

**UNIOESTE – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM DESENVOLVIMENTO RURAL
SUSTENTÁVEL**

WAGNER LOPES KLEIN

**USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DA PISCICULTURA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI, NO SUL DO MATO GROSSO DO
SUL, VISANDO PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON PARANÁ – BRASIL

2023

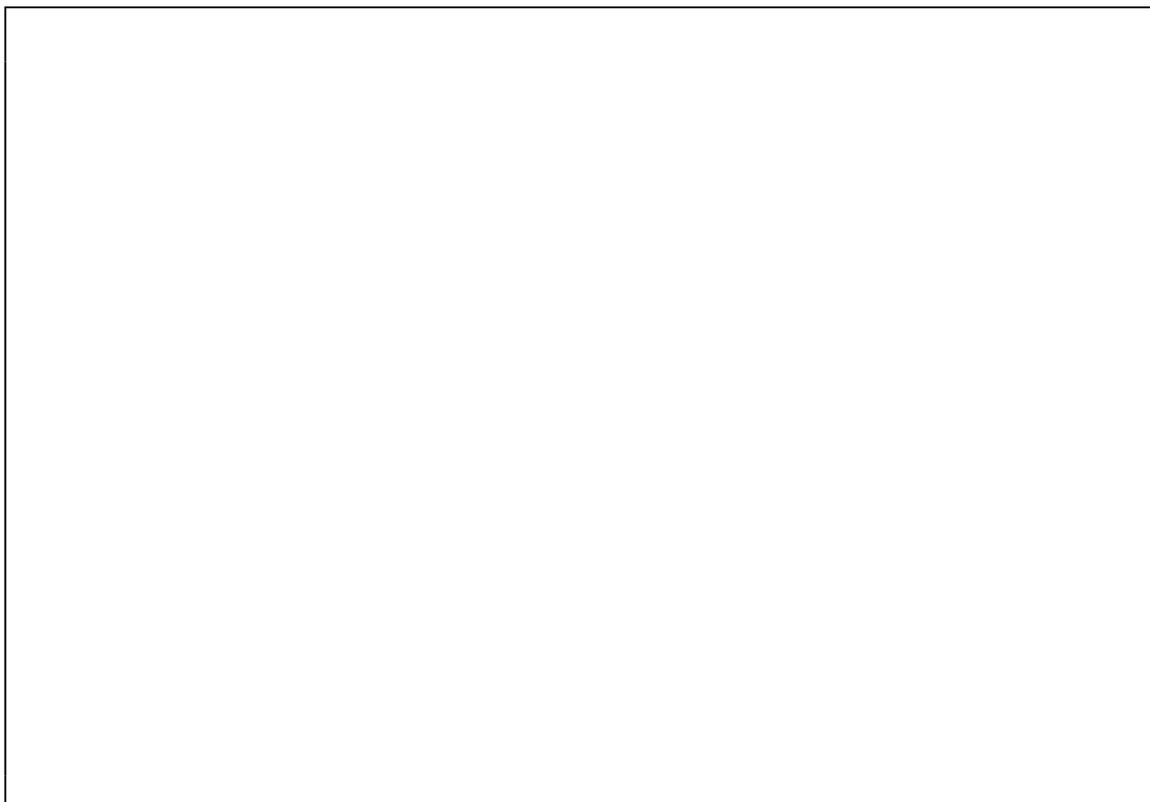
WAGNER LOPES KLEIN

**USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DA PISCICULTURA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI, NO SUL DO MATO GROSSO DO
SUL, VISANDO PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**Tese apresentada ao Programa de
Pós- Graduação em Desenvolvimento
Rural Sustentável do Centro de
Ciências Agrárias da Unioeste –
Universidade Estadual do Oeste do
Paraná, como requisito para obtenção
do título de Doutor em
Desenvolvimento Rural Sustentável.
Linha de pesquisa: Linha de pesquisa:
Inovações Sócio-tecnológicas e Ação
Orientador: Prof. Dr. ALDI FEIDEN**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PARANÁ - BRASIL
2023**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UNIOESTE

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying the central portion of the page. It is intended for the user to input the identification data of the work, as indicated by the header text above it.

WAGNER LOPES KLEIN

**USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DA
PISCICULTURA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI, NO
SUL DO MATO GROSSO DO SUL, VISANDO PROMOÇÃO DO
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**Exame de Doutorado apresentada à Universidade Estadual do Oeste
do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação *stricto sensu* em Desenvolvimento Rural Sustentável,
Área de Concentração “Desenvolvimento Rural Sustentável”, para
a obtenção do título de “Doutor (a) em Desenvolvimento Rural
Sustentável”, pela seguinte Banca Examinadora.**

Marechal Cândido Rondon, 07 de Dezembro de 2023.

**Prof. Dr. Aldi Feiden – Presidente – UNIOESTE – Universidade
Estadual do Oeste do Paraná**

**Prof. Dr. Mario Ramao
Villalva Filho Membro
UNILA - A Universidade**

**Prof. Dr. Armin Feiden
Membro UNIOESTE – Universidade
Estadual do Oeste do Paraná**

**Prof. Dr. Paulo Ricardo Lima
Membro UEMS - Universidade
Estadual de Mato Grosso do Sul**

**Prof. Dr. Jean Sergio Rosset
Membro UEMS - Universidade
Estadual de Mato Grosso do Sul**

**Prof. Dr. Altevir Signor
Suplente UNIOESTE –
Universidade Estadual do Oeste**

**Prof. Dr. Sidnei Klein
Suplente IFPR – Instituto Federal do
Paraná**

Dedico este trabalho a meu pai Valdomiro Klein, minha mãe Laurides Lopes Klein (in memoria), meus irmãos Wania e Jackson, a Esposa Marleide Renata, a minhas filhas Laura e Sophia, a vocês DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Nesta página muito especial do trabalho, gostaria de agradecer a algumas pessoas, entre muitas que me ajudaram realizá-lo.

Agradeço a Deus, por tudo;

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Aldi Feiden;

Agradeço à Pedro Rondon Werneck, Felipe Morssoleto, Humberto Rodrigues Macedo, e Antônio Francisco Campanha da Silva;

Agradeço aos professores da UEMS Unidade Universitária Mundo Novo-MS;

Agradeço a todos os funcionários da UEMS Unidade Universitária Mundo Novo - MS;

Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMAQ, da Unioeste, pelo apoio logístico e de infraestrutura.

Ao Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável (PPDRS), Campus Marechal Rondon-PR;

Agradeço ao Prof. Dr. Lucelio Ferreira Simião (UEMS – Dourados);

Agradeço ao Prof. Dr. Agnaldo Lenine Alves (UEMS – Dourados);

Agradeço a Técnica em Assuntos Educacionais UEMS Maria Verônica de Souza (UEMS – Dourados);

Agradeço a Engenheira Agrônoma Katia Garicoix Recalde;

Chefe do Setor Ambiental da AGRAER, Leda Monteiro Perdomo.

Gerência de Desenvolvimento Agrário, assistência técnica da AGRAER, Rose Kubota.

RESUMO

KLEIN, Wagner Lopes. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – 2023. Uso de Geotecnologias Para Avaliação da Piscicultura da Bacia Hidrográfica do Rio Iguatemi, no Sul Do Mato Grosso Do Sul, Visando Promoção do Desenvolvimento Sustentável

Geotecnologias são ferramentas utilizadas para se obter informações hidrográficas e de tipos de solos, sendo eficaz para auxiliar estudos técnicos de licenciamento ambiental e ordenamento aquícola. O objetivo deste trabalho foi de utilizar as geotecnologias na avaliação de áreas de produção aquícola e seus aportes de na sub-bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, no sul de Mato Grosso do Sul. Foram utilizados para a delimitação da área da sub-bacia modelos digitais de elevação (MDE), obtidos a partir de dados do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, (INPE) e os vetores dos municípios foram obtidos no site do IBGE. Os viveiros foram divididos em quatro classes, I de 300 a 3.000 m², II entre 3.001 e 5.000 m², III entre 5.001 e 10.000 m² e IV superiores a 10.001 m². Foram mapeados e classificados 1651 viveiros produtivos, viveiros stand by e viveiros desativados. Realizou-se também cálculos de uso e ocupação do solo, altimetria, declividade e ordenação dos cursos de rios, além das estimativas de cálculos de aporte de nitrogênio e fósforo. Os resultados morfométricos indicam uma área de 8.222,28 km², excepcionalmente bem drenada, possuindo um baixo risco de ocorrência de grandes enchentes seus canais são sinuosos, com uma extensão de 322,18 km, cuja a densidade e drenagem 0,779, indicando um risco médio de enchente. As classes de viveiros demonstram que existem 732,78 ha de lâmina de água, sendo que a maioria classificado como viveiros produtivos com 513,64 ha de lâmina de água. Já as estimativas de aportes de Nitrogênio total e fósforo total durante a criação foi de respectivamente de 1.050.573,41 kg e 131.257,01 kg e durante a despesca foi de respectivamente 41.445,16 kg e 7.235,00 kg. Também foram mapeados 10 Terras Indígenas em 6 municípios da sub bacia. Apenas seis municípios apresentaram produção piscícola, e Mundo Novo, foi o que apresentou maior produção em kg e espécies. Conclui-se que os dados obtidos neste trabalho verificamos que a sub bacia do Rio Iguatemi, é propícia para a produção piscícola.

