of lower Preto River, upper Paraná River basin, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 17, n. 1, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bn/v17n1/1676-0611-bn-1676-0611-BN-2016-0196.pdf>. Acesso em 10 de abril de 2019.

SENSU AMBIENTAL MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. PCH Piranhas. **Programa de Monitoramento da Ictiofauna**. 1º Relatório semestral. 2012.

SENSU AMBIENTAL MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. PCH Piranhas. **Programa de Monitoramento da Ictiofauna**. 4º Relatório semestral. 2013.

SEVÁ FILHO, A. O. Estranhas catedrais: notas sobre o capital hidrelétrico, a natureza e a sociedade. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 60, nº 3, p. 44-50, 2008. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v60n3/a14v60n3.pdf>. Acesso em 07 de agosto de 2018.

SILVA JR., N.J. SILVA, H.L.R., COSTA, M.C., BUONONATO, M.A., TONIAL, M.L.S., RIBEIRO, R.S, MOREIRA, L.A.; PESSOA, A.M. Avaliação preliminar da fauna silvestre terrestre do vale do rio Caiapó, Goiás: Implicações para a conservação da biodiversidade regional. **Estudos**. 34(11/12):1057-1094. 2007.

SOUZA, D. F. **Interferência das construções sucessivas de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), sobre a ictiofauna do rio Sapucaí Mirim – SP, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociência, Universidade Estadual Paulista. 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/123124>. Acessado em 16 de agosto de 2018.

SOUZA, Fagner de; LEITÃO, Manoela Lelis de Carvalho; ROCHA, Bruna Gabriela Antunes; HIROKI, Kátia Aparecida Nunes; PELL, Afonso. Estrutura ictiofaunística do Rio Uberaba: a influência dos barramentos na dinâmica ecológica das comunidades de peixes. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 4, p. 87-93. 2016. Disponível em: <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>. Acesso em 14 de setembro de 2019.

TEJERINA-GARRO, F.L.; FORTIN, R.; RODRIGUEZ, M.A. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, **Amazon Basin**. *Environmental Biology of Fishes*, 51: 399-410. 1998. Disponível em

TEJERINA-GARRO, F.L.; FORTIN, R.; RODRIGUEZ, M.A. Caracterização da Ictiofauna e das Interações Peixe-Ambiente no Médio Araguaia, Bacia Amazônica. **Estudos Goiânia**, v. 29 (especial), p. 87-101, Out. 2002. Disponível em: https://www.academia.edu/26982242/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o_da_ictiofauna_e_das_intera%C3%A7%C3%B5es_peixe-ambiente_no_m%C3%A9dio_Araguaia_bacia_Amaz%C3%B4nica. Acessado em 20 de março de 2020.

TEIXEIRA, D. M. Os procedimentos do licenciamento ambiental. **Escola Superior do Ministério Público da União**, Brasília, DF, ano 9, n. 32/33, p. 37-69, jan./dez. 2010. Disponível em: <http://bibliotecadigital.mpf.mp.br/bdmpf/handle/11549/7867>. Acessado em 14 de setembro de 2019.

TOMASONI, M. A.; PINTO, J.E. DE S.; SILVA, H. P. DA. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. **Geo Textos**, Volume 5, n. 2. 2009. Disponível em: <https://rigs.ufba.br/index.php/geotextos/article/viewFile/3789/2766>. Acesso em 15 de out de 2018.

TOSETTO, Everton; MAKRAKIS, Maristela; MAKRAKIS, Sergio. Habitats de desova de peixes migradores em ecossistemas lóticos: caracterização abiótica. **Oceologi Australis**, v. 20, nº 1, p. 18-36. Abril de 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301625004_HABITATS_DE_DESOVA_DE_Peixes_MIGRADORES_EM_ECOSSISTEMAS_LOTICOS_CHARACTERIZACAO_ABIOTICA. Acessado em 08 de agosto de 2019.

VALERO, Enrique. Characterization of the Water Quality Status on a Stretch of River Lézé around a Small Hydroelectric Power Station. **Journal Water**, nº4, p. 815-834, outubro de 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/biolo/Downloads/water-04-00815.pdf>. Acesso em novembro de 2018.

