



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

CAMPUS DE PALMAS

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

CAROLYNE RIBEIRO GOMES DIAS

**A AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE PESQUEIRA À
MONTANTE E À JUSANTE DA USINA HIDRELÉTRICA DE
TUCURUÍ, BACIA DO TOCANTINS-ARAGUAIA, BRASIL.**

Palmas/TO
2020

CAROLYNE RIBEIRO GOMES DIAS

**A AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE PESQUEIRA À
MONTANTE E À JUSANTE DA USINA HIDRELÉTRICA DE
TUCURUÍ, BACIA DO TOCANTINS-ARAGUAIA, BRASIL.**

Artigo foi avaliado e apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de Engenheira Ambiental e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Dr. Rose Mary Gondim Mendonça
Coorientador: Me. Adriano Prysthon Da Silva

Palmas/TO
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

D541 a Dias, Carolyne Ribeiro Gomes.

A AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE PESQUEIRA À MONTANTE E À JUSANTE DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUI, BACIA DO TOCANTINS-ARAGUAIA, BRASIL. / Carolyne Ribeiro Gomes Dias. – Palmas, TO, 2020.

37 f.

Artigo de Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2020.

Orientadora : Rose Mary Gondim Mendonça

Coorientador: Adriano Prysthon Da Silva

1. Pescadores Artesanais. 2. CPUE. 3. Dados Pesqueiros. 4. Continental. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

CAROLYNE RIBEIRO GOMES DIAS/ENGENHARIA AMBIENTAL

A AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE PESQUEIRA À MONTANTE E À JUSANTE DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ, BACIA DO TOCANTINS-ARAGUAIA, BRASIL.

Artigo foi avaliado e apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de Engenheira Ambiental e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rose Mary Gondim Mendonça - UFT

Me. Adriano Prysthon da Silva - EMBRAPA PESCA E AQUICULTURA

Prof. Dr. Moisés de Souza Arantes Neto - UFT

Palmas, 2020

Dedico este trabalho aos meus pais, Tatyane Rocha Gomes Dias e Jamil Ribeiro Dias, que sempre foram alicerce para meus passos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Jamil e Tatyane, por seus ensinamentos, suporte, amor e incentivo em todas as fases da minha vida e na formação do meu caráter, sem vocês eu não seria quem sou, e as minhas irmãs Caryne e Cristyne por serem minha alegria.

Expresso minha gratidão e amor a todos os meus familiares que estiveram direta e indiretamente envolvidos no processo da minha formação que culmina nesse trabalho, em especial aos meus tios Kleiryane Aguiar Costa e Durval Ribeiro da Silva Junior e minha prima Bárbara Aguiar Cortez, por terem sido minha segunda casa nos últimos anos.

Agradeço a minha orientadora Prof.^a Dr.^a Rose Mary Gondim Mendonça pelo apoio, incentivo e ensinamentos. Tenho imensa gratidão por todas as oportunidades e caminhos profissionais que me apresentou, assim como por tudo que me ensinou como ser humano, todas as suas lições estão guardadas em meu coração.

Sou grata ao meu Coorientador nesse trabalho e orientador de pesquisa dos últimos 4 anos M^c Adriano Prysthon da Silva, que me apresentou a área de trabalho pela qual me apaixonei e me transforma todos os dias na profissional e cidadã que desejo ser, obrigada por ser inspiração para o futuro que quero construir.

Aos meus amigos que me permitem ser eu e me fazem grata por viver nesse momento no tempo e lugar do espaço, cresço todos os dias com vocês, e aqui os represento em nome de Beatriz, Laiza, Lucas e Patrick, mas há muitos outros de vocês que moram em mim.

Agradeço ao Prof^o Dr. Moisés de Souza Arantes Neto por aceitar o convite para compor essa banca e colaborar com esse trabalho, e a Prof^a Dr^a Cristiane Vieira da Cunha por ter participado do artigo aqui apresentado.

Aos meus amigos e colegas de profissão de todo o país que tive honra de conhecer e aprender junto nos últimos anos toda a minha satisfação de fazer parte da classe que vocês compõem e que possamos nos encontrar diversas vezes em nossos caminhos profissionais.

Por fim agradeço as instituições UFT e EMBRAPA – Pesca e Aquicultura, que me permitiram trabalhar meu potencial para agregar na comunidade na qual estou inserida, assim como todos os seus servidores e colaboradores os quais me proporcionaram lições que levarei para o resto da vida.

EPIGRAFE

*“Sou muito pequena para fazer grandes coisas,
por isso quero ser grande nas coisas pequenas.”*

Clarice Freire

RESUMO

A bacia Tocantins-Araguaia é a segunda maior do Brasil e a mais extensa em área de drenagem totalmente situada em território brasileiro. Uma série histórica da produção pesqueira de mais de 30 anos da barragem hidroelétrica de Tucuruí, entre 1981 e 2016, no baixo Tocantins, em dez portos de desembarque (cinco a montante e cinco a jusante) foi analisada para comparar a produtividade e indicar sugestões para melhor planejamento de políticas públicas focadas nos recursos pesqueiros desta bacia. Depois de analisar mais de 16.000 dados de desembarque, CPUE (kg / dia) indicou-se que após um crescimento exponencial a montante nos primeiros 15 anos da barragem, houve uma tendência de declínio nos estoques de peixes até 2016, principalmente a montante. A biodiversidade da ictiofauna estava mais alta a jusante e o Mapará (*H. marginatus*) foi a principal espécie capturada. Conclui-se que a manutenção e acessibilidade pela sociedade de um programa de monitoramento de desembarques na região, bem como estudos de dinâmica populacional para melhor planejamento do esforço pesqueiro, é fundamental. Ressalta-se também que a educação ambiental deve ter como foco o envolvimento das comunidades pesqueiras, alertando os gestores públicos sobre a importância do conhecimento sobre a produtividade e que a tendência de declínio dos estoques a montante deve ser considerada na formulação ou incentivo de políticas voltadas ao desenvolvimento da pesca artesanal na bacia do Tocantins-Araguaia.

Palavras-chaves: pescadores artesanais, CPUE, dados pesqueiros, continental.

ABSTRACT

The Tocantins-Araguaia basin is the second largest in Brazil and the most extensive in the drainage area totally placed in Brazilian territory. A time series of fishery production of more than 30 years of Tucuruí Hydroelectric dam, between 1981 and 2016, in low Tocantins, in ten landing harbor (five upstream and five downstream) was analyzed to compare productivity and indicate suggestions for better planning and public policies focused on the fishery resources in this basin. After analyzing over 16,000 landing data, CPUE (kg / day) indicated that after an exponential growth upstream in the first 15 years of the dam, there was a decline trend in fish stocks up to 2016, mainly upstream. The biodiversity of the ichthyofauna was higher downstream and *Mapará H. marginatus* was the main species captured. It is concluded that the maintenance and accessibility by society of a program to monitoring landings in the region, as well as studies of population dynamics in order to better plan the fishing effort, is fundamental. It should also be emphasized that environmental education should focus on the involvement of fishing communities, alerting public managers about the importance of knowledge about productivity and that the decline trend of upstream stocks should be considered in the formulation or incentive of policies aimed at development of artisanal fisheries on Tocantins-Araguaia basin.

Key-words: artisanal fisheries, CPUE, fisheries data, inland

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Mapa esquemático das UHEs em operação, em processo de licenciamento planejadas para a Bacia Tocantins-Araguaia..... | 20 |
| Figura 2 - Exemplos de Rede de Emalhe, Caniço, Tarrafa e Espinhel em comunidades do Rio Araguaia, Tocantins (Prysthon, et al., 2021, no prelo. Imagens: Adriano Prysthon)..... | 22 |
| Figura 3 - Desenho Esquemático de Puça de Arrasto (Fonseca e De Souza, 2013) | 22 |
| Figura 4 - Desenhos esquemático Matapi (Sousa et al. 2014)..... | 23 |

CAPÍTULO 3

| | |
|--|----|
| Fig 1. : Location of landing ports and their respective municipalities downstream and upstream of Tucuruí UHE, Pará, Brazil | 30 |
| Fig. 2. : CPUE Variation between 1981 and 2015, upstream and downstream of Tucuruí UHE, Pará, Brazil. | 32 |
| Fig. 3. : CPUE oscillation and total production (kg) between 2006 and 2015, upstream and downstream of UHE Tucuruí, Pará, Brazil..... | 32 |
| Fig. 4. : Variation of the diversity of the ichthyofauna exploited by the fishing and downstream of the Tucuruí UHE, Pará, Brazil..... | 33 |
| Fig 5. : Main species captured downstream and upstream of Tucuruí UHE, Pará, Brazil..... | 33 |

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Produção pesqueira dos 16 maiores produtores mundiais no ano de 2018..... 19

CAPÍTULO 3

Table. 1 : References used for annual data of fishery production in the surroundings of UHE-Tucuruí, Pará, Brazil..... 30