Palavras chaves: Geomorfologia, Geoprocessamento, Piscicultura, Viveiros Escavados.

SUMMARY

KLEIN, Wagner Lopes. State University of West Paraná – UNIOESTE – 2023. Environmental Characteristics of the Iguatemi River Hydrographic Basin, in the South of Mato Grosso do Sul, Using Geotechnologies

Geotechnologies are a tool used to obtain hydrographic information and soil types, being effective in assisting technical studies of environmental licensing and aquaculture planning. The objective of this work was to use geotechnologies in the evaluation of aquaculture production areas and their contributions in the Iguatemi River sub-basin, in the south of Mato Grosso do Sul. Digital models were used to delimit the sub-basin area elevation (MDE), obtained from data from the National Institute for Space Research, (INPE) and the municipal vectors were obtained from the IBGE website. The nurseries were divided into four classes, I from 300 to 3,000 m², II between 3,001 and 5,000 m², between 5,001 and 10,000 m² and IV greater than 10,001 m². 1651 productive nurseries, stand by nurseries and deactivated nurseries were mapped and classified. Calculations of land use and occupation, altimetry, slope and ordering of river courses were also carried out, in addition to estimates of nitrogen and phosphorus input calculations. The morphometric results indicate an area of 8,222.28 km², exceptionally well drained, with a low risk of large floods. of flood. The nursery classes show that there are 732.78 ha of water depth, with the majority classified as productive nurseries with 513.64 ha of water depth. The estimated inputs of total nitrogen and total phosphorus during breeding were respectively 1,050,573.41 kg and 131,257.01 kg and during harvesting were respectively 41,445.16 kg and 7,235.00 kg. 10 Indigenous Lands were also mapped in 6 municipalities in the sub-basin. Only six municipalities had fish production, and Mundo Novo was the one with the highest production in kg and species. It is concluded that the data obtained in this work shows that the Iguatemi River sub-basin is suitable for fish production.

Keywords: Geomorphology, Geoprocessing, Fish Farming, Excavated Ponds.

Sumário de Figuras

Figura 1: Localização da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi - MS. Fonte Autores 2023.	33
Figura 2: Mapa de declividade da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.	45
Figura 3: Mapa de altimetria da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.	46
Figura 4: Mapa de tipos de solos da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.	47
Figura 5: Mapa de uso e ocupação de solo da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.	48
Figura 6: Mapa das Reservas Indígenas da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.	50
Figura 7: Produção piscícola do Município de Mundo Novo-MS, Fonte: IBGE, 2023.	56
Figura 8: Mapa de rodovias da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.	58
Figura 9: Mapa de localização dos viveiros escavados da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.	59

Sumário de Tabelas

Tabela 1: Fatores de Interpretação Ambiental da Sub-bacias Hidrográficas.	36
Tabela 2: Densidade de Drenagem e Sua Interpretação	36
Tabela 3: Índices de Sinuosidade de Bacias Hidrográficas	37
Tabela 4: Mostra os Valores de Referência da Razão de Alongamento e Sua interpretação	37
Tabela 5: Classes de relevos em função do percentual de declividade	39
Tabela 6: Classes de viveiros e os valores de referência utilizados para os cálculos de Nitrogênio total e fósforo total aportados durante as fazes de criação e despesca.	42
Tabela 7: Parâmetros Morfométricos da Microbacia do Iguatemi, Pertencente a Bacia Hidrográfica do Paraná, Localizada na Região Sul do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.....	43
Tabela 8: Características Gerais das Terras Indígenas na Bacia do Rio Iguatemi, Sul do Estado de Mato Grosso do Sul	49
Tabela 9: Características dos Municípios que Compõem a Sub Bacia do Rio Iguatemi	51
Tabela 10: Produção de Peixes no Município de Amambai-MS (kg).....	53
Tabela 11: Produção de Peixes no Município de Paranhos-MS (kg)	54
Tabela 12: Produção de Peixes no Município de Iguatemi-MS (kg)	54
Tabela 13: Produção de Peixes no Município de Japorã-MS (kg)	54
Tabela 14: Produção de Peixes no Município de Mundo Novo-MS (kg)	55
Tabela 15: Resultado dos Tamanho dos Viveiros Escavados Mapeados Encontrados na Bacia do Rio Iguatemi	60
Tabela 16: Valores Obtidos Para Nitrogênio e Fósforo Para Uma Área de Um Hectare na Bacia do Rio Iguatemi-MS	62

Sumário de Equações

Equação 1	$F = AL^2$	34
Equação 2	$Kc = 0,28PA$	35
Equação 3	$Ic = 12,57 * AP^2$	35
Equação 4	$Dd = LtA$	36
Equação 5	$Is = 100 * L - LrL$	37
Equação 6	$Er = 1,128 * AE,$	37
Equação 7	$Tc = 57 * L^3H^0,385$	38
Equação 8	$Rv = HP$ onde p(m) e H (m)	38
Equação 9	$Ir = HxDd$	38
Equação 10	$Cm = 14xDd$	39
Equação 11	$Hi = CotaMed - CotaminCotaMax - CotaMin$	39
Equação 12	$Gc = cotamaxL$	39

Lista de Siglas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

PROAPE – Programa de Avanços da Pecuária de Mato Grosso do Sul

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

SEMADESC - A Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação.

DRS – Desenvolvimento Rural e Sustentável

SIG – Sistema de Informação Geográfica

MDE – Modelo Digital de Elevação

MS – Mato Grosso do Sul

mg/L – Miligrama por litro

m² - Metro quadrado

n° - Número

-- Negativo

° - Graus

Cfa – Clima subtropical úmido

° C - Graus Celsius

' – Minutos

mm - milimetro

S – Sul

O – Oeste

W – Leste

% - Porcentagem

A - Área da bacia

P - Perímetro da bacia

E - Comprimento axial da bacia

L - Comprimento do curso principal

Lr - Comprimento vetorial entre os extremos do curso principal

Lt - Comprimento total dos cursos da bacia

Kf - Fator de forma
Dd - Densidade de drenagem
Is - Índice de sinuosidade
Er - Razão de alongamento
Tc - Tempo de concentração
Rrl - Razão relevo relativo
Ic - Índice de circularidade
Kc - Coeficiente de compacidade
< - Menor
>- Maior
kg/ha – Quilograma por hectare
NT - Nitrogênio total
PT - Fósforo total
N – Nitrogênio
P – Fósforo
CO² - Dióxido de carbono
Km – Quilometro
BR – Brasil - Rodovias Federais
MS – Mato Grosso do Sul - Rodovias Estaduais
Km² - Quilometro quadrado
ha – Hectare
kg – Quilograma
MO – Matéria Orgânica
Classe I – Viveiros de Pequeno porte
Classe II – Viveiros de Médio porte
Classe III – Viveiros de Grande porte
Classe IV – Viveiros de Muito grande porte

Sumário

1	REFERENCIAL TEORICO	16
1.1.	BACIA HIDROGRÁFICA.....	16
1.2	SENSORIAMENTO REMOTO.....	19
1.3.	PISCICULTURA.....	20
1.4.	PISCICULTURA NO MATO GROSSO DO SUL.....	22
1.5.	USO DA ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	24
1.6.	USO DA PISCICULTURA NO DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL.....	26
1.7.	TERRAS INDÍGENAS.....	28
2.	OBJETIVOS	31
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	31
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
3.	MATERIAIS E METODOS	32
3.1.	ÁREA DE ESTUDO.....	32
3.2.	DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI.....	34
3.3.	CÁLCULOS DE ÍNDICES GEOMORFOMÉTRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI.....	34
3.3.1	FATOR DE FORMA (Kf).....	34
3.3.2	COEFICIENTE DE COMPACIDADE (Kc).....	35
3.3.3	ÍNDICE DE CIRCULARIDADE (Ic).....	35
3.3.4	DENSIDADE DE DRENAGEM (Dd).....	36
3.3.5	ÍNDICE DE SINUOSIDADE (Is).....	36
3.3.6	RAZÃO DE ALONGAMENTO (Er).....	37
3.3.7	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (Tc).....	38
3.3.8	RAZÃO DE RELEVO RELATIVO (RrL).....	38
3.3.9	ÍNDICE DE RUGOSIDADE (Ir).....	38
3.3.10	COEFICIENTE DE MANUTENÇÃO (Cm).....	39
3.3.11	ÍNDICE DE HIPSOMETRIA (Hi).....	39
3.3.12.	GRADIENTES DE CANAIS (Gc).....	39
3.4.	MAPEAMENTO DE DECLIVIDADE E DLTITUDE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI.....	39
3.5.	MAPEAMENTO DO TIPO DE SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI.....	40

3.6. MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI.....	40
3.7. ALDEIAS INDÍGENAS QUE COMPÕEM A BACIA DO RIO IGUATEMI.....	41
3.8. MAPEAMENTO DE RODOVIAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI.....	41
3.9. AQUISIÇÃO DE DADOS UTILIZANDO IMAGENS DO GOOGLE EARTH.....	41
3.10. PRODUÇÃO PISCÍCOLA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI.....	42
3.11. CÁLCULO DE APORTE DE NITROGÊNIO TOTAL E FÓSFORO TOTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI.....	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
6. BIBLIOGRAFIA	65

1 REFERENCIAL TEORICO

1.1. BACIA HIDROGRÁFICA

Entende-se por bacia hidrográfica toda a área de captação natural da água da chuva que escoam superficialmente para um corpo d'água ou seu contribuinte. As bacias hidrográficas constituem-se como um sistema biofísico e sócio-econômico integrado e independente, cujos limites são estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de água entre uma bacia e suas adjacências (Rocha et al., 2000).