ANEXOS

I. Dados da ictiofauna para a bacia do Rio Caiapó por empreendimento de coleta.

Táxon	Nome Comum	EIBH - A	MOS - A	MOS - B	REN - C	SAN - D	SAN - E	PIR - F	PIR - E	JAC - D	TAM - G	Status
CLASSE												
ELASMOBRANCHII												
Ordem Myliobatiformes												
Família Potamotrygonidae												
<i>Potamotrygon motoro</i>	Raia-olho-de-pavão		x									
CLASSE												
ACTINOPTERYGII												
Ordem Characiformes												
Família Anostomidae												
<i>Abramites hypselonotus</i>	Piau-pedra		x									
<i>Laemolyta fernandesi</i>	Piau										x	
<i>Laemolyta petiti</i>	Piau		x									MCD
<i>Laemolyta taeniata</i>	Piau-caneta						x			x		MCD
<i>Leporellus vittatus</i>	Piau-boca-de-flor		x	x						x		MCD
<i>Leporinus affinis</i>	Piau-flamengo	x	x	x	x					x		MCD
<i>Leporinus bistrriatus</i>	Piau-três-pintas			x								MCD
<i>Leporinus desmotes</i>	Piau-flamengo			x								MLD
<i>Leporinus friderici</i>	Piau	x	x	x	x	x	x	x		x	x	MLD
<i>Leporinus lacustris</i>	Piau-de-lagoa							x	x			
<i>Leporinus lebaili</i>	Piau		x		x							
<i>Megaleporinus macrocephalus</i>	Piauçu	x	x									MCD
<i>Leporinus maculatus</i>	Piau									x		MCD
<i>Leporinus microphlataumus</i>	Piau				x							MCD
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Piau-cabeça-gorda	x		x				x				MCD
<i>Leporinus taeniatus</i>	Canivete	x	x	x								
<i>Leporinus tigrinus</i>	Piau		x									MLD
<i>Megaleporinus trifasciatus</i>	Piau		x	x			x			x		MLD
<i>Leporinus unitaeniatus</i>	Piau			x								MCD
<i>Leporinus parae</i>	Piau										x	
<i>Schizodon vittatus</i>	Piau pororoca		x	x			x			x		
Família Bryconidae												
<i>Salminus hilarii</i>	Tubarana		x	x	x	x	x			x		MLD
<i>Brycon cephalus</i>	Matrinxã				x							MCD
<i>Brycon falcatus</i>	Matrinxã		x					x		x		
<i>Brycon gouldingi</i>	Piabanha		x				x			x		
<i>Brycon pesu</i>	Piabano		x							x		
Família Characidae												
<i>Astyanax orthodus</i>	Piabano		x									

Táxon	Nome Comum	EIBH - A	MOS - A	MOS - B	REN - C	SAN - D	SAN - E	PIR - F	PIR - E	JAC - D	TAM - G	Status
<i>Astyanax altiparanae</i>	Lambari			x	x							MCD
<i>Astyanax argyrimarginatus</i>	Lambari							x			x	
<i>Astyanax asuncionensis</i>	Lambari									x		
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Lambari	x	x		x		x	x	x	x		
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	Lambari				x							
<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari			x	x				x	x		MCD
<i>Bryconamericus stramineus</i>	Lambari		x									
<i>Bryconamericus scleroparius</i>	Sardina							x				
<i>Charax gibbosus</i>	Corcundinha		x		x							
<i>Charax leticiae</i>	Cacunda		x									
<i>Cynopotamus amazonus</i>	Cachorrinho	x	x								x	
<i>Exodon paradoxus</i>	Lambari		x							x		
<i>Galeocharax gulo</i>	Cachorrinho	x	x	x			x			x	x	
<i>Galeocharax humeralis</i>	Saicanga		x							x		
<i>Galeocharax knerii</i>	Peixe-cadela		x	x	x	x				x		
<i>Hemigrammus levis</i>	Lambari				x							
<i>Moenkhausia dichrourea</i>	Lambari		x									
<i>Moenkhausia lepidura</i>	Rabo-de-fogo		x	x						x		MCD
<i>Tetragonopterus argenteus</i>	Piaba			x			x			x		
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	Piaba / pataca	x	x		x			x	x			MCD
Família Serrasalminidae												
<i>Colossoma brachipomum</i>	Caranha	x	x									
<i>Colossoma macropomum</i>	Tambaqui-branco			x								MLD
<i>Myleus arnoldi</i>	Pacu		x				x			x		
<i>Myleus rubripinnis</i>	Pacu-branco			x						x		
<i>Myleus micans</i>	Pacu						x					
<i>Myleus setiger</i>	Pacu-dente-seco			x								
<i>Myleus torquatus</i>	Pacu	x	x		x		x			x		MCD
<i>Mylesinus paucisquamatus</i>	Pacu									x		
<i>Metynnis lippincottianus</i>	Pacu-marreca									x		
<i>Mylossoma duriventre</i>	Tambaqui		x	x								
<i>Pygocentrus nattereri</i>	Piranha-vermelha	x	x									MCD
<i>Piaractus brachypomus</i>	Tambaqui									x		MCD
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	Caranha		x							x		MCD
<i>Serrasalmus gibbus</i>	Piranha-roxa		x				x			x		
<i>Serrasalmus eigenmanni</i>	Piranha-branca			x		x						
<i>Serrasalmus elongatus</i>	Piranha		x	x								MCD
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Piranha-preta	x	x	x	x	x	x			x	x	MCD
<i>Serrasalmus maculatus</i>	Piranha-amarela			x	x		x			x		MCD
<i>Serrasalmus marginatus</i>	Piranha						x				x	
Família Triportheidae												