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 1 | 13 |
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1. Objetivos | 14 |
| 1.1.1. Objetivo Geral | 14 |
| 1.1.2. Objetivos Específicos | 15 |
| 1.2. Estrutura do Estudo..... | 15 |
| 1.3. Referências Bibliográficas | 16 |
| CAPÍTULO 2..... | 18 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 18 |
| 2.1. Histórico da Pesca..... | 18 |
| 2.2. Representatividade da Pesca | 18 |
| 2.3. Bacia Tocantins-Araguaia..... | 20 |
| 2.4. Formação da Barragem | 21 |
| 2.5. Pesca Como Indicador Ambiental | 23 |
| 2.6. Referências Bibliográficas | 25 |
| CAPÍTULO 3 | 28 |
| I. INTRODUCTION..... | 28 |
| II. MATERIALS AND METHODS | 29 |
| Study area and data source..... | 29 |
| III. RESULTS AND DISCUSSION..... | 29 |
| IV. CONCLUSIONS | 33 |
| ACKNOWLEDGEMENTS | 34 |
| REFERENCES | 34 |
| ANEXO A – NORMA DA REVISTA (IJAERS)..... | 36 |

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial, a qualidade de vida dos cidadãos e a competitividade econômica dos países vem sendo intensamente influenciada pela demanda energética. Dentro de um mercado global e perante as crescentes preocupações com o meio ambiente, essa influência se destaca cada vez mais como decisiva (TOLMASQUIM et al., 2007). Uma matriz energética não dependente de combustíveis fósseis ou outros recursos não renováveis é cada vez mais relevante nesse cenário. O potencial hidrelétrico estimado na totalidade do território brasileiro atualmente é de aproximadamente 43 mil Megawatts (MW) (ELETROBRAS, 2018), tal fator faz com que haja altos investimentos nesse tipo de geração energética, tanto em UHEs (Usinas Hidrelétricas) quanto em PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas). Esse, porém, não se apresenta como um cenário novo, a primeira UHE construída no país foi a UHE - Marmelos no município de Juiz de Fora em Minas Gerais no rio Paraibuna e foi inaugurada no ano de 1889, desde então esses empreendimentos vêm se multiplicando em território nacional, em todas as principais bacias brasileiras, inclusive a Tocantins-Araguaia, a qual teve sua primeira usina inaugurada em 1984, a UHE - Tucuruí.

De acordo com a Agência Nacional de Águas – ANA (2009), a bacia Tocantins-Araguaia (segunda maior bacia hidrográfica brasileira) tem uma vazão retirada de 95 m³/s, o uso principal é para a irrigação com 57 m³/s (representando 60% do total), seguido por dessedentação animal (16 m³/s) e em terceiro lugar o consumo humano (13%). Essa bacia possui ainda o segundo maior potencial hidrelétrico instalado do país com 11.573 MW, representando 16% do total produzido no país. Nesse contexto a Usina Hidrelétrica de Tucuruí, com 8.365 MW, se apresenta como a maior em capacidade de geração totalmente nacional. Essa UHE interrompeu o fluxo natural do rio Tocantins, formando a montante um lago artificial de 2.875 km², com profundidade máxima de 75 m e média de 17,8 m, abrangendo áreas de 7 municípios do estado do Pará e criando um fluxo a jusante controlado pela produção da usina (ELETRONORTE, 1987).

A instalação e operação de uma barragem hidrelétrica causam significativos impactos ambientais, alterando processos ecológicos fundamentais para a manutenção da biodiversidade e dos estoques pesqueiros (AGOSTINHO et al., 2008; AGOSTINHO et al., 2007), produzindo um quantitativo significativo de gases do efeito estufa por meio do

desmatamento e a inundação da floresta remanescente (KAHN et al., 2014). Com a formação do reservatório estimou-se que cerca de 200 mil pessoas dependam da cadeia produtiva da pesca, sendo 70% exclusivamente da atividade de modo direto (AVIZ, 2006). A pesca artesanal, descrita por Pasquoto e Miguel (2004) como uma atividade de base familiar ou com a colaboração de mão de obra de grupos relacionados por parentesco ou vizinhança, desempenha na área de influencia da UHE Tucuruí um papel econômico e social importante nos municípios a montante e a jusante do lago (CINTRA, et al., 2007).

As características da pesca artesanal na região não são diferentes das do cenário Brasileiro ou da América Latina, que incluem uma alta diversidade de espécies e estratégias de pesca, baixo capital envolvido, intenso esforço de pesca, alta sazonalidade no número de pescadores ativos, baixo poder de barganha na comercialização e falta de infraestrutura para pescarias (SALAS, et al., 2007). Nesse sentido, a produção pesqueira é um indicador socioeconômico, bem como ambiental, com potencial a ser direcionado para subsidiar melhores políticas públicas focadas nessa cadeia produtiva.

É relevante lembrar que uma vez que o fechamento da barragem ocorreu na década de 1980, estudos feitos anteriormente indicam que produção pesqueira imediatamente seguinte da formação do reservatório da UHE Tucuruí cresceu cinco vezes em nove anos (1984-1992) de 472 Toneladas para 2.318 Toneladas, e nos 10 anos seguintes duplicou de 2.648 Ton (1991) para cerca de 5 mil Ton (JURAS, et al., 2004), demonstrando um processo inicial de estabilização. No entanto, é necessário considerar que o esforço de pesca empregado na região também cresceu significativamente com a formação do reservatório. De tal modo esse trabalho visa comparar a produtividade e a composição das capturas a montante e a jusante da UHE Tucuruí, indicando também sugestões para uma melhor gestão dos recursos pesqueiros e melhor planejamento para o desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva da pesca na região.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

O presente projeto visa avaliar a produtividade pesqueira continental em dois ambientes diferentes impactados a partir da construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí na Bacia Tocantins-Araguaia, a jusante e a montante do reservatório artificial formado.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Apresentar a produção pesqueira a montante e a jusante do reservatório da usina entre 1981 e 2016;
- Fazer uma comparativa da produção dos dois ambientes;
- Comparar a composição de captura dos dois ambientes;
- Indicar sugestões para a melhoria da gestão sustentável dos recursos pesqueiros da região.

1.2. Estrutura do Estudo

O trabalho está organizado em 3 capítulos correlacionados. O Capítulo 1, apresenta a contextualização do trabalho através da introdução do assunto e as especificações dos objetivos da pesquisa. O Capítulo 2, aborda as informações existentes sobre os conteúdos que compõem este trabalho, por meio da revisão bibliográfica. Já o artigo científico publicado está no Capítulo 3, e padronizado no formato de publicação requerida pela revista científica.

Os dados analisados neste manuscrito fazem parte do projeto "*Monitoramento e Gestão Participativa da Pesca Artesanal, como Instrumento de Desenvolvimento Sustentável em Comunidades da Região Amazônica (TO/PA/RR)- PROPESCA*", financiado pelo Fundo Amazônia/BNDES/Embrapa, e está cadastrado no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado-SISGEN (Lei nº 13.123/2015) com o número de registro A79139B.

No anexo deste trabalho está a norma de publicação da revista "International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)" de Qualis A2 na Área de Avaliação Interdisciplinar, com a periodicidade de publicação mensal, no qual o artigo apresentado foi publicado em no Vol-6, Issue-4, em Abril de 2019. (link de acesso: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195911/1/CNPASA-2019-ijaers.pdf>)

1.3. Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: **Eduem**, 2007. v.1, 501p.

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

AVIZ, J.S. A cadeia produtiva da pesca artesanal na área de influência da UHE Tucuruí, estado do Pará. **Dissertação engenheiro de pesca, UFRA**, Belém - PA, 2006. 75 p.

BRASIL, Agência Nacional de Águas (Brasil) Plano estratégico de Recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia: relatório síntese / **Agência Nacional de Águas**. -- Brasília: ANA; SPR, 2009. 256 p.: Il. ISBN 978-85-89629-55-3.

CET - Consórcio Engevix-Themag. UHE Tucuruí, plano de utilização do reservatório: A pesca nas áreas de influência e de jusante. Caracterização Preliminar. **Relatório TUC 10-26443-RE**. Brasília: Consórcio Engevix-Themag, 1989. 122p.

CINTRA, I.H.A.; JURAS A.A.; ANDRADE, J.A.C.; OGAWA, M. Caracterização dos desembarques pesqueiros na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, Belém - PA, 2007. v. 7, n. 1, p. 135 –15.

COLLART, O.D. Estudos de ecologia e controle ambiental na região do reservatório da UHE de Tucuruí; segmento produção de camarão no baixo Tocantins. **Relatório Setorial, ELN/CNPq/INPA**. 1986.

ELETROBRAS. **Potencial Hidrelétrico Brasileiro por Bacia** – Dezembro 2018 <<https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/geracao/sipot/Potencial%20Hidrel%C3%A9trico%20Brasileiro%20por%20Estado%20-%20Dezembro%202018.pdf>> Acesso em: 15 de Out de 2019.

ELETRONORTE. Livro sobre o meio ambiente na Usina Hidrelétrica de Tucuruí. **Departamento de Estudos e Efeitos Ambientais**, Brasília, 1987.

JURAS A.A.; CINTRA, I.H.A. & LUDOVINO, R.M.R. A pesca na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará. **Bol. Téc. Cient.** CEPNOR, Belém - PA, 2004. v. 4, n. 1, p. 77-88.

KAHN, J.R.; FREITAS, C.E. & PETRERE, M.Jr. False Shades of Green: The Case of Brazilian Amazonian Hydropower. **Energies** 2014. v. 7, no. 9: 6063-6082.

RIBEIRO, M.C.L.B.; PETRERE JR., M. & JURAS, A.A. Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia-Tocantins river basin, Brazil. **Regulated Rivers and Management**, 1995. v. 11, p. 325- 350.

SALAS, S.; CHUENPAGDEE, R.; SEJO, J. C.; CHARLES, A. 2007. Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. **Fisheries Research**, 2007. v. 87, n. 1, p. 5-16.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A; GORINI, R. 2007. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estudos – CEBRAP**. 2007. n. 79, p. 47-69.