A Lei Federal nº 9.433/97 definiu as bacias hidrográficas como unidades territoriais para aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). O uso da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos está ligado ao fato dos ecossistemas aquáticos serem essencialmente abertos e, com os ecossistemas terrestres adjacentes, sofrerem alterações decorrentes do uso da terra e das atividades antropogênicas neles desenvolvidas, (Rocha et al., 2000).

O estado de Mato Grosso do Sul elaborou seu Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/MS (SEMA/IMASUL, 2010), definindo 15 Unidades de planejamento e Gerenciamento – UPG, que coincidem com a delimitação das 15 sub-bacias que o estado vem utilizando desde 1990 para seu planejamento. No entanto, estes limites foram baseados em mapas na escala 1:1.000.000, que apresentam detalhamento insuficiente para o planejamento regional. Além de fornecer informações para o gerenciamento integrado de recursos hídricos do estado, esta base constitui-se uma fonte de informações para o Zoneamento Ecológico Econômico, para o monitoramento e planejamento do uso da terra e para a avaliação dos empreendimentos a serem licenciados no estado.

Mato Grosso do Sul possui uma área de 358.159 km², que é dividida em três biomas brasileiros, o Cerrado (61%), o Pantanal (25%) e a Mata Atlântica (14 %), (SILVA et al., 2011). A água do estado é drenada por duas bacias principais, o Alto Paraguai (oeste) e o rio Paraná (leste). Tendo em vista a importância da água como bem público e valor econômico, Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Mato Grosso do Sul - PERH / MS (SEMA /

IMASUL, 2010), define as 15 sub-bacias hidrográficas do estado como Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, cujos nomes são derivados com a toponímia do seu rio principal.

Segundo Cunha e Guerra (1996), as bacias hidrográficas são uma unidade ideal para verificar as condições ambientais de uma determinada região, uma vez que os fatores bióticos, abióticos e antrópicos nela presentes interagem com um rio principal e seus afluentes.

Dependendo dos cenários ambientais construídos ou transformados pela ação do homem, estes ocupam a maior parte dos sistemas ambientais, pois o homem transforma os espaços através do desmatamento, do plantio de pastagens e lavouras, da construção de estradas, portos, aeroportos, barragens, retificação e canalização de cursos d'água, construção de indústrias e áreas urbanas (FLORENZANO, 2002).

Segundo Lima (1986), o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica depende de suas propriedades geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo etc.), e do tipo de cobertura vegetal. As propriedades físicas e bióticas de uma bacia desempenham um papel importante nos processos do ciclo hidrológico e influenciam, entre outras coisas, a infiltração, a quantidade de água na forma de escoamento, evapotranspiração e escoamento superficial e subterrâneo.

A bacia hidrográfica pode ser vista como um sistema geomorfológico aberto e como tal, mesmo sem perturbações, em constante flutuação, em equilíbrio transacional ou dinâmico (LIMA, 1986). Em outras palavras, o suprimento e a perda de energia do próprio ecossistema estão sempre em um equilíbrio delicado. Portanto, a área da bacia influencia a quantidade de água produzida como escoamento. No entanto, a forma e o relevo afetarão a taxa ou regime dessa produção de água, bem como a taxa de sedimentação. O caráter e a extensão dos canais (padrão de drenagem) influenciam a disponibilidade de sedimentos e a taxa de formação de escoamento. Muitas dessas propriedades físicas da bacia, por sua vez, são amplamente controladas ou influenciadas por sua estrutura geológica.

As bacias hidrográficas apresentam-se como uma unidade ideal para a verificação das condições ambientais de uma determinada região, pois nesta interagemos fatores bióticos, abióticos e antrópicos. Corroborando com essa ideia, Cunha e Guerra (1996), salientam que a bacia hidrográfica “é uma importante unidade geomorfológica, pois nela interagem fatores físicos, biológicos, econômicos e sociais”.

De acordo com Lima e Zakia (2000), desde os tempos mais remotos, a urbanização, assim como a agricultura, a pecuária e os outros usos da terra, ocorrem, normalmente, ao longo de cursos d’água. Esse processo tem como início a supressão da vegetação de matas ciliares, que alavancam os processos erosivos, a deposição de sedimentos e o aumento do nível do leito de rios que, em alguns casos, provocam inundações, além de danos à biodiversidade local, uma vez que estes atuam como um corredor de fluxo gênico de fauna e flora.

Os cenários ambientais construídos ou transformados pela ação do homem ocupam a maior parte dos sistemas ambientais, pois, para a autora, “o homem transforma os espaços através da derrubada das matas, da implantação de pastagens e cultivos, da construção de estradas, portos, aeroportos, represas, da retificação e canalização de cursos d’água, da implantação de indústrias e áreas urbanas” (FLOREZANO, 2002).

Segundo Alves e Castro (2003), para investigar as características das diferentes morfologias, as bacias hidrográficas configuram-se como características importantes, principalmente no que diz respeito aos estudos de evolução da superfície modelada. No entanto, a maioria dos trabalhos científicos sobre bacias hidrográficas destacam-se qualitativamente seus aspectos de uma forma geralmente insuficiente para a identificação de homogeneidade, em termos de fatores que influenciam as morfologias. Fica, portanto, evidente a necessidade da utilização de métodos quantitativos para estudos desta natureza.

De acordo com Villela e Mattos (1975), as características físicas de uma bacia são elementos de grande importância para a avaliação do seu comportamento hidrológico, uma vez que, ao estabelecer relações e comparações entre elas e dados hidrológicos conhecidos, os valores

hidrológicos nos locais podem ser determinado indiretamente onde os dados estão faltando. Segundo Christofolletti (1980), a análise de aspectos relacionados à drenagem, relevo e geologia pode levar ao esclarecimento e compreensão de várias questões relacionadas à dinâmica ambiental local.

A quantificação da disponibilidade hídrica serve de base para o projeto e planejamento dos recursos hídricos. Para tanto, é preciso expressar, quantitativamente, todas as características de forma, de processos e de suas inter-relações.

Dessa forma, observa-se, cada vez mais, a necessidade de estudos e discussões em torno de temas relacionados ao planejamento e gestão sustentável dos recursos naturais, uma vez que os distúrbios oriundos da ação antrópica rotineiramente são observados na paisagem.

No tocante aos estudos geográficos e ambientais, geotecnologias como o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) representam alternativas viáveis para aquisição e análise de informações espaciais em diferentes escalas, significando economia de tempo e de recursos. A integração de dados provenientes dessas geotecnologias é de extrema importância para estudos relacionados ao uso e ocupação da terra em diferentes escalas de trabalho.

O uso de geotecnologias contribui para estudar os fatores que influenciam as dinâmicas das bacias hidrográficas compreensão dos fatores naturais, físicos e químicos pode evidenciar ou servir de base e favorecendo a compreensão desse espaço e das relações existentes entre o homem e o meio.

1.2 SENSORIAMENTO REMOTO

A tomada de decisão em questões relativas à gestão territorial e ambiental depende de um amplo conjunto de informações, entre elas a situação do uso e cobertura da terra em uma determinada unidade de gerenciamento. A execução de mapeamentos do uso e cobertura da terra tem se tornado uma demanda constante dos gestores públicos interessados em realizar diagnósticos ambientais, sobretudo aqueles que desejam avaliar os problemas derivados dos

processos de antropização da superfície terrestre, como os desmatamentos, a expansão agropecuária, a construção de estruturas de logística, o estabelecimento de represas hidrelétricas, a expansão urbana, a implantação de indústrias, entre outros (ESQUERDO, et al, 2014).

Os sensores remotos, por proverem uma visão sinóptica da superfície terrestre, são a principal fonte de informações para a geração dos mapas de uso e cobertura da terra. As imagens de satélite, com diferentes níveis de detalhamento e periodicidade, têm sido utilizadas para a identificação dessas classes de uso e cobertura, seja por meio de técnicas avançadas de geoprocessamento para reconhecimento de padrões nas imagens, seja pela simples interpretação visual das mesmas (ESQUERDO, et al, 2014).