Táxon	Nome Comum	EIBH - A	MOS - A	MOS - B	REN - C	SAN - D	SAN - E	PIR - F	PIR - E	JAC - D	TAM - G	Status
<i>Triportheus albus</i>	Sardinha-papuda			x								MCD
<i>Triportheus angulatus</i>	Sardinha-papuda	x	x									MCD
<i>Triportheus auritus</i>	Sardinha		x									
<i>Triportheus trifurcatus</i>	Sardinha-papuda		x	x			x			x		MCD
<i>Triportheus elongatus</i>	Sardinha-falcão	x										MCD
Família Cynodontidae												
<i>Hydrolycus scomberoides</i>	Cachorra	x	x							x		MCD
<i>Hydrolycus armatus</i>	Cachorra		x	x			x	x		x		MLD
<i>Hydrolycus tatauaia</i>	Cachorra		x									MLD
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Cachorra-facão	x	x	x			x			x	x	MLD
Família Ctenoluciidae												
<i>Boulengerella cuvieri</i>	Bicudo		x	x								MLD
Família Gasteropelecidae												
<i>Gasteropelecus sternicla</i>	Peitudinha	x										
<i>Thoracocharax stellatus</i>	Machadinha		x									
Família Chilodontidae												
<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	Cabeça-dura		x	x								
Família Crenuchidae												
<i>Characidium zebra</i>	Piquira		x									
Família Curimatidae												
<i>Curimata acutirostris</i>	Branquinha		x			x						
<i>Curimata cyprinoides</i>	Branquinha		x									MLD
<i>Curimata inornata</i>	Branquinha		x	x								MLD
<i>Cyphocharax spilurus</i>	Branquinha		x									
<i>Psectrogaster amazonica</i>	Branquinha-cascuda		x									MLD
<i>Steindachnerina amazonica</i>	Branquinha		x								x	
<i>Steindachnerina bimaculata</i>	Branquinha					x	x	x	x	x		
<i>Steindachnerina elegans</i>	Branquinha		x									
<i>Steindachnerina insculpta</i>	Branquinha		x									MCD
Família Erythrinidae												
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Família Iguanodectidae												
<i>Bryconops melanurus</i>	Vivi					x						
Família Hemiodontidae												
<i>Argonectes robertsi</i>	Uiarana		x									
<i>Bivibranchia fowleri</i>	Julilla		x									
<i>Hemiodus microlepis</i>	Piau-voador	x										
<i>Hemiodus ternetzi</i>	Piau			x		x						
<i>Hemiodus unimaculatus</i>	Piau-voador	x	x	x		x	x			x		
<i>Hemiodus amazonum</i>	Piau	x										
Família Parodontidae												