CAPÍTULO 2

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Histórico da Pesca

A relação do homem com a sua ocupação historicamente é também uma relação com o meio no qual ele está inserido e de moldar tal a suas necessidades. Na antiguidade a produção de alimentos de toda uma população dependia de diversas formas de extrativismos, seja de vegetais ou de animais por meio da caça e a da pesca. Com o passar do tempo e o advento de novas tecnologias de domesticação e melhoramento das mais diversas espécies (ROLLA, 2010), as formas de se obter a proteína animal foram aos poucos sendo substituídas por produção em cativeiro e as atividades de extrativismo animal se tornaram em sua maioria atividades de lazer e cultural.

Para grupos populacionais nativos de diversos países englobando várias etnias a caça se tornou quase que exclusivamente cultural. Contudo, no Brasil, a pesca vai além deste contexto cultural e de lazer sendo uma atividade realizada em comunidades urbanizadas e não urbanizadas mesmo que tenha apresentado um declínio competitivo com pesca industrial (MEDEIROS et al., 1997); Trata-se de uma atividade regularizada como profissão com benefícios sociais no Brasil, aonde apresenta em sua modalidade marinha e continental. Essa atividade contribui para a economia de pequenos municípios no interior e segurança alimentar e nutricional dessas comunidades (HELLEBRANDT et al., 2014).

2.2. Representatividade da Pesca

Segundo FAO (2020) o Brasil apresenta forte representação na pesca continental em termos produtivos, posicionado em 13º no ranking mundial com 220 mil toneladas em 2018 representando 2% da produção entre os 25 maiores países (Tabela 1).

Dentro das subdivisões desta atividade a pesca continental é caracterizada por ser realizada em corpos hídricos em água doce e dentro das fronteiras físicas territoriais de um país. Isso inclui ambientes de lóticos, como rios e córregos, aos ambientes lênticos, sendo eles de formação natural (lagos e meandros temporários de rios), antrópica como a criação de reservatórios de abastecimento de água, muito comuns no nordeste (NOVAES, 2018) ou os reservatórios de usinas hidrelétricas presentes em todas as regiões do Brasil.

Tabela 1 - Produção pesqueira dos 25 maiores produtores mundiais no ano de 2018.

| País | Produção – 2018 – Mil Ton |
|--|----------------------------------|
| China | 1.96 |
| Índia | 1.70 |
| Bangladesh | 1.22 |
| Myanmar | 0.89 |
| Camboja | 0.54 |
| Indonésia | 0.51 |
| Uganda | 0.44 |
| Nigéria | 0.39 |
| Tanzânia | 0.31 |
| Rússia | 0.27 |
| Egito | 0.27 |
| Congo | 0.23 |
| Brasil | 0.22 |
| México | 0.22 |
| Malawi | 0.22 |
| Tailândia | 0.20 |
| Filipinas | 0.16 |
| Vietnam | 0.16 |
| Paquistão | 0.14 |
| Chade | 0.11 |
| Irã | 0.11 |
| Quênia | 0.10 |
| Moçambique | 0.10 |
| Mali | 0.09 |
| Gana | 0.09 |
| Total 25 Maiores Produtores | 10.64 |
| Total Mundial | 12.02 |
| Porcentagem dos 25 Maiores Produtores | 89% |

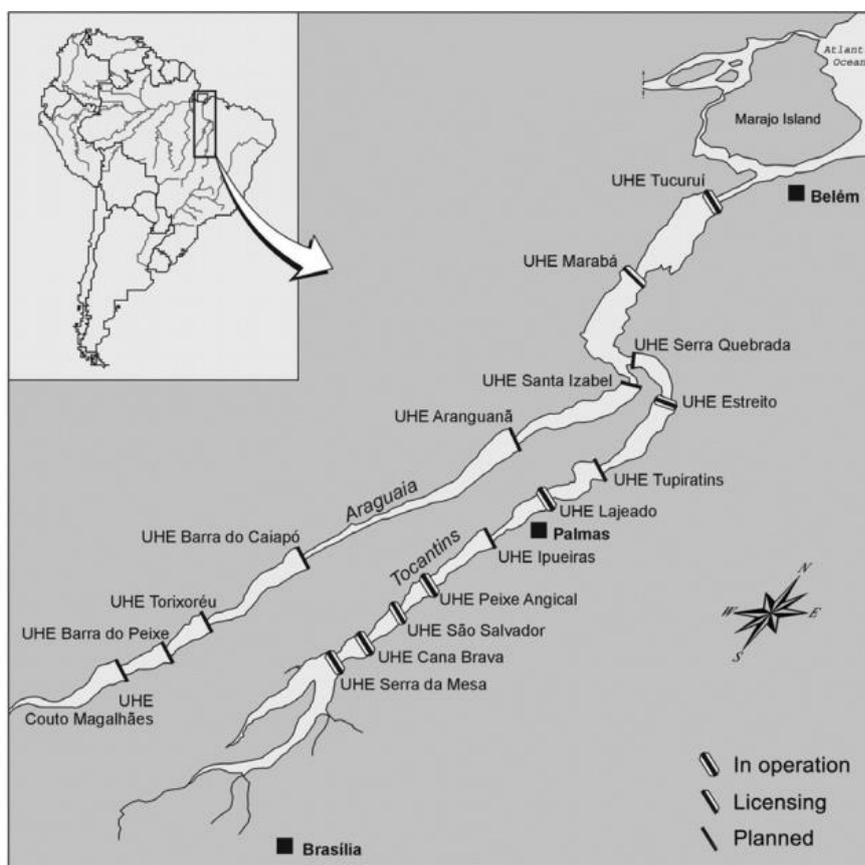
Fonte: Adaptado de FAO, 2020.

A produção pesqueira continental é caracterizada por se apresentar muito espacialmente fragmentada com diversos pontos de desembarque, o que dificulta o acompanhamento do desembarque pesqueiro (WELCOMME, 2011). De tal modo o monitoramento em ambientes limitados geograficamente como lagos e reservatórios propiciam dados de melhor qualidade.

Um percentual representativo da pesca continental é de natureza artesanal. Pasquotto e Miguel (2004) definiram pesca artesanal como sendo uma atividade de cunho familiar e de pequenos grupos geograficamente próximos ou laços de parentesco, se apresentando como um sistema complexo com diversas interações sociais e ecossistêmicas. A qual representa uma considerável contribuição no montante geral da produção pesqueira.

2.3. Bacia Tocantins-Araguaia

Um dos rios com maior número de barramentos para a produção de energia elétrica no norte do país é o rio Tocantins, que percorre os estados do Goiás, Tocantins, Maranhão e Pará. Em conjunto com o rio Araguaia, o rio Tocantins constitui a segunda maior bacia hidrográfica do Brasil e a mais extensa em termos de área de drenagem integralmente situada no território brasileiro (ANA, 2009). Essa bacia hidrográfica tem 7 (sete) Usinas Hidrelétricas (UHEs) em funcionamento, conta ainda com 9 (nove) planejadas e 1 (uma) em processo de licenciamento, como pode ser vista na figura 1 (OKAMA, 2017).



Fonte: AKAMA, 2017.

Figura 1 - Mapa esquemático das UHEs em operação, em processo de licenciamento e planejadas para a Bacia Tocantins-Araguaia.

A maior UHE da bacia está localizada 7,5 km a montante da cidade de Tucuruí no estado do Pará. Inaugurada em 1984 a Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHE Tucuruí) tem uma potência instalada de 8.370 MW. O reservatório formado ocupa um volume de aproximadamente 50,29 km³, com uma profundidade máxima de 75 m e média de 17,8 m, apresentando uma área de 2.875 km² e configurando a maior hidrelétrica totalmente brasileira em potencial de produção energética. (ELETRONORTE, 1989).

Em sua área de influência a UHE Tucuruí é um dos principais pontos de desembarques de pescado continental do país, tendo produzido no período de 2001 a 2006 uma média de 6.735.500 kg, valor que supera a produção total registrada de alguns estados brasileiros, como Roraima, Acre, Rondônia e Tocantins, no mesmo período (CINTRA et al., 2007). O papel da pesca na região não é apenas econômico, como também social. Sabe-se que indivíduos de todas as faixas etárias e gêneros praticam a atividade na região, como identificaram Silva e colaboradores (2014) na pesca do camarão a jusante da usina.

2.4. Formação da Barragem

Dentro do contexto os custos sociais do fechamento da barragem de Tucuruí na época foram desde o deslocamento de comunidades a ocorrência de aumento anormal de mosquitos da família *Mansonia* (FEARNSIDE, 1999).

A influência da barragem foi também fortemente presente na realidade produtiva de tais comunidades, apresentando externalidades negativas nos aspectos socioeconômicos e ambientais da área, causando o decaimento quali-quantitativo do pescado (SANTANA, 2014).

Mérona e colaboradores (2001) identificaram que os hábitos alimentares dos peixes presentes na região se alteraram após o fechamento da usina, sendo observada a jusante uma tendência de maior especialização que no período anterior ao fechamento da barragem. Comportamento semelhante também foi observado em espécies a montante com menor expressividade.