O termo Sensoriamento Remoto abrange uma gama de tecnologia usada para obter, registrar, processar e analisar imagens a distância e outros dados sobre a superfície terrestre. Para o qual são utilizados sensores remotos distantes dos objetos na superfície terrestre, que captam e registram a energia refletida ou emitida pela superfície.

As tecnologias utilizadas no sensoriamento remoto foram desenvolvidas principalmente para atender primeiramente interesses militares e, posteriormente relacionada ao levantamento e monitoramento dos recursos naturais.

Atualmente, as aplicações do Sensoriamento Remoto são ainda mais abrangentes e ele tem se tornado uma ferramenta essencial para a agricultura, silvicultura e gestão ambiental.

1.3. PISCICULTURA

Segundo Engle, (2010), a piscicultura é uma atividade bastante antiga e em muitos países desenvolvidos já é considerada atividade relevante em termos econômicos e sociais, tal o caso da Noruega, EUA e China. No Brasil, a aquicultura também não é uma atividade recente, mas apenas nas últimas décadas têm ganhado evidência e importância político-econômica

(OSTRENSKY *et al.*, 2008). O potencial para a aquicultura do Brasil é facilmente observado na diversidade de recursos hídricos e biodiversidade presente nesse território. A piscicultura continental no Brasil cresceu 40% nos últimos anos, sendo 39% no estado do Tocantins (MPA, 2012). Este crescimento vem acompanhado de preocupação por parte de alguns segmentos da sociedade com as questões ambientais e da diversificação produtiva envolvida na atividade.

De acordo com Kubitzka & Ono (2010), esta modalidade de cultivo merece destaque principalmente pelo (i) melhor aproveitamento dos recursos disponíveis na propriedade, (ii) incremento na qualidade nutricional da dieta familiar e (iii) geração de uma receita adicional pela comercialização dos excedentes.

Segundo Feiden (2021), a cadeia produtiva da piscicultura foi estruturada no início dos anos 2000, com a implantação de frigoríficos com inspeção federal no oeste do Paraná, "onde a legislação é muito avançada, não só viveiros escavados, mas em áreas de reservatórios, como o de Itaipu, que são muito produtivos".

Apesar de apresentar um crescimento nos últimos anos, existem poucos registros sobre as propriedades que contribuem para a produção de peixes e também existem poucas informações sobre a participação das pequenas propriedades ou da piscicultura familiar (MATO GROSSO DO SUL, 2023).

Assim existem uma preocupação ambiental por parte de alguns pesquisadores de segmentos de vários setores da sociedade em relação ao crescimento e diversificação da piscicultura no Brasil, que pode estar ligada a poluição e mau uso dos recursos hídricos.

Considerando o uso dos recursos hídricos, o Brasil possui uma legislação rigorosa e considerada restritiva (OSTRENSKY *et al.*, 2008). Existem limites restritos para captação de água de rios bem como liberação de qualquer tipo de efluentes. Existem espécies liberadas e proibidas para produção aquícola variando de acordo com estado ou Bacia hidrográfica. Existem licenciamentos específicos para cada porte e tipo de empreendimento que se pretenda iniciar. As exigências regulatórias governamentais são intensas, entretanto muitas

vezes a realidade do meio rural é ainda desconhecida, sendo a forma de uso dos recursos hídricos particular de cada sistema de produção empregado na piscicultura. Alia-se ao fato ainda que os principais problemas dos piscicultores familiares em buscar regularização ambiental estão atrelados à falta de informação, mesmo havendo o interesse na regularização ambiental para obtenção de incentivos fiscais e manutenção da atividade (DOTTI *et al.*, 2012).

O crescimento desta atividade agropecuária na região oeste do Paraná, somado a relevante concentração da estrutura produtiva do município de Maripá e a integração com agentes sociais (transformadores), com potencialidade para a coordenação de ações coletivas, indicam a existência de estreitas redes de relacionamentos e cooperação entre os atores da cadeia de produção (FEIDEN *et al.*, 2018).

Entende-se que faltam informações sobre os reais impactos dessa incipiente atividade aquícola No Estado do Tocantins. Dessa forma, ao passo que a aquicultura começa a se desenvolver e se estabelecer como atividade econômica, necessitam-se estudos que levantem dados ambientais para propiciar pesquisas com índices de sustentabilidade (VALENTI, 2008), dos empreendimentos de aquicultura familiar. Esses índices avaliam o atendimento à legislação, o manejo dos resíduos e efluentes gerados no processo produtivo, o uso de medicamentos e químicos e sua liberação nos efluentes, e também o aproveitamento e destino dos resíduos produzidos (BORGES, 2013; CARRASCO, 2006).

1.4. PISCICULTURA NO MATO GROSSO DO SUL

A piscicultura no Mato Grosso do Sul é considerada recente quando comparamos a outras atividades agropecuárias existentes. Os piscicultores do Estado têm um histórico de pioneirismo na piscicultura brasileira, tendo sido responsáveis pela produção comercial de várias espécies nativas, além da alta produção de tilápias em algumas regiões do Mato Grosso do Sul, no qual alavancam a produtividade, (SEMA, 2023).

Mato Grosso do Sul foi o segundo maior exportador de tilápias do Brasil no ano passado, com receita de US\$ 4,2 milhões (Peixe BR, 2023). Mesmo assim o Estado foi o 5º do País em produção do pescado no ano passado, com 32,2 mil toneladas. Os dados são do Anuário da Piscicultura 2023 da Associação Brasileira de Piscicultura (Peixe BR, 2023). Atualmente MS é o oitavo maior produtor de peixes do Brasil com 34.450 toneladas. A tilápia continua a ser o peixe mais cultivado na piscicultura brasileira e também no Estado. No Brasil no ano passado, foram produzidas 550.060 toneladas, volume que representa 63,93% da produção nacional e aumento de 3% sobre as 534.005 toneladas de 2021. A julgar pelas demandas interna e global, a tendência é a expansão continuar, e até se intensificar, nos próximos anos (MATO GROSSO DO SUL, 2023).

Visando ampliar a produção na piscicultura, o estado lançou o programa Pró Peixe que garante incentivos a quem deseja investir na atividade. No programa Pró Peixe temos algumas metas claramente definidas em relação a ampliação da produção, para que o peixe seja nossa quarta proteína.

Atualmente o Estado tem cinco plantas de piscicultura sendo habilitadas, entre pequeno, médio e grande porte. Isso mostra que a indústria já tem avançado, mas precisa evoluir na base de produção, principalmente o peixe que é a questão da tilápia, lembrando que o Estado ainda tem projetos a serem alavancados como da Tilabras que já está em funcionamento e tem uma capacidade de ampliação no município de Selvíria, (PEIXE BR, 2023).

De acordo com o levantamento feito pelo IBGE (2023), o estado brasileiro que mais produz tilápia é o Paraná, com mais de 34% do volume total. Em 2022, os paranaenses cultivaram 187.800 toneladas da espécie, 3,2% a mais do que no ano anterior. Com isso, a Região Sul aparece bem na frente nesse ranking, com 239.300 toneladas (43,5%). A segunda posição no cultivo nacional de tilápia é de São Paulo. Os paulistas produziram 77.300 toneladas em 2022, com aumento de 1,5% sobre o volume de 2021. O Sudeste, que tem ainda o terceiro (Minas Gerais) e o nono (Espírito Santo) estados dessa lista, responde por 27,1% da produção total da espécie, com 149.100 toneladas.

Mais de 90% da produção de tilápias de Mato Grosso do Sul se concentram em cinco municípios, Aparecida do Taboado com 40,97%, Selvíria com 32,99%, Brasilândia com 6,21%, Mundo Novo com 5,68% e Itaporã responsável por 4,21%.

O Estado se destaca pela iniciativa de fortalecer a criação de peixe em regime intensivo. A partir da criação do Programa de Avanços da Pecuária do estado (PROAPE) desde 2003, onde as pisciculturas vêm recebendo incentivos para o desenvolvimento.

O subprograma denominado Peixe Vida concedeu benefícios aos produtores de alevinos e de peixes por meio da isenção de ICMS, através da redução de alíquota, com incentivo financeiro de 50% do ICMS para os produtores cadastrados, (MATO GROSSO DO SUL, 2023). Programa criado pelo Governo do Estado de MS - **PROAPE**, conforme decreto n.º 11.176 de 11/04/2003, coordenado pela SEMAGRO com a finalidade de promover o desenvolvimento da pecuária sul-mato-grossense, com produtos de qualidade, resultantes de cadeias produtivas competitivas, socialmente justas, ambientalmente corretas e economicamente viáveis. O programa PROAPE é implantando através de subprogramas e projetos, articulados em parceria com os diversos elos da cadeia produtiva da carne.

Outro Subprograma denominado “Peixe Vida” visa a estimular os produtores do Estado a explorar de forma sustentável a atividade de produção de peixes; através do cadastramento de piscicultores com vistas ao benefício de incentivo fiscal; como alternativas de diversificação da produção nas propriedades rurais.