Táxon	Nome Comum	EIBH - A	MOS - A	MOS - B	REN - C	SAN - D	SAN - E	PIR - F	PIR - E	JAC - D	TAM - G	Status
<i>Apareiodon piracicabae</i>	Canivete				x							
<i>Parodon nasus</i>	Canivete									x		
<i>Parodon pongoensis</i>	Canivete									x		
Família Prochilodontidae												
<i>Prochilodus lineatus</i>	Papa-terra		x		x							MCD
<i>Prochilodus nigricans</i>	Papa-terra	x	x	x			x	x		x	x	MLD
<i>Semaprochilodus brama</i>	Jaraqui		x							x		MCD
Ordem Clupeiformes												
Família Pristigasteridae												
<i>Pellona castelnaeana</i>	Dourado / Apapá		x									MCD
<i>Pristigaster cayana</i>	Sardinha-de-água-doce		x									
Ordem Siluriformes												
Família Auchenipteridae												
<i>Ageneiosus dentatus</i>	Mandubé		x		x							
<i>Ageneiosus inermis</i>	Mandubé		x									
<i>Ageneiosus ucayalensis</i>	Mandubé		x									
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	Mandi-peruano	x	x	x		x				x		MLD
<i>Auchenipterus osteomystax</i>	Palmitinho		x				x					
<i>Centromochlus perugiae</i>	Barbudito		x									
Família Aspredinidae												
<i>Bunocephalus coracoideus</i>	Rabeca		x									
Família Cetopsidae												
<i>Cetopsis candiru</i>	Candirú		x									
<i>Cetopsis coecutiens</i>	Candirú-açu		x									
Família Doradidae												
<i>Hassar wilderi</i>	Mandi-serra		x									
<i>Nemadoras leporhinus</i>	Sierra-llanera		x									
<i>Oxydoras niger</i>	Abotoado	x	x				x			x		MLD
<i>Rhinodoras boehlkei</i>	Chala		x									
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	Abotoado		x									
Família Heptateridae												
<i>Imparfinis schubarti</i>	Lobó / Mandizinho				x							
<i>Pariolius armillatus</i>	Bagre		x									
<i>Pimelodella gracilis</i>	Mandizinho	x	x									
<i>Rhamdia quelen</i>	Lobó / Jundiá		x					x				MCD
Família Pimelodidae												
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	Jurupoca / Cachara	x	x	x			x			x		MLD
<i>Leiarius marmoratus</i>	Bagre-pintado	x										
<i>Megalonema platycephalum</i>	Barbado		x				x			x		
<i>Pimelodina flavipinnis</i>	Mandi-moela		x	x						x		
<i>Pimelodus blochii</i>	Mandi-pintado	x	x	x	x		x			x		MCD

Táxon	Nome Comum	EIBH - A	MOS - A	MOS - B	REN - C	SAN - D	SAN - E	PIR - F	PIR - E	JAC - D	TAM - G	Status
<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi-ferro		x			x	x					MCD
<i>Pimelodus ornatos</i>	Mandi		x	x		x	x	x		x	x	MCD
<i>Pimelodus speciosus</i>	Mandi			x								
<i>Pimelodus tetramerus</i>	Barbado		x	x						x		
<i>Pinirampus pinirampu</i>	Barbado		x									MCD
<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	Pacamá							x				
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Pintado / Surubim		x							x		MCD
<i>Sorubim lima</i>	Bico-de-pato	x	x	x	x					x		MCD
<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Peixe-lenha	x					x					MCD
<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	x	x				x			x		MLD
Família Loricariidae												
<i>Loricaria simillima</i>	Cascudo-viola	x	x									
<i>Loricaria cataphracta</i>	Açari / Cachimbo		x	x			x			x		
<i>Lasiancistrus schomburgkii</i>	Carachama		x									
<i>Hypostomus ancistroides</i>	Cascudo-de-ferro	x	x									
<i>Hypostomus faveolus</i>	Cascudo		x									
<i>Hypostomus emarginatus</i>	Acari-de-praia	x	x								x	
<i>Hypostomus gymnorhynchus</i>	Acari		x									
<i>Hypostomus plecostomus</i>	Cascudo	x	x	x			x	x	x	x	x	
<i>Hypostomus pyrineusi</i>	Cascudo							x				
<i>Hypostomus regani</i>	Cascudo-pintado				x							
<i>Hypostomus ventromaculatus</i>	Cascudo		x									
<i>Panaque nigrolineatus</i>	Acari-tigre	x	x	x			x			x	x	
<i>Peckoltia oligospila</i>			x									
<i>Rineloricaria latirostris</i>	Cascudo-viola				x							
<i>Pterygoplichthys joselimaianus</i>	Acari-bodó		x									
<i>Squaliforma emarginata</i>	Cascudo-chicote		x	x	x	x	x			x		
<i>Sturisoma rostratum</i>	Acari-roncador		x									
Família Trichomycteridae												
<i>Paravandellia oxyptera</i>	Candiru						x					
<i>Pseudostegophilus nemurus</i>	Bagre		x									
<i>Pseudostegophilus haemomyzon</i>	Bagre		x									
Ordem Perciformes												
Família Cichlidae												
<i>Cichlasoma araguaiense</i>	Cará							x				
<i>Cichlasoma paranaense</i>	Cará	x	x		x							
<i>Australoheros facetus</i>	Cará-camaleão		x									
<i>Cichla ocellaris</i>	Tucunaré							x				
<i>Cichla piquiti</i>	Tucunaré-azul							x				
<i>Crenicichla lugubris</i>	Joaninha	x			x							
<i>Geophagus altifrons</i>	Cará		x									