A diversidade do pescado capturado na área de influencia da UHE Tucuruí foi apresentada por Cintra e colaboradores (2007) identificando espécies de 11 (onze) famílias principais com interesse comercial, das quais se destacaram o mapará (*Hypophthalmus marginatus* Valenciennes, 1840), pescada-branca (*Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) e *Plagioscion auratus* (Castelnau, 1855)), tucunaré (*Cichla monoculus* Spix & Agassiz, 1831 e *Cichla sp.*), curimatá (*Prochilodus nigricans* Agassiz, 1829) a montante e o mapará (*Hypophthalmus marginatus* Valenciennes, 1840) a jusante.

Juras et. al. (2004) identificaram como principais apetrechos utilizados no reservatório a rede malhadeira (figura 2a), utilizada à deriva, fixa ou de bloqueio, a tarrafa (figura 2b), o caniço (figura 2c), o espinhel (figura 2d), o puça-de-arrasto (figura 3) e o matapi (figura 4).



2.a



2.b



2.c



2.d

Figura 2 - Exemplos de Rede de Emalhe, Caniço, Tarrafa e Espinhel em comunidades do Rio Araguaia, Tocantins (Prysthon, et al., 2021, no prelo. Imagens: Adriano Prysthon).

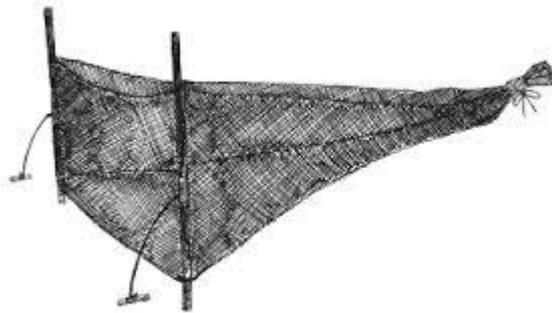


Figura 3 - Desenho Esquemático de Puça de Arrasto (Fonseca e De Souza, 2013).

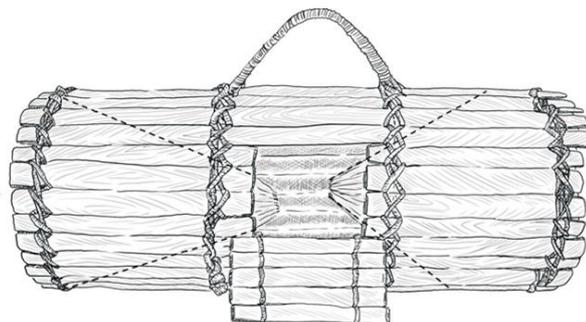


Figura 4 - Desenhos esquemático Matapi (Sousa et al. 2014).

Apontaram também 4 tipos diferentes de embarcações compondo a frota pesqueira da área, com objetivos específicos, o casquinho de propulsão com um suporte de até 200 kg de carga, a canoa de propulsão a remo com suporte de até 500 kg de carga (é chamada de rabeta quando há o uso de motor), barcos com motor de centro com propulsão de motores entre 6 e 18 HP e utilizada para pescas de duração entre 5 e 7 dias e por último os do tipo geleira que podem variar em capacidade de carga entre 5 a 8 toneladas utilizados em pescarias de 7 a 10 dias, tendo casquinhos ou canoas para o apoio na pesca.

2.5. Pesca como Indicador Ambiental

Magalhães Júnior (2007), destaca que indicadores Ambientais são modelos simplificados da realidade que apresentem a função de facilitar a compreensão de fenômenos, de aumentar a capacidade de comunicação de dados brutos e de adaptar as informações à linguagem e aos interesses locais dos tomadores de decisão.

Com isso em vista e sabendo que o uso de indicadores viabiliza a avaliação de um sistema complexo sem a necessidade da descrição completa de sua estrutura (FALCÃO. ET AL. 2017), pode-se assumir que os dados de produtividade pesqueira e diversidade de pescado de uma região podem servir como indicadores ambientais tanto quanto socioeconômicos, tal indicador viabiliza uma gestão socioambiental da área mais condizente possível com a capacidade suporte do ambiente bem como com as demandas da comunidade (DA SILVA, 2014).

Historicamente as políticas públicas focadas na gestão pesqueira brasileira são espaças e não embasadas na realidade local (HELLEBRANDT, 2012), uma vez que não há uma geração contínua e estruturada de dados da produção e da renda gerada pela mesma. Mesmo com indicativos da importância da atividade na renda dos elos atuantes na cadeia, tanto na região do baixo rio Tocantins (SILVANO ET. AL., 2009) quanto em outras localidades

(BIASSI ET. AL., 2018) os esforços da gestão pública no âmbito da pesca continental continuam se baseando em acordos de pesca (D'ALMEIDA, 2006; NOBRE & SCHIAVETTI, 2018) e portarias de restrição da atividade em épocas reprodutivas que podem até mesmo diferir dentro da mesma bacia por falta de alinhamento dos poderes estaduais ou até mesmo estudos indicativos com tempo considerável de análise da dinâmica das espécies.

2.6. Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Plano estratégico de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia: relatório síntese / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA; **SPR**, 2009. 256 p.: Il. ISBN 978-85-89629-55-3. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/planoderecursos/Tocantins-Araguaia.aspx>. Acessado em 13 de dezembro de 2019.
- AKAMA, A. Impacts of the hydroelectric power generation over the fish fauna of the Tocantins River, Brazil: Marabá Dam, the final blow. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 3, 2017.
- BIASSI, B. A.; BEHR, E. R.; DELLAZZANA, D. A. & AROCHA, N. M. (2018). Análise etnoictiológica da pesca artesanal nas bacias hidrográficas dos Rios Uruguai e Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 43(3), 358-372.
- CINTRA, I.H.A.; JURAS, A.A.; ANDRADE, J.A.C.; OGAWA, M. Caracterização dos desembarques pesqueiros na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, v.7, n.1, p.135-152, 2007. <https://periodicos.ufra.edu.br/index.php?journal=tjfas&page=issue&op=view&path%5B%5D=30>
- D'ALMEIDA, B. G. Os acordos de pesca na Amazônia: Uma perspectiva diferenciada de gestão das águas. **Encontro Preparatório do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito**, v. 15, 2006.
- DA SILVA, A. P. Pesca artesanal brasileira: aspectos conceituais, históricos, institucionais e prospectivos. Embrapa Pesca e Aquicultura-**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2014.
- DA SILVA, M. B. et al. Mulheres pescadoras de Camarão-da-Amazônia a Jusante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Amazônia, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 7, n. 2, p. 15-33, 2014.
- DE MÉRONA, B.; DOS SANTOS, G.M.; DE ALMEIDA, R.G. Short term effects of Tucuruí Dam (Amazonia, Brazil) on the trophic organization of fish communities. **Environmental Biology of Fishes**, v. 60, n. 4, p. 375-392, 2001.
- ELETRONORTE. 1989. Plano de utilização do reservatório: a pesca nas áreas de influência local e de jusante caracterização preliminar (TUC 10-26443-RE). **Centrais Elétricas do Norte do Brasil**, S/A, Brasília. 124p. (Relatório).
- FALCAO, M. G.; PICHLER, H. A.; FELIX, F. C.; SPACH, H. L.; BARRIL, M. E.; ARAUJO, K. C. B. D. & GODEFROID, R. S. (2017). A inctiofauna como indicador de qualidade ambiental em planícies de maré do complexo estuarino de Paranaguá, Brasil. **Cadernos da Escola de Saúde**, 1
- FAO. The state of world fisheries and aquaculture: Sustainability in action. Rome - 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229en> Acessado em: 19 de Nov. 2020
- FEARNSIDE, P.M. Social impacts of Brazil's Tucuruí dam. **Environmental Management**, v. 24, n. 4, p. 483-495, 1999.

FISCH, G. F.; JANUÁRIO, M.; SENNA, R. C. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): Climatologia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 20, p. 49–60, 1990.

FONSECA, A. F. & DE SOUZA, R. A. L. Caracterização Ecológica De Algumas Espécies Da Fauna Acompanhante Do Camarão Capturado Com Puçá De Arrasto Na Zona Estuarina Do Rio Taperaçu (Bragança-PA-Brasil). **Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, p. 33-47, 2013.

HELLEBRANDT, D.; ALLISON, E. H.; DELAPORTE, A. Segurança alimentar e pesca artesanal: análise crítica de iniciativas na América Latina. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 32, 2014.

HELLEBRANDT, L.; ABDALLAH, P. R.; HELLEBRANDT, D. Avaliação de políticas públicas aplicadas à pesca artesanal no Brasil. **ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS**, v. 6, 2012.

JURAS, A. A.; CINTRA, I. H. A. & LUDOVINO, R. M. R. (2004). A pesca na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará. **Bol. Téc. Cient. CEPNOR**, 4(1).

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: Realidade e perspectiva para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 2007. 686p.

MEDEIROS, R. P. et al. Diagnóstico sócio-econômico e cultural nas comunidades pesqueiras artesanais do litoral centro-norte do estado de Santa Catarina. **Notas Técnicas da FACIMAR**, v. 1, p. 33-42, 1997.

NOBRE, D. M. & SCHIAVETTI, A. (2018). Acordos de pesca, governança e conselho deliberativo de reserva extrativista: caso da RESEX de Cassurubá, Caravelas, Bahia, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 39(4), 445-455.

NOVAES, J. L. C. et al. Diagnóstico da pesca artesanal em um reservatório do semiárido brasileiro. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 1, p. 31-42, 2018.

PASQUOTTO, V. F.; MIGUEL, L. de A. Pesca Artesanal e Enfoque Sistêmico: uma atualização necessária. **Anais... Encontro da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção**, 6. SBSP, Aracaju, 2004

ROLLA, F. G. Ética Ambiental: principais perspectivas teóricas e a relação homem-natureza. Artigo do Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Jurídicas e Sociais), **Faculdade de Direito da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2010.