1.5. USO DA ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

O Brasil possui em seu território uma grande disponibilidade de água doce. O uso planejado de águas implica a necessidade de menor captação dos recursos hídricos primários e de geração reduzida de efluentes, constituindo-se, portanto, em estratégia eficaz para a conservação desse recurso natural, em seus aspectos qualitativos e quantitativos (MEDEIROS et

al., 2007), principalmente quando usado na agricultura, servindo como fonte extra de nutrientes, auxiliando no desenvolvimento da cultura (SANDRI et al., 2007). O aproveitamento planejado de águas na agricultura (área restrita, fácil de confinar e controlar, e altamente eficiente na remoção de poluentes e contaminantes) é uma alternativa para controle da poluição de corpos d'água, disponibilização de água para as culturas, reciclagem de nutrientes e aumento de produção agrícola (MEHNERT, 2003).

A utilização de efluentes na agricultura cresceu consideravelmente nos últimos anos em muitos países, inclusive no Brasil; no entanto, ainda não foram suficientemente estudados todos os aspectos positivos e negativos dessa técnica, especialmente sobre as propriedades físicas e químicas do solo, absorção de nutrientes pelas plantas ou sua toxidez, (KUMMER et al. 2012).

Na piscicultura a qualidade da água resultam em prejuízo ao crescimento, à reprodução, à saúde, à sobrevivência e à qualidade dos peixes, comprometendo o sucesso dos sistemas aquicultura. Inúmeros são as variáveis e processos envolvidos com a qualidade da água.

A resolução CONAMA número 357, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, estabelece no seu Art. 4º que as águas doces são classificadas em classes, sendo subdividida em cinco classes.

Na classe I denominada classe especial estão as águas destinadas [...] “ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. (CONAMA, 2005, 5.).

Já no segundo tópico denominado classe I estão especificadas as águas:

[...] “que podem ser destinadas: Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; á recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA n° 274, de 2000, dispõe; á irrigação de hortaliças

que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. (CONAMA, 2005, 5).

Desta forma, é possível verificar que a referida resolução apresenta uma preocupação com a preservação e proteção das águas nas comunidades indígenas. A resolução prevê ainda no tópico III, classe II que as águas desta classe devem ser destinadas ao:

Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; a proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA nº 274, de 2000; a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e a aquicultura e à atividade de pesca. (CONAMA, 2005, 5).

No tópico IV terceira classe, a resolução vai destinar as águas:

[...] “ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; a pesca amadora; a recreação de contato secundário; e a dessedentação de animais. (CONAMA, 2005, 6).

Assim, no V tópico e quarta classe a resolução vai garantir e destinar as águas que podem ser realizadas a navegação e a harmonia paisagística. (CONAMA, 2005).

1.6. USO DA PISCICULTURA NO DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

Ao longo dos anos, o vocábulo desenvolvimento sofreu diversas interpretações e conceitos. Para os economistas o conceito de desenvolvimento pretende compreender os chamados problemas ou objetivos econômicos que possuem múltiplas hierarquias. Um recurso raro e versátil.

Foram feitos progressos consideráveis na teoria econômica sobre o desenvolvimento e nos métodos de medição das transformações socioeconômicas. Os sistemas de produção locais precisam de ser reestruturados, mas a concretização destas mudanças exige o estabelecimento

de um novo modelo de desenvolvimento que se concentre nas necessidades regionais e urbanas, criando condições e alternativas para o desenvolvimento local sustentável.

O crescimento económico foi durante muito tempo uma alternativa ao desenvolvimento, mas posteriormente outras dimensões foram gradualmente acrescentadas ao conceito, levando ao surgimento de muitos adjetivos e, assim, aos atuais conceitos de inclusão social, sustentabilidade ambiental e sustentabilidade económica.

A conceituação do desenvolvimento rural sustentável DRS precisa se basear no planeamento participativo orientado: pelo potencial produtivo dos ecossistemas; pelo uso e ocupação do espaço; pela produção de bens que atendam às necessidades básicas; pelos valores culturais; e pela produção de riqueza social, com foco na participação gestão de comunidades.

O conceito de desenvolvimento rural sustentável é uma tarefa, mas ao examinar os elementos que emergem desses estudos, podemos aprofundar nossa compreensão teórica e composição do DRS, aplicado a aquicultura.

A aquicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida. É impossível produzir sem provocar alterações ambientais. No entanto, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso natural e alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas. Esta é uma parte do processo produtivo. Não se desenvolve tecnologia visando aumentar a produtividade sem avaliar os impactos ambientais produzidos.

O desenvolvimento da aquicultura como atividade de subsistência apresenta-se como uma alternativa relevante à pesca extrativista, na perspectiva de proteger de peixes selvagens. Os 17 objetivos e 169 metas que compõem os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) estão em vigor no Brasil desde 2015 (FAO, 2014). Esses objetivos e metas envolvem temas diversos, como erradicação da pobreza, saúde, educação, água e saneamento, energia, segurança alimentar e agricultura, padrões sustentáveis de consumo e produção, proteção e utilização sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, entre outros. Neste sentido a

atividade aquícola pode permear vários destes objetivos colaborando com o desenvolvimento sustentável, (FAO, 2014).

De acordo com o relatório da Organização para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (FAO, 2014), o aumento da atividade aquícola é fundamental para satisfazer a procura de alimentos associada ao crescimento da população global, e cada vez mais pessoas dependem da atividade aquícola para alimentação e rendimento.

Aqui entram os **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Oficialmente, os ODS não são uma métrica de avaliação e mensuração de impacto social, entretanto eles ajudam empresas, projetos e organizações a criarem um norte para as ações, considerando esses objetivos e indicadores. Os ODS e o impacto social estão buscando um mesmo fim que é mudar positivamente, de certa forma, a realidade de uma sociedade, melhorando seu dia a dia, vida, sustentabilidade e economia.

O aumento da atividade aquícola tem contribuído nos últimos anos para a alimentação e fornecimento de proteínas de qualidade a muitas pessoas, especialmente nas zonas rurais pobres, onde os alimentos muitas vezes carecem de nutrientes essenciais. A aquíicultura é considerada o setor de produção de alimentos que mais cresce no mundo (TACON, 2020). No entanto, a FAO (2014), alerta que para continuar a desenvolver-se de forma sustentável, o setor da aquíicultura deve aumentar os esforços para se tornar menos dependente dos peixes selvagens para alimentação e implementar uma maior diversidade de espécies e práticas na aquíicultura.

1.7. TERRAS INDÍGENAS

As Terras Indígenas são legalmente destinadas à posse permanente das comunidades que as ocupam. São criadas pela FUNAI (Fundação Nacional do Índio) e a ocupação se dá com intuito de preservar o habitat e garantir a sobrevivência físico-cultural dos grupos indígenas, (FUNAI, 2023).

Como o próprio nome indica, povos originários são aqueles que descendem dos primeiros habitantes de um território. No caso povos originários

são aqueles que estavam aqui antes da chegada dos europeus – nesse caso, os indígenas. No Brasil, esses povos representam 0,4% da população total do país, segundo dados IBGE (2023). Ao todo, são 305 povos vivendo em território brasileiro, a maioria concentrada na região da Amazônia.

As terras indígenas são grandes responsáveis por garantir a proteção dos biomas brasileiros. Somente 1,6% de todo desmatamento que aconteceu nos últimos trinta anos foi registrado nessas áreas (territórios demarcados ou aguardando demarcação). Por outro lado, as áreas privadas foram responsáveis por 68% da perda de vegetação nativa, (IBGE, 2023).

A conservação das grandes extensões de vegetação das Terras Indígenas garante a manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação climática e do regime de chuvas, a manutenção dos mananciais de água, a estabilidade e fertilidade do solo, controle de pragas e doenças, entre outros. Além de benéficas para a vida na Terra, essas funções também são essenciais à agricultura e à pecuária, e garantem também a manutenção da indústria e do bem-estar nas cidades, (FUNAI, 2023).

As terras são o suporte da cultura e do modo de vida das 305 etnias indígenas. Elas são fundamentais para a reprodução física e cultural desses grupos, para a manutenção de seus modos de vida tradicionais, seus saberes e expressões culturais, as quais fazem parte do patrimônio cultural brasileiro.

Demarcação de terras indígenas significa a garantia da diversidade cultural e étnica, assim como a proteção ao patrimônio histórico e cultural brasileiro – o que caracteriza um dever da União e das Unidades Federadas. A demarcação de terras indígenas garante a proteção do meio ambiente e da biodiversidade, o que também é um direito constitucional.

De acordo com a Constituição Federal, Art. 231 vigente, os povos indígenas detêm o direito originário e o usufruto exclusivo sobre as terras que tradicionalmente ocupam.

De acordo com a FUNAI (2023), as fases do procedimento demarcatório das terras tradicionalmente ocupadas, abaixo descritas, são definidas por Decreto da Presidência da República e atualmente consistem em:

Em estudo: Realização dos estudos antropológicos, históricos, fundiários, cartográficos e ambientais, que fundamentam a identificação e a delimitação da terra indígena.