Táxon	Nome Comum	EIBH - A	MOS - A	MOS - B	REN - C	SAN - D	SAN - E	PIR - F	PIR - E	JAC - D	TAM - G	Status
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Acará-topete							x				
<i>Geophagus surinamensis</i>	Acará		x			x						
<i>Geophagus proximus</i>	Acará-tinga			x	x		x			x		
<i>Retroculus lapidifer</i>	Acará		x	x			x			x		
<i>Retroculus septentrionalis</i>	Cara-bicudo		x									
<i>Satanoperca acuticeps</i>	Acará						x					
Ordem Acanthuriformes												
Família Sciaenidae												
<i>Pachyurus schomburgkii</i>	Pescada-pintada		x									
<i>Pachyurus junki</i>	Pescada		x									
<i>Pachypops fourcroi</i>	Pescada-cabeça-dura		x									
Ordem Gymnotiformes												
Família Apterodontidae												
<i>Apterodontus albifrons</i>	Ituí-cavalo		x									
<i>Sternarchorhynchus curvirostris</i>	Anguila		x									
Família Electrophoridae												
<i>Electrophorus electricus</i>	Peixe-elétrico		x			x						
Família Gymnotidae												
<i>Gymnotus carapo</i>	Ituí		x		x			x		x		
Família Rhamphichthyidae												
<i>Rhamphichthys marmoratus</i>	Lampreia		x	x								
Família Sternopygidae												
<i>Archolaemus blax</i>	Tuvira		x			x						
<i>Eigenmannia limbata</i>	Tuvira									x		
<i>Eigenmannia trilineata</i>	Tuvira		x		x		x			x		
<i>Eigenmannia virescens</i>	Tuvira-amarela		x									
<i>Sternopygus macrurus</i>	Ituí / Tuvira	x	x	x								
Ordem Belontiiformes												
Família Belontiidae												
<i>Pseudotilosurus microps</i>	Peixe-agulha		x									
TOTAL	186	40	130	52	32	18	41	22	7	61	15	57

II. Matriz contigencial da metodologia na coleta dos estudos.

PCHs	Qtd. C.	P. A.	Per. Camp.	E. A.	R. E.	Comp. R. E.	M. R. E.	Tar.	R. Arras.	G.	P.	Pu.	Esp.	Pes. Ama.	Qtd. Esp.
EIBH Caipó 2006	2	7	1ª- 04 a 11/fev. /2006; 2ª- 16 a 23/maio/2006	180m ² /h	S	18m ²	Conjunto de 10 unidades, sendo 02 de cada malha (12, 20, 50, 60, 70 mm)	S	N	S	N	N	N	N	255
PCH MOS 2006	02 Ensecadeiras e 03 campanhas	15	Ensecadeiras em maio/2005 a abr./2006 e campanhas de set/2005 a Mar/2006	-	S	N	2 de malha 6 (30 mm); 3 de malha 8 (40 mm); 3 de malha 10 (50 mm); 3 de malha 12 (60 mm); 2 de malha 16 (80 mm)	S	N	N	N	N	N	N	2470
PCH MOS 2007	04	351	1ª - 26/03 a 04/04/2007; 2ª - 17/06 a 26/06/2007; 3ª - 31/08 a 11/09/2007; 4ª - 05/12 a 16/12/2007.	-	S	18m ²	Conjunto de rede de espera de 10 ou 20 unidades (malhas 12, 30, 40, 60 e 90 mm)	S	N	S	N	N	S	S	908
PCH MOS 2008	04	428	1ª- 05 a 16/jul./2008; 2ª- 19 a 30/set./2008; 3ª- 1ª a 12/nov./2008; 4ª- 25/jan. a 06/fev./2009.	-	S	18m ²	Conjunto de rede de espera de 10 ou 20 unidades (malhas 12, 30, 40, 60 e 90 mm)	S	N	S	N	N	S	S	1.629
PCH MOS 2009	04	446	1ª- 05 a 18/mar./2009; 2ª - 23/jun. a 04/jul./2009; 3ª- 13 a 25/out./2009; 4ª- 09 a 20/dez./2009.	-	S	18m ²	Conjunto de rede de espera de 10 ou 20 unidades (malhas 12, 30, 40, 60 e 90 mm)	S	N	S	N	N	S	S	1.014
PCH MOS 2010	04	455	1ª - 25/mar. a 06/abr./2010; 2ª- 12 a 24/jul. /2010; 3ª- 15 a 26/out./2010; 4ª- 06 a 19/dez./2010.	-	S	18m ²	Conjunto de rede de espera de 10 ou 20 unidades (malhas 12, 30, 40, 60 e 90 mm)	S	N	S	N	N	S	S	1.090
PCH MOS 2011	04	115	1ª - 14 a 27/mar./2011; 2ª - 06 a 18 /jun./2011; 3ª - 05 a 17/set./2011; 4ª - 28/nov. a 10/dez./2011.	360m ² / dia	S	18m ²	Conjunto de 20 redes de espera (malhas 12, 30, 40, 60 e 90 mm)	S	N	S	N	N	S	S	904