SANTANA, A. C. D.; BENTES, E. D. S.; HOMMA, A. K. O.; OLIVEIRA, F. D. A. & OLIVEIRA, C. M. D. (2014). Influência da barragem de Tucuruí no desempenho da pesca artesanal, estado do Pará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 52(2), 249-266.

SILVANO, R. A. M.; HALLWASS, G.; RIBEIRO, A. R.; HASENACK, H.; JURAS, A. A.; LOPES, P. F. M.; ... & ZUANON, J. A. S. (2009). Pesca, etnoictologia e ecologia de peixes em lagoas e igarapés do Baixo Rio Tocantins. In **Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica** (5.: 2009 jun. 22-24: Belém, PA).[Trabalhos apresentados][recurso eletrônico]. Belém: Aneel, 2009.

SOUSA, R. G. C.; FLORENTINO, A. C.; PIÑEYRO, J. I. G. Inovação de artefatos e caracterização da pesca do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) na comunidade São Sebastião da Brasília-Parintins/AM. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 4, n. 3, p. 83-87, 2014.

WELCOMME, R. L. An overview of global catch statistics for inland fish. **ICES Journal of Marine Science**, v. 68, n. 8, p. 1751-1756, 2011.

CAPÍTULO 3

O trabalho a seguir encontra-se no link:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195911/1/CNPASA-2019-ijaers.pdf>

The Fishing Productivity Assessment Upstream and Downstream of Tucuruí Hydroelectric Dam, Tocantins-Araguaia basin, Brazil

Adriano Prysthon¹, Cristiane Vieira da Cunha², Carlyne R. G. Dias³

¹Embrapa Fisheries and Aquaculture, Palmas-Tocantins-Brazil

²Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará-UNIFESPA, Marabá-Pará-Brazil

³Universidade Federal do Tocantins, Palmas -Tocantins-Brazil

Abstract— *The Tocantins-Araguaia basin is the second largest in Brazil and the most extensive in the drainage area totally placed in Brazilian territory. A time series of fishery production of more than 30 years of Tucuruí Hydroelectric dam, between 1981 and 2016, in low Tocantins, in ten landing harbor (five upstream and five downstream) was analyzed to compare productivity and indicate suggestions for better planning and public policies focused on the fishery resources in this basin. After analyzing over 16,000 landing data, CPUE (kg / day) indicated that after an exponential growth upstream in the first 15 years of the dam, there was a decline trend in fish stocks up to 2016, mainly upstream. The biodiversity of the ichthyofauna was higher downstream and *Mapará H. marginatus* was the main species captured. It is concluded that the maintenance and accessibility by society of a program to monitoring landings in the region, as well as studies of population dynamics in order to better plan the fishing effort, is fundamental. It should also be emphasized that environmental education should focus on the involvement of fishing communities, alerting public managers about the importance of knowledge about productivity and that the decline trend of upstream stocks should be considered in the formulation or incentive of policies aimed at development of artisanal fisheries on Tocantins-Araguaia basin.*

Keywords— *artisanal fisheries, CPUE, fisheries data, inland.*

I. INTRODUCTION

Since the Industrial Revolution, citizens' quality of life and the economic competitiveness of countries have been strongly influenced by the advent of electricity generation. Considering a global market and growing concerns about the environment, this influence stands out more and more as decisive. (Tolmasquim et al., 2007). The hydroelectric potential estimated in the Brazilian territory is about thousand MW (Eletrobras, 2017), and there are still heavy investments in this field, either in UHEs (Hydroelectric Dams) and / or Small Hydroelectric Plants (PCH). The first Brazilian UHE Marmelos-MG) has begun activity in 1889. Since then, they have been multiplying in national territory due to the great hydro potential. In the Tocantins -Araguaia basin, UHE - Tucuruí was the first to be built, inaugurated in 1984. According to

the National Water Agency-ANA (2009), the Tocantins-Araguaia basin (2nd largest Brazilian basin) requires a withdrawal flow of 95m³/s, the main use being irrigation, with 57 m³/s (60% of the total), followed by animal consumption (16 m³ / s) and, thirdly, human consumption (13%). This basin still has the second largest hydropower potential installed with 11,573 MW (16% of the country), Tucuruí (8,365 MW), the largest generation capacity of a national plan. The UHE-Tucuruí interrupted the natural flow of the Tocantins River, forming upstream an artificial lake of 2,875 km², with a maximum depth of 75 m and an average of 17.8 m, covering seven municipalities in the state of Pará (ELETRONORTE, 1987). The installation and operation of a hydroelectric dam provoke great environmental impacts altering the ecological processes fundamental for the maintenance of biodiversity and of the fishing stocks (Agostinho et

al., 2008; Agostinho et al., 2007), producing a significant amount of greenhouse gases by deforestation and flooding of the remaining forests (Kahn et al., 2014). Also, artisanal fishing in the area of influence of the

Tucuruí Hydroelectric Power Plant has high social and economic importance for the municipalities upstream and downstream of the dam (Cintra et al., 2007) and about 25 thousand fishermen are affiliated with surrounding colonies. With the formation of the lake, it is estimated that around 200 thousand people depend on the fishing productive chain, being 70%, exclusively in the fishing activity (Aviz, 2006). The characteristics of artisanal fishing in this region are not different from the Brazilian or Latin American scenario, which includes the diversity of species and catch strategies, low capital involved, intense labor, high seasonality in the number of active fishermen, low bargaining power in the commercialization and lack of infrastructure for fisheries (Salas, et al., 2007). In this sense, fishing productivity is a socioeconomic and environmental indicator aimed at subsidizing better public policies aimed at this productive chain. It should be remembered that the production of fish immediately after the formation of the UHE Tucuruí lake quintupled in nine years (1984-1992) from 472 T to 2,318 Tons and in the following ten years production doubled from 2,648T (1991) to about 5,000 Tons (Juras, et al., 2004), indicating an initial process of stability. However, it is necessary to consider the fishing effort employed in the region that increased significantly with the formation of the UHE lake. This work aims assess at comparing the productivity and the composition of the catch upstream and downstream of the Tucuruí UHE, also indicating suggestions for a better management of fishing resources and better planning for the sustainable development of the fishing productive chain in the region.

II. MATERIALS AND METHODS

Study area and data source.

We compiled fishing landing data from Tocantins-Araguaia Basin, more specifically in the area of influence of the Tucuruí UHE. This basin is the second largest in Brazil and the most extensive in a drainage area totally inserted in Brazilian territory (Figure 1). This basin is the scene of a dynamic process of socioeconomic development that is expected to intensify in the coming decades due to the national and international demands for commodities (BRASIL, 2009 ANA). In total, ten landing ports had sampled production data, grouped by region of landing, five upstream (Marabá, Itupiranga, Santa Rosa, Porto novo and

Km Onze) and five downstream (Tucuruí, Baião, Mocajuba, Limoeiro Ajuru and Cametá) of the dam (Figure 1), all located in the state of Pará. The fishing landing regions upstream of the UHE are within the limits of the Mosaic of Units of Conservation of the Lake of Tucuruí, created in 2002. The fishery production, by species or group of fish, was recorded monthly between 2005 and 2016. The data are part of the Fishing and Ichthyofauna Program of ELETRONORTE. Other past data, from different sources, were used in order to give more breadth and understanding to historical and productivity trends. However, only annual total volume data were available (Table 1). The data were from 1981, through the closure of the dam 1984 until 2005 (CINTRA et al., 2007, CET, 1989, INPA, 1986, Colart, 1986; Ribeiro et al., 1995, considering five municipalities upstream (Marabá, Jacundá, Itupiranga, Goianésia do Pará and Tucuruí) and five downstream (Tucuruí market, Baião, Mocajuba, Limoeiro do Ajuru and Cametá) (Juras, et al., 2004; Cintra et al., 2007). The main index of abundance used for productivity was Capture per Unit of Effort - CPUE (in kg/day), this being an important indicator and widely used for evaluations of fish stocks and for estimating trends and abundance of fisheries (Nicholas, et al., 2018). The productivity data between 1984 and 2001 were considered at upstream sites, since the cited literature reported only the increase the production after dam closure in 1984 (Juras, et al., 2004). Due to the fishing dynamics in the Tocantins Araguaia basin, whose fishing expeditions are limited to the autonomy and the carrying capacity of the vessels (Silva and Farias, 2017), an average fishing effort of 20 days per month was considered. For the analysis of the catch composition, only the period between 2005 and 2016 was considered, whose robustness of data per species is greater.

III. RESULTS AND DISCUSSION

We analyzed 16,107 CPUE data and catch composition between 2006 and 2015, while between 1981 and 2005 we analyzed only the total annual volume whose CPUE was estimated by dividing the total by 12 months and then by 20 days. Considering the grouping of landing regions, the exponential increase of CPUE upstream was evident in the first 15 years after the dam closure, with peaks in 1991 (11,000 kg/day) and 2003 (32,212 kg/day) (Figure 2). This increase was mainly due to the expansion of the fishing area and increase of primary productivity, with a direct effect on the food supply along the trophic fish chain (Juras et al., 2004). From 2004, CPUE showed a decreasing trend until 2015, from 24,500

to 16,700 kg/day, indicating a decline in productivity. According to Cintra et al. (2011), the perception of the artisanal fishermen of the Tucuuruí lake is that the stocks of fish of economic interest are in decline due to a series of factors like the disrespect to the closed season, lack of inspection and use of illegal gill nets. However, CPUE downstream, which was higher before the dam closure, at 4,950 kg/day (1981), declined until 1986 (770 kg/day). Between 1999 and 2004 there was a slow growth from 1,829 to 5,325 kg/day, when it fell again, stabilizing from 2006 onwards in the range of 4,000 kg/day (Figure 2). Although there is stability of the CPUE

downstream, we should consider that this fact can be a trap caused by the increase in the number of fishermen, which also increases the effort on fishing (Camargo & Petrere Jr 2004).