Delimitadas: Terras que tiveram os estudos aprovados pela Presidência da Funai, com a sua conclusão publicada no Diário Oficial da União e do Estado, e que se encontram na fase do contraditório administrativo ou em análise pelo Ministério da Justiça, para decisão acerca da expedição de Portaria Declaratória da posse tradicional indígena.

Declaradas: Terras que obtiveram a expedição da Portaria Declaratória pelo Ministro da Justiça e estão autorizadas para serem demarcadas fisicamente, com a materialização dos marcos e georreferenciamento.

Homologadas: Terras que possuem os seus limites materializados e georreferenciados, cuja demarcação administrativa foi homologada por decreto Presidencial.

Regularizadas: Terras que, após o decreto de homologação, foram registradas em Cartório em nome da União e na Secretaria do Patrimônio da União.

Interditadas: Áreas Interditadas, com restrições de uso e ingresso de terceiros, para a proteção de povos indígenas isolados.

A proteção das terras indígenas e a garantia de segurança alimentar como uma das ações as comunidades vulneráveis (povos originários).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo caracterizar, através da geomorfometria, a Bacia do Rio Iguatemi, no Sul do Estado de Mato Grosso do Sul, demonstrando a viabilidade, sustentabilidade e a eficiência da produção piscícola para um modelo de desenvolvimento rural sustentável.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar através de índices geomorfométricos se a bacia é ou não suscetível a enchentes ou não através do uso de *software Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM);

- Utilizar o Modelo Digital de Elevação (MDE) para Delimitação de Bacias Hidrográficas, mapear a bacia e suas sub-bacias, localizar e delimitar os viveiros escavados ao longo da bacia do rio Iguatemi;

- Quantificar as áreas de lâmina d'água através do uso dos *softwares*.

- Verificar os índices relevância dos indicadores da sustentabilidade, social, econômico e ambiental na bacia do Rio Iguatemi;

- Identificar Terras Indígenas através do uso dos *softwares*;

- Verificar os índices de Nitrogênio e Fosforo durante a criação dos e na despensas.

3. MATERIAIS E METODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, localizada no sul do Estado de Mato Grosso do Sul. O rio Iguatemi é um dos muitos afluentes da margem direita do rio Paraná. O Rio Iguatemi está localizado no extremo sul do estado de Mato Grosso do Sul (FIGURA 1), e é caracterizado por um rio de planície com um curso sinuoso e extensa área alagada. Tem cerca de 235 km de comprimento e atinge cerca de 520 m de altitude. A vegetação típica da região é a mata atlântica, que alterna com florestas estacionais semidecíduais. O rio Iguatemi deságua no rio Paraná entre os municípios de Mundo Novo / MS e Eldorado a uma altitude de 226 m, cerca de 20 km acima das extintas Sete Quedas, próximo ao município de Guaíra / PR (KLEIN e FEIDEN, 2022).

A nascente do Rio Iguatemi está localizada entre os municípios de Amambaí e Coronel Sapucaia, e sua bacia hidrográfica é responsável pelo abastecimento de nove municípios do Cone-sul: Amambaí, Coronel Sapucaia, Eldorado, Iguatemi, Japorã, Mundo Novo Paranhos, Sete Quedas e Tacuru (Figura 02). A agricultura e a pecuária são atualmente os principais setores econômicos da região, enquanto no passado havia um uso intensivo de madeira que, junto com a agricultura, levou ao desmatamento de grande parte da bacia (SÚAREZ e PETRERI JUNIOR, 2006).

O clima nessa região é predominantemente tropical, com inverno quente e seco, apresentando temperaturas oscilando próximas a 5°C no início do inverno e temperaturas elevadas no fim da primavera. As precipitações apresentam variação sazonal com distribuição mais regular das chuvas ao longo dos meses do ano, com os maiores valores ocorrendo em dezembro e janeiro (em torno de 150 mm) e, os menores valores ocorrendo nos meses de julho e agosto (em torno de 50 mm). De acordo com dados da SEMA/IMASUL (2023), o balanço hídrico climatológico nesta bacia hidrográfica mostra que não existe deficiência hídrica, mas um excesso anual de 697 mm e uma evapotranspiração real anual de 963 mm.

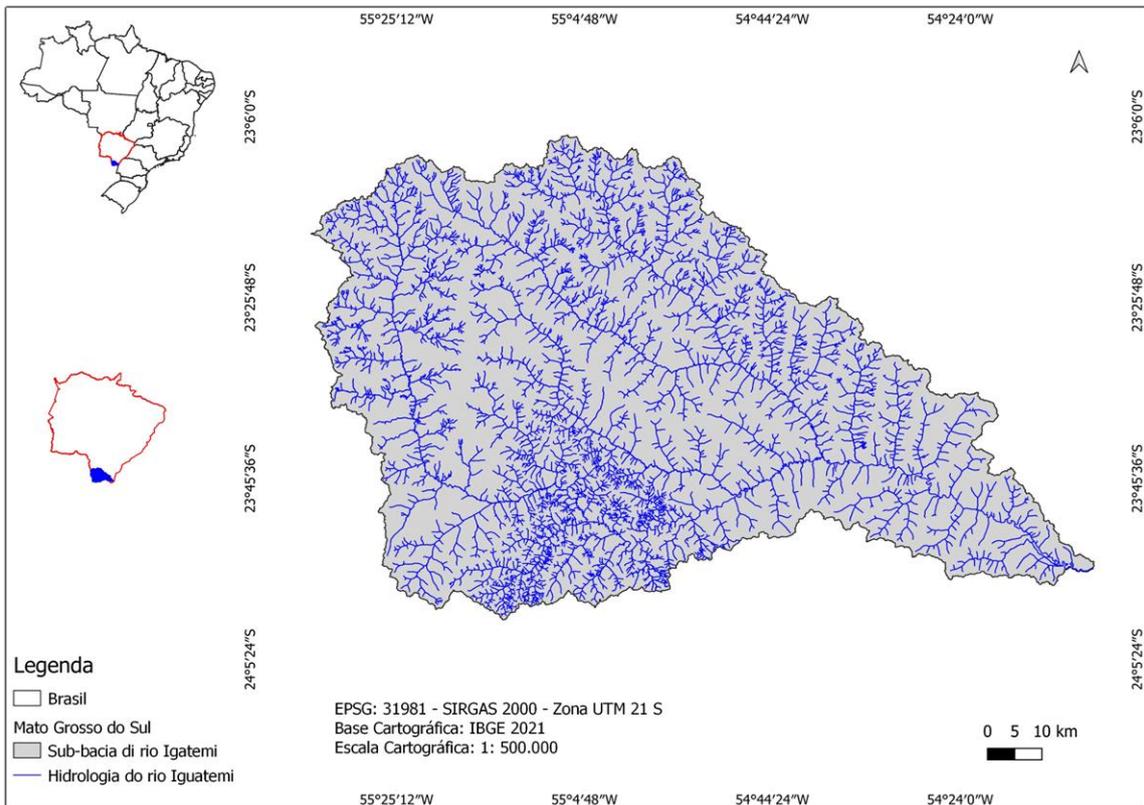


Figura 1: Localização da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi - MS. Fonte Autores 2023.

Para análise das características físicas, da vegetação, do rio Iguatemi e da rede de drenagem, obteve-se primeiramente um Modelo Digital de Elevação (MDE) da missão SRTM (Missão Topográfica de Radar Embarcado), conhecido como interferometria SAR, disponível na Science for a *changing world* - USGS (USGS, 2022), e posteriormente uma imagem de uso e cobertura da terra hospedada no MapBiomas (MapBiomas, 2019). Os mapas gerados foram derivados de dados *raster* (imagens) e para isso, utilizou-se os módulos do GRASS, GDAL, IDW e SAGA contidos em um Sistema de Informação Geográfico (SIG) de código aberto, utilizado em aplicações, tais como: gestão, análise e visualização de dados geoespaciais; processamento de imagens, gráficos e mapas. Todo o processamento e interpretação dos dados foram realizados com o auxílio do software de geoprocessamento QGIS 3.22 (QGIS, 2021).

3.2. DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI

A malha do limite da microbacia e do sistema de drenagem foram obtidos através do MDE, utilizando os módulos do GRASS, através do menu processar do QGIS, usando o plug-in r.watershed e extraíndo a rede de drenagem e o segmento de fluxo (rios). Para a delimitação do limite da bacia foi utilizado o plug in r.water.outlet.

3.3. CÁLCULOS DE ÍNDICES GEOMORFOMÉTRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI

Foram calculados os índices morfométricos da área da bacia (A), perímetro da bacia hidrográfica (P), comprimento axial da bacia (E), comprimento do curso principal (L), comprimento total dos cursos da bacia (Lt), comprimento vetorial entre os extremos do curso principal (Lr), amplitude da bacia (H), fator de forma (Kf), densidade de drenagem (Dd), índice de sinuosidade (Is), razão de alongamento (Er), tempo de concentração (Tc), razão relevo relativo (Rrl), índice de circularidade (Ic) e coeficiente de compacidade (Kc), cota mínima Cotmin), média (Cotmed) e máxima (Cotmax) do terreno.