PCH MOS 2015	02	06	1ª - jun./2015; 2ª - out./2015;	-	S	10m	Conjunto de 14 redes de espera (malhas 2, 4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18 e 20 mm).	S	N	N	S	N	S	N	347
PCH MOS 2016	02	06	1ª - fev./2016; 2ª - jun./2016	-	S	10m	Conjunto de 14 redes de espera (malhas 2, 4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18 e 20 mm).	S	N	N	S	N	S	N	235
PCH MOS 2017	02	06	1ª - 29/ago. a 06/set./2017; 2ª - 20 a 29/nov./2017.	-	S	10m	Conjunto de 14 redes de espera (malhas 2, 4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18 e 20 mm).	S	N	N	S	N	S	N	301
PCH MOS 2018	02	06	1ª - 15 a 25/fev./2018; 2ª - 11 a 18/jun./2018.	-	S	10m	Conj. de 14 redes de espera (malhas 2, 4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18 e 20 mm).	S	N	N	S	N	S	N	172
PCH SAN 2009	01	04	27 a 30/ago./2009	180m ² /h	S	Não inf.	Conj. de 09 redes de espera (malhas 12, 15, 20, 25, 30, 40, 60 e 70mm).	Sim	N	N	S	S	N	N	86
PCH SAN 2012/2013	04	06	1ª - maio/2012; 2ª - set./2012. 3ª mar./2013 4ª out./2013	160m ² /48 h	S	20m ²	Conj. de 08 redes de espera (malhas 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50 e 60 mm).	S	S	N	S	S	N	N	612
PCH JAC 2014 e 2015	03	10	1ª - maio/ 2014; 2ª - out./ 2014; 3ª - mar./ 2015.	306h por ponto amostral	S	20m ² e 5m ²	Conjunto de 09 redes de espera com malhas (10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 e 80 mm)	S	S	N	S	N	S	S	1336
PCH PRN 2012	02	09	1ª - 05 a 11/ mar./ 2012; 2ª - 26 /jul. a 1ª/ago./ 2012;	144h/red e/dia	S	20m ²	Conj. de 06 redes de espera (malhas 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5 mm)	Sim	N	N	S	N	N	N	371
PCH PRN 2013	02	09	1ª - 18 a 23/ jan./ 2013; 2ª - 08 a 13/ jul./2013;	-	S	-	Conj. de redes de espera com malhas variando entre 20 e 60 mm.	S	S	N	N	N	N	N	285

PCH PRN 2014	01	06	Dez. de 2014.	160m ² /48	S	20m ²	Conjunto de 8 redes de espera com malhas (12, 15, 20, 25, 30, 40, 50 e 60 mm)	S	N	N	S	S	N	N	85
PCH REN 2011	02	05	1 ^a – 20 a 29 / abr./ 2011; 2 ^a – 13 a 22 / out./ 2011.	-	S	10m ²	Conjunto de 06 redes de espera (malhas 15, 25, 35, 50, 60, 70)	S	N	N	S	N	N	S	324
PCH TAM 2009	01	03	2009	-	N	-	-	-	S	N	N	N	N	S	137

Qtd. C. – Quantidade de campanhas; P. A. – Pontos Amostrais; Per. Camp. – Período de Campanhas; E. A. – Esforço Amostral; R. E. – Rede de Espera; Comp. R. E. – Comprimento Rede de Espera; M. R. E. – Malhas das Redes de Espera; Tar. – Tarrafa; G. – Armadilha tipo Gaiola; Pen. – Peneira; Pu. – puçá; Esp. – Espinhel; Pes. Ama. – Pesca amadora; Qtd. Esp. – Quantidade de Espécimes; N – Não; S – Sim.