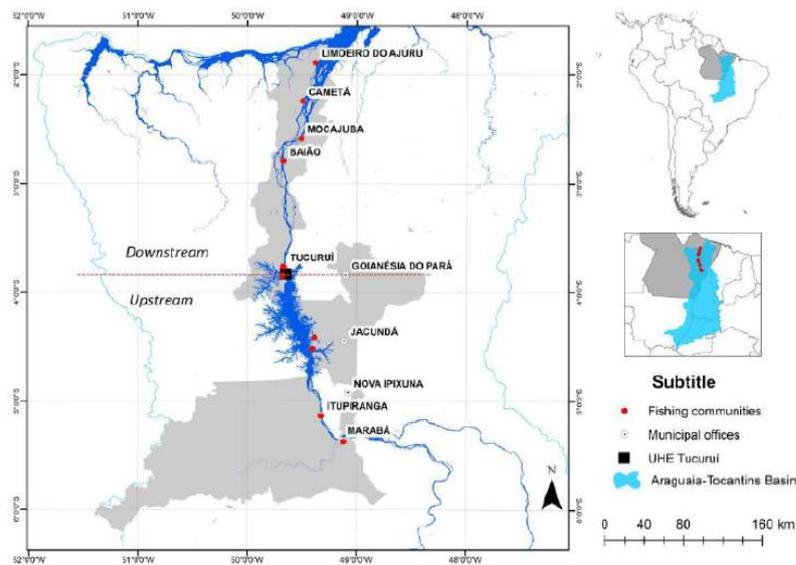


Fig 1. : Location of landing ports and their respective municipalities downstream and upstream of Tucuuruí UHE, Pará, Brazil

Table. 1 : References used for annual data of fishery production in the surroundings of UHE-Tucuuruí, Pará, Brazil.

| UHE position | Year | Data basis | Reference |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Downstream and Upstream | 2006 a 2015 | Total Cacth byr specie/month/harbour | <i>Eletronorte (This study)</i> |
| Downstream and Upstream | 2001 a 2005 | Annual Total Cacth | <i>Cintra et al, 2007</i> |
| Upstream | 1989 a 1992 | Annual Total Cacth | <i>Juras et al., 2004</i> |
| Upstream | 1981, 1986, 1987 e 1988 | Annual Total Cacth | <i>CET, 1989; Ribeiro et al.,1995</i> |
| Downstream | 1981 | Annual Total Cacth | <i>Collart, 1986.</i> |

Between 2006 and 2015, which is a more continuous period and it was possible to distinguish productivity in more detail, CPUEs both upstream and downstream are accompanied respectively by their total productions (Figure 3). However, the downward trend indicates a warning that the fishing effort is beyond what fish stocks support, in other words, overfishing. Camargo & Petrere Jr. (2004) already warned about the depletion of fishing in the region of Lake Tucuruí and indicated that fishery production would decline in 2001 and overfishing in 2005. This can be explained by a combination of factors such as (i) an increase in the number of fishermen and an easy access to fishing resources; (ii) the increase or permanence of the fishing effort employed in previous years whose production was exponential due to the formation of the reservoir; (iii) the non-implementation of the fishery management plan in the reservoir in the initial years and (iv) the gradual reduction of the length of the species captured during this period, which compromises the reproduction and recruitment of young fish. In the downstream region, CPUE and total production are on average 5 times lower than upstream (Figure 3), but with no indication of decline. It is important to emphasize that the downstream region is directly influenced by the alteration of the hydrological cycle by the river dam and the operational procedures of the UHE Tucuruí, which causes mortality of eggs, larvae and fingerlings, thus compromising the recruitment and replenishment of fish stocks (Juras et al., 2014). Another important issue regarding the sustainability of fishing in the region is the social role and representativeness of fishermen in the context of the productive chain in the UHE Tucuruí. Only in the upstream region is estimated in 2000 year, more than 2,600 fishermen registered in fishing Colonies and another countless non-associated contingente (Juras et al., 2004). In 2018, the Institute of Forestry and Biodiversity of the State of Pará (Ideflor-Bio), registered 4,769 fishermen, fish buyers and intermediaries using the fishery resources of Tucuruí lake. However, although artisanal fishing depends on collective social capital to promote the sustainability of fishery resources, it is well known that artisanal fisheries representations generally have a low degree of governance, especially in developing countries (Kosamu, 2015). Governance here is understood as shared decision-making between government, whether national and/or local, and other institutions interested in maintaining fishery and fisheries resources, which may include users of fishery resources, local communities, environmental organizations, non-governmental organizations (NGOs) and scientists (BOWN et al., 2012). The top-down policies of fisheries management, commonly observed in Brazil, need to be gradually redirected towards participatory management,

focusing on the rights and responsibilities of fishermen and their communities (Grafton, 2005). Upstream of the Tucuruí UHE, there are no fisheries agreement initiatives, which have been evaluated as an important tool for local governance for the maintenance of fishery resources (Castello 2007). However, downstream of the UHE, initiatives of fisheries agreements were initiated from 2001 (PDA, 2006), as well as initiatives of co-management of the fishing (Silvano et al., 2014). The measures taken downstream have contributed to a better representation of the fishermen in the decision-making processes with the public authority (Vilhena 2017), as well as an increase in the abundance of fish in managed lakes (Silvano et al., 2014). A total of 95 species were cataloged in this study, which corresponds to approximately one-third of the 300 species cataloged in the Tocantins - Araguaia Basin (Santos et al., 1984). For the composition of the catch, 85% of the catches (12,908 landings) were considered whose species were identified by scientific name. The remaining 15% were not identified because they were declared at the landing as "mix", "miscellaneous" or "others". It has been noted that downstream species diversity is on average 30% higher than upstream between 2006 and 2015, but in the last year of monitoring (2015) the number almost equals (Figure 4). This fact may have the following explanations: (i) the greater effort and volume captured upstream increases the chances of catchability and depletion of the species existing therein as already indicated in figure 3; (ii) there is no UHE downstream to the mouth of the Tocantins River, consequently during the flood season, a greater diversity of fish climbs the river to spawn, as the mouth of the Tocantins flows into the Guajará bay complex, river Pará, Guamá and the fluvial group of the Amazon river (Almeida, 2010) and (iii) downstream of the UHE there are initiatives for sustainable fisheries management through co-management and fisheries agreements, which has resulted in improved quality and quantity of fish at downstream (Silvano et al., 2014; Vilhena, 2017). It is worth noting that even with greater diversity downstream, the rapid lowering of water in the headwaters and marginal lagoons (caused by the dam) causes intense mortality of eggs, larvae and fingerlings (Juras et al., 2004). In addition, the dam interrupted the flow of migratory fish, which reproduced exclusively upstream of the flooded area, such as Curimatá (*Prochilodus nigricans*), which has a low production recorded after the dam closure (Mérona et al., 2010). As for the species, the 10 most caught in volume (kg), both downstream and upstream, together, accounted for more than 95% of the total. *Hypophthalmus marginatus*, regional called "mapará", was the most captured both upstream and downstream, representing 50 and 36% of the catches,

respectively (Figure 5). The mapará has great economic importance for fishing in the Amazon basin and Tocantins-Araguaia, its fast growth and high natural mortality (Cutrim and Batista, 2005). The second most caught fish was *Plagioscion squamosissimus* (Pescada branca), with 15% (downstream) and 30% (upstream) of the catches. The tucunarés (*Cichla* sp) appear as the third species most captured mainly upstream and is also captured with lines and hooks in specific places (Alves and Barthem, 2008), being also an important resource for sport fishing (Santos and Santos, 2005). The landings analyzed between 1992 and

1998 in Tucuruí and Marabá, the same tendency of our study was presented, being the mapará, pescada-branca and the tucunarés the most captured species (Camargo & Petrere Jr 2004). In the low Tocantins, the most abundant species recorded in landings of a temporal series were pescada-branca and mapará (Hallwass 2015). These data show that these species have still been subject to selective fish pressure, which is largely to serve the export market (Camargo & Petrere Jr, 2004). However, in the absence of proper management, the trend is for fishing to collapse.