3.3.1 FATOR DE FORMA (Kf)

O fator de forma, relaciona a forma da bacia com a forma de um retângulo conforme apresentado na equação 1, (Cardoso, *et al.* 2006). A forma da bacia, como a configuração do sistema de drenagem, pode ser afetada por certas características como a geologia. Podem exercer sobre alguns processos hidrológicos ou sobre o comportamento hidrológico da bacia. De acordo com Villela e Mattos (1975), uma bacia que possua seu fator de forma baixo é menos exposta a enchentes comparada com outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior como mostrado na tabela 1. O fator de Forma (Kf) foi determinado, utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Equação 1} \quad F = \frac{A}{L^2}$$

Sendo o Kf: fator de forma, A área de drenagem (m²) e L o comprimento do eixo da bacia (m).

3.3.2 COEFICIENTE DE COMPACIDADE (Kc)

O coeficiente de compacidade, relaciona o perímetro da bacia com o perímetro de um círculo de mesma área da bacia, como apresentado na equação 2, (Cardoso, *et al.* 2006). Segundo Villela e Mattos (1975), fala que o coeficiente de compacidade é um número adimensional, que pode variar com a forma da bacia, independente do seu tamanho. Quanto mais irregular a bacia é, maior será o coeficiente de compacidade. O coeficiente mínimo igual à unidade corresponde a bacia circular e para uma bacia alongada o valor é significativamente superior a 1. Uma bacia com maior suscetibilidade a enchentes mais acentuadas quando seu Kc for mais próximo da unidade como mostrado na tabela 1. O Kc foi determinado baseado na seguinte equação:

$$\text{Equação 2} \quad Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Sendo que Kc o coeficiente de compacidade, P o perímetro (m) e A área de drenagem (m²).

3.3.3 ÍNDICE DE CIRCULARIDADE (Ic)

O índice de circularidade relaciona a área da bacia com a área de um círculo de perímetro igual ao da bacia, como apresentado na equação 3, Cardoso, *et al.* (2006). Coincidente com o coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma se torna alongada como mostrado na tabela 1. Para isso, utilizou-se a seguinte equação:

$$\text{Equação 3} \quad Ic = \frac{12,57 * A}{P^2}$$

Sendo que Ic é o índice de circularidade, A área de drenagem (m²) e o Perímetro (m).

Tabela 1: Fatores de Interpretação ambiental da sub-bacias hidrográficas.

Fatores	Valores e Classificação			
Kf	1,0 – 0,75	0,75 – 0,50	0,50 – 0,30	<0,30
lc	1,0 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60 – 0,40	<0,40
Kc	1,0 – 1,25	1,25 - 1,50	1,50 – 1,70	>1,70
Formato	Redonda	Mediana	Oblonga	Comprida
Interpretação ambiental da bacia	Alta tendencia a enchente	Média a tendencia a enchente	Baixa a tendencia a enchente	Tendencia a conservação

Fonte: adaptada de DORNELLAS (2020)

3.3.4 DENSIDADE DE DRENAGEM (Dd)

Relaciona a soma total dos comprimentos dos canais com a área total da bacia no qual verifica a velocidade da drenagem como apresentado na equação 4, (Cardoso, *et al.* 2006). O sistema de drenagem é constituído pelo rio principal e seus afluentes. A densidade de drenagem mostra a maior ou menor velocidade com que a água deixe a bacia hidrográfica, o índice mostra o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, fornecendo uma indicação da eficiência da drenagem da bacia. A densidade mostra a relação entre os somatórios dos comprimentos de todos os canais da rede – sendo eles perenes, intermitentes ou temporários – e a área total da bacia.

Equação 4
$$Dd = \frac{L_t}{A}$$

Sendo Dd a densidade de drenagem (Km/Km²), Lt é o comprimento total de todos os canais (Km) e A área de drenagem (Km²).

Tabela 2: Densidade de drenagem e sua interpretação

Dd	Tipo	Interpretação ambiental da bacia
<1,5	Baixa	Baixo escoamento superficial maior infiltração
1,50 -2,50	Média	Tendência mediana de escoamento superficial
2,5 – 3,0	Alta	Alta tendência ao escoamento e enxurradas
>3,0	Muito alta	Alta tendência ao escoamento superficial, enxurrada e erosão

Adaptado de Vale et al., 2021.

3.3.5 ÍNDICE DE SINUOSIDADE (Is)

O índice de sinuosidade relaciona o exultório do rio principal e sua nascente mais distante com o comprimento do canal principal do rio como apresentado na equação 5, Morsoleto et al., 2022.

O índice de sinuosidade expressa a velocidade de escoamento do canal principal, portanto a velocidade de escoamento será menor como indicado na tabela 3. Valores de I_s próximo a unidade indicam canais retilíneos, valores de I_s superior a dois indicam canais sinuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais Santos, *et al.* 2012.

Equação 5
$$I_s = \frac{100*(L-L_r)}{L}$$

Sendo I_s o índice de sinuosidade (m), L é o comprimento do canal principal do rio (m) e L_r é a distância do exutório e a nascente mais distante (m).

Tabela 3: Índices de sinuosidade de bacias hidrográficas

I_s (%)	Classe
<20	Muito reto
20 – 29	Reto
30 – 39	Divagante
40 – 50	Sinuoso
>50	Muito sinuoso

Fonte: Adaptada de Romero, *et al.* 2017

3.3.6 RAZÃO DE ALONGAMENTO (E_r)

A razão de alongamento relaciona o diâmetro da área com o comprimento do eixo da bacia Morsoleto *et al.*, 2022 como apresentado na equação 6. Na tabela 4, são indicados valores de referência da razão de alongamento de bacias e sua interpretação.

Equação 6
$$E_r = \frac{1,128*\sqrt{A}}{E}$$

Sendo E_r a razão de alongamento (m), A indica a área total da bacia (m^2) e o E indica o comprimento do eixo da bacia (m).

Tabela 4: Mostra os valores de referência da razão de alongamento e sua interpretação

E_r	Interpretação
>0,9	Bacia Circular
0,8 – 0,9	Bacia Ovais
<0,7	Bacia Alongada

Fonte: adaptada de Dornellas (2020).

3.3.7 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (T_c)

A literatura indica várias definições para o tempo de concentração, junto com processos de estimativa relacionados. O tempo de concentração equivale ao tempo gasto para a gota de chuva mover-se do ponto mais afastado da bacia até o exutório. Também pode ser determinado como o tempo necessário para o escoamento superficial alcançar o equilíbrio. Ou declarado como o tempo necessário para uma gota d'água deslocar-se superficialmente do ponto mais distante (em percurso hidráulico) da bacia até seu exutório (Almeida, *et al.* 2013). De acordo com a equação 7.

$$\text{Equação 7} \quad T_c = 57 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Sendo T_c o tempo de concentração (min), L é o comprimento da bacia do exutório ao ponto mais elevado da bacia (Km) e o H é o desnível entre o exutório e o ponto mais elevado da bacia (m).

3.3.8 RAZÃO DE RELEVO RELATIVO (RrL)

Razão relevo relativo, é a relação da amplitude altimétrica e o perímetro da bacia Morsoleto *et al.*, 2022, como demonstrado na equação 8.

$$\text{Equação 8} \quad Rv = \frac{H}{P} \quad \text{onde } p(\text{m}) \text{ e } H(\text{m})$$

Sendo RrL a Razão de Relevo Relativo (m), P é o perímetro da bacia (m) e o H é o desnível entre exutório e o ponto mais elevado da bacia (m).

3.3.9 ÍNDICE DE RUGOSIDADE (I_r)

E o produto entre a amplitude e a densidade de drenagem. Maior declividade contribui para o aumento do escoamento superficial (SOUZA *et al.*, 2017).

$$\text{Equação 9} \quad I_r = HxDd$$

3.3.10 COEFICIENTE DE MANUTENÇÃO (Cm)

E a razão entre a área mínima e densidade de drenagem. Segundo Souza et al (2017), Área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento.

$$\text{Equação 10 } Cm = \frac{1}{4xDd}$$

3.3.11 ÍNDICE DE HIPSOMETRIA (Hi)

Relaciona a distribuição das altitudes da bacia. Explica a distribuição das altitudes na bacia, onde a cota (m), (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Equação 11

$$Hi = \frac{CotaMed - Cotamin}{CotaMax - CotaMin}$$

3.3.12. GRADIENTES DE CANAIS (Gc)

Relaciona a altitude máxima da bacia com o comprimento do canal principal e indica o comportamento da declividade na bacia (expresso em %).

$$\text{Equação 12 } Gc = \frac{cotamax}{L}$$

Gradiente baixo indica declividade baixa e, por sua vez, maior risco de enchente, (SANTOS et, al., 2012).