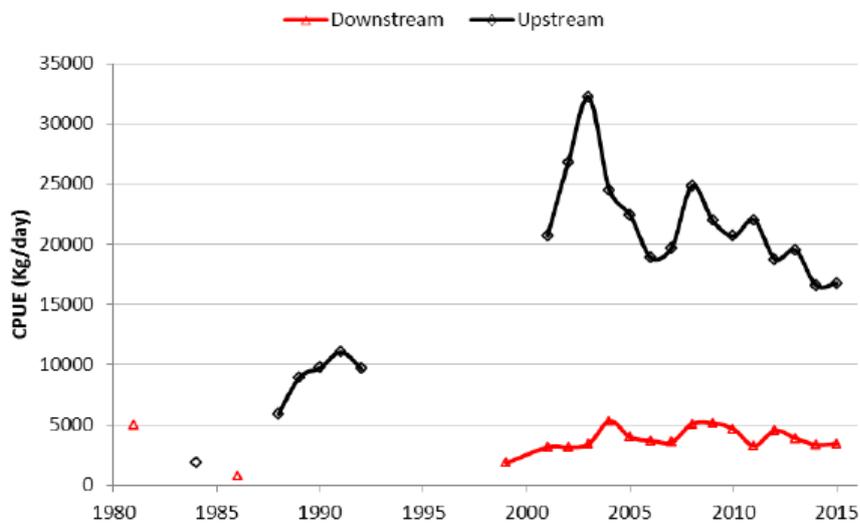


Fig. 2. : CPUE Variation between 1981 and 2015, upstream and downstream of Tucuruí UHE, Pará, Brazil.

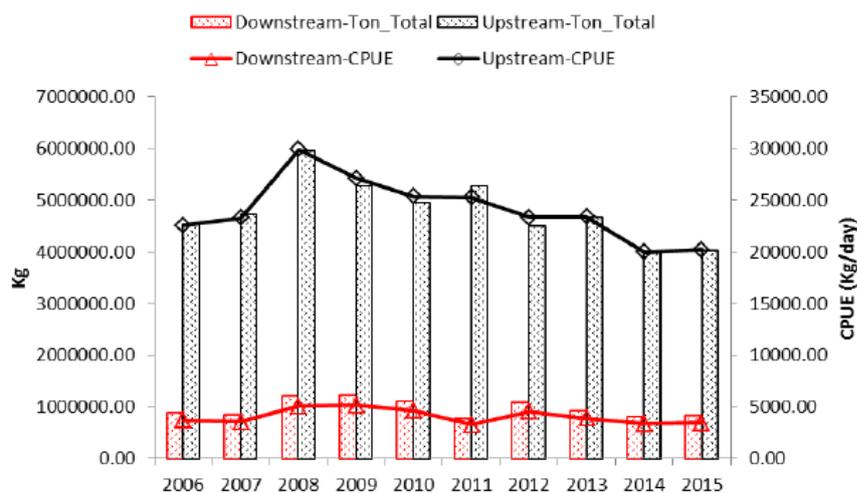


Fig. 3. : CPUE oscillation and total production (kg) between 2006 and 2015, upstream and downstream of UHE Tucuruí, Pará, Brazil.

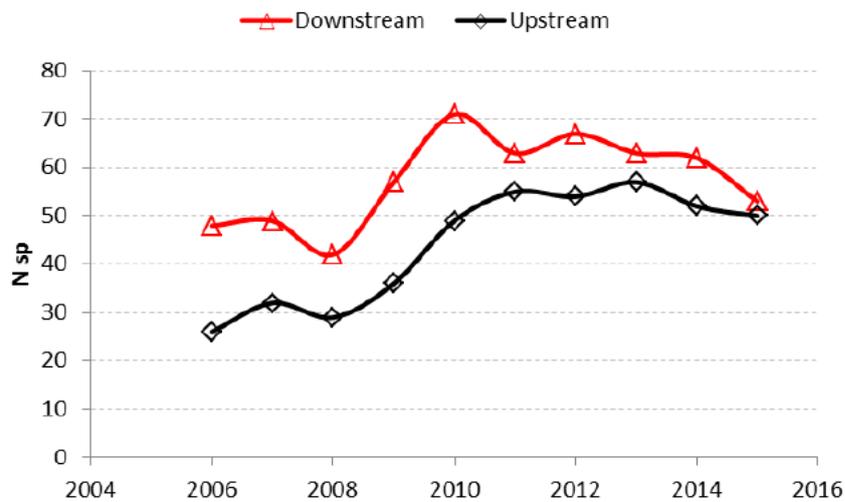


Fig. 4. : Variation of the diversity of the ichthyofauna exploited by the fishing and downstream of the Tucuruí UHE, Pará, Brazil.

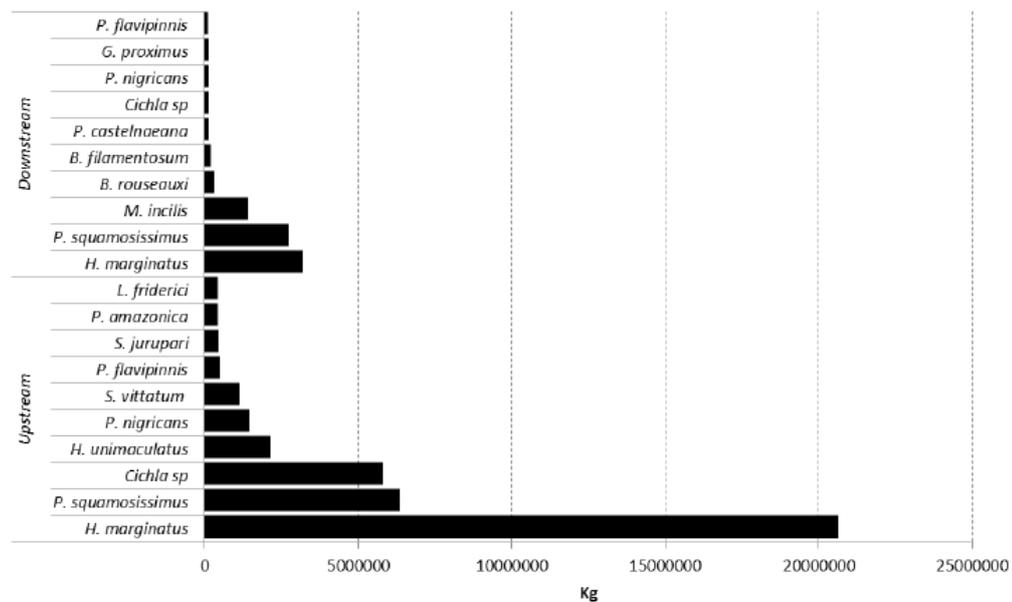


Fig 5. : Main species captured downstream and upstream of Tucuruí UHE, Pará, Brazil.

IV. CONCLUSIONS

After a historical analysis of some tendencies and the catch composition of artisanal fishing downstream and amount of Tucuruí UHE, we can consider:

✓ Maintaining a land monitoring program is essential, highlighting the effort and fish stocks, especially in the face of a declining trend between 2006 and 2015, and making this information available to society at all times;

✓ Studies on population dynamics are also importante to identify if the average size of the main species caught is being compatible with the fish effort employed, minimizing the effects of overfishing or stock collapse;

✓ Fishery management actions should not only consider total catch volumes but the effort employed in fisheries as well as number of users;

✓ Environmental education as a focus on community involvement, alerting public managers about the importance of knowledge about fishing

productivity in the Tocantins-Araguaia basin and promoting a broad and inclusive debate with society about the future of fisheries resources and;

✓ Finally, the upward trend of upstream stocks should be considered in the formulation or incentive of policies aimed at the sustainable development of artisanal fisheries.

ACKNOWLEDGEMENTS

Eletronorte Environmental Superintendence for the data availability.

REFERENCES

- [1] ALMEIDA, R. Amazônia, Pará e o mundo das águas do Baixo Tocantins. *Estudos avançados* [online]. 2010, vol.24, n.68 [cited 2019-03-12], pp.291-298.
- [2] AGOSTINHO, A. A., PELICICE, F. M., & GOMES, L. C. (2008). Dams and the fish fauna of the Neotropical region: Impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal Biology*, 68(4), 1119–1132.
- [3] AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: Eduem, 2007. v.1, 501p.
- [4] AVIZ, J. S. A cadeia produtiva da pesca artesanal na área de influência da UHE Tucuruí, estado do Pará. dissertação engenheiro de pesca, UFPA, Belém, 2006. 75 p.
- [5] BRASIL, 2009. Agência Nacional de Águas (Brasil) Planoestratégicode Recursos hídricos dabacia hidrográficados rios Tocantins e Araguaia : relatório síntese / Agência Nacional de Águas . - Brasília : ANA; SPR, 2009. 256 p.: Il. ISBN 978-85-89629- 55-3.
- [6] BOWN, N.K.; TIM, S.; GRAY, N.; SELINA, M.S. 2012. Co-management and adaptive comanagement: two modes of governance in a Honduran marine protected area. *Marine Policy*, 39:128–134.
- [7] CAMARGO, S.A.F. DE & PETRERE Jr, M., 2004. Análise de risco aplicada ao manejo precaucionário das pescarias artesanais na região do reservatório da UHE-Tucuruí (Pará, Brasil). *Acta Amazonica*, 34(3), p.473–485.
- [8] CAMPBELL, R.A. CPUE standardisation and the construction of indices of stock abundance in a spatially varying fishery using general linear models, *Fisheries Research*, Volume 70, Issues 2–3,2004,Pages 209-227,ISSN 0165-7836.
- [9] CASTELLO, J.P., 2007. Gestão sustentável dos recursos pesqueiros, isto é realmente possível? *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2(1), p.47–52.
- [10] CET - Consórcio Engevix-Themag. UHE Tucuruí, plano de utilização do reservatório : A pesca nas áreas de influência e de jusante. Caracterização Preliminar. Relatório TUC 10-26443-RE. Brasília: Consórcio Engevix-Themag, 1989. 122p.
- [11] CINTRA, I.H.A.; JURAS A.A.; ANDRADE, J.A.C.; OGAWA, M. 2007. Caracterização dos desembarques pesqueiros na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, brasil. *Bol. Téc. Cient. Cepnor, Belém*, v. 7, n. 1, p. 135 – 15.
- [12] CINTRA, I.H.A; MANESCHY, M.A.C; JURAS, A.A; MOURÃO, R.S.N; OGAWA, M. Pescadores Artesanais do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil). *Rev. Ci. Agra.*, v.54, n.1, p.61-70, Jan/Abr 2011.
- [13] COLLART, O.D. Estudos de ecologia e controle ambiental na região do reservatório da UHE de Tucuruí; segmento produção de camarão no baixo Tocantins. Relatório Setorial, ELN/CNPq/INPA,1986.
- [14] CUTRIM, Leocy and BATISTA, Vandick da Silva. Determinação de idade e crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. *Acta Amaz.* [online]. 2005, vol.35, n.1 [cited 2019-03-12], pp.85-92.
- [15] ELETROBRAS. Potencial Hidrelétrico Brasileiro por Bacia – Dezembro 2017. <<http://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/geracao/sipot/PotencialHidrel%C3%A9tricoBrasileiropor%20Estado-Dezembro2017.pdf>>
- [16] ELETRONORTE. Livro sobre o meio ambiente na Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Departamento de Estudos e Efeitos Ambientais, Brasília, 1987.
- [17] GRAFTON, R.Q. Social capital and fisheries governance, *Ocean & Coastal Management*, Volume 48, Issues 9–10, 2005, Pages 753-766, ISSN 0964-5691, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2005.08.003>.
- [18] HALLWASS, G., 2015. Etnoecologia e Pesca : influência de Unidades de Conservação e aplicação do Conhecimento Ecológico Local de pescadores no manejo e conservação dos recursos pesqueiros no Baixo Rio Tapajós , Amazônia Brasileira Etnoecologia e Pesca : influência de Unidades.

- [19] INPA. Relatórios semestrais do Projeto Ictiofauna da UHE Tucuruí. INPA, Manaus, 1980-1986.
- [20] ISHMAEL B.M. KOSAMU, Conditions for sustainability of small-scale fisheries in developing countries, *Fisheries Research*, Volume 161, 2015, Pages 365-373, ISSN 0165-7836.
- [21] JURAS A.A.; CINTRA, I.H.A.; LUDOVINO, R.M.R. 2004. A pesca na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará. *Bol. Téc. Cient. CEPNOR*, Belém, v. 4 , n. 1, p. 77-88.
- [22] KAHN, JAMES R.; FREITAS, C. E.; PETRERE, M. Jr. 2014. "False Shades of Green: The Case of Brazilian Amazonian Hydropower." *Energies* 7, no. 9: 6063-6082.
- [23] MÉRONA, B. de et al., 2010. *Os peixes e a pescano Baixo Rio Tocantins Vinte anos depois da UHE Tucuruí*. Eletrobrás, Eletronorte, 208p.
- [24] NICHOLAS D. DUCHARME-BARTH, KYLE W. SHERTZER, ROBERT N.M. Ahrens. Indices of abundance in the Gulf of Mexico reef fish complex: A comparative approach using spatial data from vessel monitoring systems, *Fisheries Research*, Volume 198, 2018, Pages 1-13, ISSN 0165-7836.
- [25] PDA, 2006. Cametá: Acordos de pesca – uma alternativa econômica e organizacional. Subprograma Projetos Demonstrativos – PDA. Ministério do Meio Ambiente.
- [26] RIBEIRO, M.C.L.B.; PETRERE JR., M.; JURAS, A.A. Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia-Tocantins river basin, Brazil. *Regulated Rivers and Management*, v. 11, p. 325-350, 1995.
- [27] SANTOS, G.M.; SANTOS, A.C.M. 2005 Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados*, São Paulo, 19(54): 165-182.
- [28] SANTOS, G. M., JEGU, M., AND MERONA, B. 1984. *Catálogo de Peixes Comerciais do Baixo Rio Tocantins. Projeto Tucuruí, ELETRONORTE/CNPq/INPA*. Manaus (Brasil).
- [29] SILVA A. P, FARIAS EGG 2017. Caracterização participativa da frota pesqueira do Rio Araguaia - Tocantins, Brasil. *Magistra*, v. 29, n. 1, p. 80-90, jan./mar.
- [30] SILVANO, R.A.M. et al., 2014. Co-management and Spatial Features Contribute to Secure Fish Abundance and Fishing Yields in Tropical Floodplain Lakes. *Ecosystems*, 17, p.271–285
- [31] SILVIA S., RATANA C., SEIJO, J C.; CHARLES, A. Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean, *Fisheries Research*, Volume 87, Issue 1, 2007, Pages 5-16, ISSN 0165-7836.
- [32] TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. *Novos estudos-CEBRAP*, n. 79, p. 47- 69, 2007.
- [33] VILHENA, J. DO R., 2017. Acordos de pesca na amazônia: uma análise das experiências de manejo comunitário dos municípios do baixo tocantins no estado do pará. , p.20.

ANEXO A – NORMA DA REVISTA (IJAERS)

A seguir a norma de publicação da revista “International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)” de Qualis A2 na Área de Avaliação Interdisciplinar, com a periodicidade de publicação mensal, no qual o artigo apresentado foi publicado em no Vol-6, Issue-4, em Abril de 2019.

Preparation of Papers for International Journal of Advance Engineering Research and Science

First Author¹, Second Author²

¹Department of ECE, XYZ University, NEW DELHI-46
Email: abcdef@gmail.com

²Department of Information Technology, ABC University, USA
Email: abcdef@hotmail.com

Abstract— *The abstract should summarize the content of the paper. Try to keep the abstract below 250 words. Do not make references nor display equations in the abstract. The journal will be printed from the same-sized copy prepared by you. Your manuscript should be printed on A4 paper (21.0 cm x 29.7 cm). It is imperative that the margins and style described below be adhered to carefully. This will enable us to keep uniformity in the final printed copies of the Journal. Please keep in mind that the manuscript you prepare will be photographed and printed as it is received. Readability of copy is of paramount importance. (Do Not Use Symbols, Special Characters, Footnotes, or Math in Paper Title or Abstract.)*

Keywords— *About five key words in alphabetical order, separated by comma.*

I. INTRODUCTION

The introduction of the paper should explain the nature of the problem, previous work, purpose, and the contribution of the paper. The contents of each section may be provided to understand easily about the paper.

II. HEADINGS

The **headings** and **subheadings**, starting with “**1. Introduction**”, appear in upper and lower case letters and should be **set in bold and aligned flush left**. All headings from the Introduction to Acknowledgements are numbered sequentially using 1, 2, 3, etc. Subheadings are numbered 1.1, 1.2, etc. If a subsection must be further divided, the numbers 1.1.1, 1.1.2, etc.

The font size for **heading is 11 points bold face** and **subsections with 10 points and not bold**. Do

not underline any of the headings, or add dashes, colons, etc.

III. INDENTATIONS AND EQUATIONS

The first paragraph under each heading or subheading should be flush left, and subsequent paragraphs should have a five-space indentation. A colon is inserted before an equation is presented, but there is no punctuation following the equation. All equations are numbered and referred to in the text solely by a number enclosed in a round bracket (i.e., (3) reads as “equation 3”). Ensure that any miscellaneous numbering system you use in your paper cannot be confused with a reference [4] or an equation (3) designation.

IV. FIGURES AND TABLES

To ensure a high-quality product, diagrams and lettering MUST be either computer-drafted or drawn using India ink.

Fig. 1: Figure Title below the figure

Figure captions appear below the figure, are flush left, and are in lower case letters. When referring to a figure in the body of the text, the abbreviation "Fig." is used. Figures should be numbered in the order they appear in the text.

Table.1: Table caption above the table

Table captions appear centered above the table in upper and lower case letters. When referring to a table in the text, no abbreviation is used and "Table" is capitalized.

V. CONCLUSION

A conclusion section must be included and should indicate clearly the advantages, limitations, and possible applications of the paper. Although a conclusion may review the main points of the paper, do not replicate the abstract as the conclusion. A conclusion might elaborate on the importance of the work or suggest applications and extensions.

ACKNOWLEDGEMENTS

An acknowledgement section may be presented after the conclusion, if desired.

REFERENCES

(Use APA Format)

- [1] Firmin H. Aikpo, Miriac Dimitri S. Ahouanse, Lucien Agbandji, Patrick A. Etorh, Christophe S. Houssou(2017).Assessment of contamination of soil by pesticides in Djidja's cotton area in Benin. International Journal of Advanced Engineering Research and Science (ISSN : 2349-6495(P) | 2456-1908(O)),4(7), 001-005. <http://dx.doi.org/10.22161/ijaers.4.7.1>
- [2] Perfect, T. J., & Schwartz, B. L. (Eds.) (2002). Applied metacognition Retrieved from <http://www.questia.com/read/107598848>
- [3] Myers, D. G. (2007). Psychology(1stCanadian ed.). New York, NY: Worth.
- [4] Cognition.(2008). In Oxford reference online premium dictionary. Retrieved from <http://www.oxfordreference.com>
- [5] Blue, L. (2008, March 12).Is our happiness preordained? [Online exclusive]. Time. Retrieved from <http://www.time.com/time/health>
- [6] J. Clerk Maxwell (1892), A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, pp.68–73.
- [7] I. S. Jacobs and C. P. Bean (1963), "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in Magnetism, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, , pp. 271–350.
- [8] K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [9] R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," J. Name Stand. Abbrev., in press.