3.4. MAPEAMENTO DE DECLIVIDADE E ALTITUDE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI

O mapa de declividade foi adquirido por MDE do site Topodata (2021). DATUM, SIRGAS 2000 UTM, para o fuso 21 Sul, e recortadas com o a máscara do limite da Bacia do Rio Iguatemi, e tratados para a declividade tabela 5, e altitude de acordo em abas específicas no software QGIS, versão 3.22.14 Biatowieza. As classes de relevo foram classificadas de acordo com Embrapa (2013).

Tabela 5: Classes de relevos em função do percentual de declividade

Valor	Classe de relevos
0 – 3%	Relevo Plano
3 – 8%	Relevo suavemente ondulado
8 – 20%	Relevo ondulado
20 – 45%	Relevo fortemente ondulado
45 – 75%	Relevo montanhoso
Superior a 75%	Relevo fortemente montanhoso

Fonte: Embrapa (2013).

3.5. MAPEAMENTO DO TIPO DE SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI

Com relação ao tipo de solo da sub bacia do rio Iguatemi, obteve-se os dados através das informações disponíveis no GEOINFO. Após isso, efetuou-se o recorte das informações, respeitando o limite da bacia. Posteriormente, em propriedades do item, inseriu-se os tipos de solo a partir da simbologia graduada, sendo eles, Latossolo vermelho distrófico; Latossolo vermelho eutrófico; Neossolo flúvico distrófico; Neossolo regolítico eutrófico e Nitossolo vermelho eutrófico.

3.6. MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI

Os dados do uso e ocupação do solo, foram obtidos do projeto Mapbiomas, em formato raster (GeoTiff), escala 1:100 000 e com resolução espacial de 30 metros (MAPBIOMAS, 2019). De acordo com Neves et al. (2020) esta ferramenta possui a finalidade de produzir mapas de cobertura e uso da terra no Brasil, e fornecer informações estatísticas em diversas escalas. Os mapas elaborados possibilitam identificar as diversas modalidades do uso do solo, tais como: áreas urbanas; florestais; agrícolas; de pastagens; de reflorestamento. Sua criação veio da necessidade de atualizações sobre as constantes mudanças que ocorrem na dinâmica de uso da terra em território nacional.

3.7. ALDEIAS INDÍGENAS QUE COMPÕEM A BACIA DO RIO IGUATEMI

A verificação e localização geográfica das Terras Indígenas foram obtidos pelo Sistema de Projeção Geográfica, DATUM, SIRGAS 2000 UTM 21S.

3.8. MAPEAMENTO DE RODOVIAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI

Obtenção e padronização de dados e mapeamento das rodovias que cortam a bacia do Rio Iguatemi, foram utilizados os Modelos Digitais de Elevação possuíam resolução espacial de 30 m e 8 bits, foram obtidos no site Topodata (2023) INPE (2023). Os vetores dos municípios e das malhas viárias foram obtidos no site do IBGE (2020). Todos os foram reprojitados para o DATUM, SIRGAS 200 0, Projeção Cônica Equivalente de Albers. Foram tratados no software livre QGIS, na versão 3.22.14.

3.9. AQUISIÇÃO DE DADOS UTILIZANDO IMAGENS DO GOOGLE EARTH

A identificação e a quantificação das estruturas dos viveiros escavados na região da microbacia hidrográfica foram realizadas através da utilização do software Google Earth, (2022). Os viveiros foram classificados em quatro classes, de acordo com seu tamanho, adaptado de Werneck et al., (2023):
Classe I – viveiros de pequeno porte: viveiros com área variando entre 300 m² e 3000 m²;
Classe II – viveiros de médio porte: viveiros com área variando entre 3.001 m² e 5.000m²;
Classe III – viveiros grandes porte: viveiros com área variando entre 5.001m² e 10.000m².
Classe IV - viveiros muito grande porte: viveiros com área superior a 10.000m².

Os viveiros com áreas inferiores a 300 m² foram descartados, podem ser confundidos com bebedouro de gado ou outra lâmina de água não produtiva.

3.10. PRODUÇÃO PISCÍCOLA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI

Foi realizada pesquisa exploratória no banco de dados da Pesquisa Pecuária Municipal, no site do IBGE (2023). Com os dados foram calculados a produção para os municípios fronteiriços a bacia, além da produção por espécies.

3.11. CÁLCULO DE APORTE DE NITROGÊNIO TOTAL E FÓSFORO TOTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUATEMI

Os cálculos de nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) residual no ambiente, e os volumes incorporados como efluentes do cultivo foram calculados com base no estudo realizado por Coldebella (2020), para este cálculo foi considerado a área de cultivo e a biomassa, referentes aos viveiros estudados, conforme Tabela 6.

Tabela 6: Classes de viveiros e os valores de referência utilizados para os cálculos de Nitrogênio total e fósforo total aportados durante as fases de criação e despesca.

Classes	Valores de Referencia			
	Criação		Despesca	
	Nitrogênio (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)	Nitrogênio (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)
Classe I	2.047,70	261,91	54,59	16,47
Classe II	1.951,05	197,30	120,49	26,11
Classe III	2.055,85	260,99	81,56	12,18
Classe IV	2.055,85	260,99	81,56	12,18

Fonte: adaptado de Coldebella, 2020.

Com estes dados, foram calculados a descarga de Nitrogênio e Fósforo em relação à área de um hectare e para a totalidade de viveiros das classes nas respectivas áreas da bacia do Rio Iguatemi.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros morfométricos da bacia do rio Iguatemi podem ser vista na tabela 7. A bacia do Rio Iguatemi possui área de 8.222,28 km², comprimento axial da bacia de 159,55 km possuindo um rio principal com extensão de 322,18 km. A bacia possui uma densidade de drenagem de 0,779, este índice indica um risco de enchente Médio, possuindo uma densidade baixa de escoamento superficial, (VILELLA e MATOS, 1975).

Tabela 7: Parâmetros morfométricos da microbacia do Iguatemi, pertencente a Bacia Hidrográfica do Paraná, localizada na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS	ÍNDICES
Área - Km ² (A)	8.222,28
Perímetro - Km (P)	716,358
Comprimento Axial da Bacia Km (E)	159,552
Curso Principal – Km (L)	322,18
Comprimento total dos cursos bacia – (Lt)	6402,01
Comprimento vetorial entre os extremos do curso principal (Lr)	151,67
Coefficiente de Compacidade (Kc)	2,2120
Fator de Forma (F)	0,323
Índice de Circularidade (Ic)	0,201
Densidade de Drenagem Km/Km ² (Dd)	0,779
Tempo de Concentração (Tc)	76:25
Índice de Sinuosidade (Is)	52,92
Razão de Alongamento (Er)	0,64
Razão de Relevo Relativo (Rv)	0,0005
Coefficiente de Manutenção - Km ² (Cm)	142,54
Índice de Rugosidade (Ir)	0,19
Índice de Rugosidade	292,72
Gradientes de Canais (Gc)	0,00185

Fonte: Autores

De acordo com o tabela 7, avaliou-se a forma da bacia, os índices de fator de forma (F) com 0,323, o coeficiente de compacidade (Kc) 2,2120 e o índice de circularidade (Ic) com 0,201, que comparados com os valores de

referências, mostram que a bacia do Rio Iguatemi possui uma tendência a conservação, possuindo baixo risco de ocorrência de grandes enchentes, com forma oblonga (DOS SANTOS et al., 2012; SERVIDONI et al., 2021; MORSOLETO et al., 2022).

A bacia do Rio Iguatemi possui o índice de sinuosidade de 52,92, considerado muito sinuoso, conforme Marinho et al. (2016). A razão de relevo relativo da bacia foi de 0,005, e a razão de alongamento de 0,7 indica que a bacia possui forma alongada. O tempo de concentração de 76 horas e 25 minutos indica o tempo necessário para que a bacia disperse o aporte de água ao exultório.

O coeficiente de manutenção calculado para a bacia foi de 142,54 para a área e evolução da drenagem, este índice calcula a área mínima que a bacia necessita para a manutenção de um metro de canal fluvial seu resultado é mostrado em m^2/m , conforme visto no trabalho de Santos e Morais (2012).

O índice de rugosidade obtido para a bacia foi de 292,72, mostrando que a bacia não é propensa a grandes picos de vazão, pois para Sreedevi et al. (2013), as bacias que possuem valores mais altos de rugosidade são muito suscetíveis à erosão.

A bacia do rio Iguatemi possui um relevo diversificado, variando entre o plano até o montanhoso, (Figura 02). O suave ondulado corresponde a 58,78%, ondulado 22,26% e plano 18,25%, somando 814.147,91 ha. O valor da Razão de relevo relativo encontrado para a bacia do Rio Iguatemi foi de 0,0005 como indicado pelo tabela 7. Conforme Capoane (2020), áreas com baixos valores de RrL que foi o caso da bacia estudada, são menos propensas à erosão quando comparadas com áreas com valores maiores.

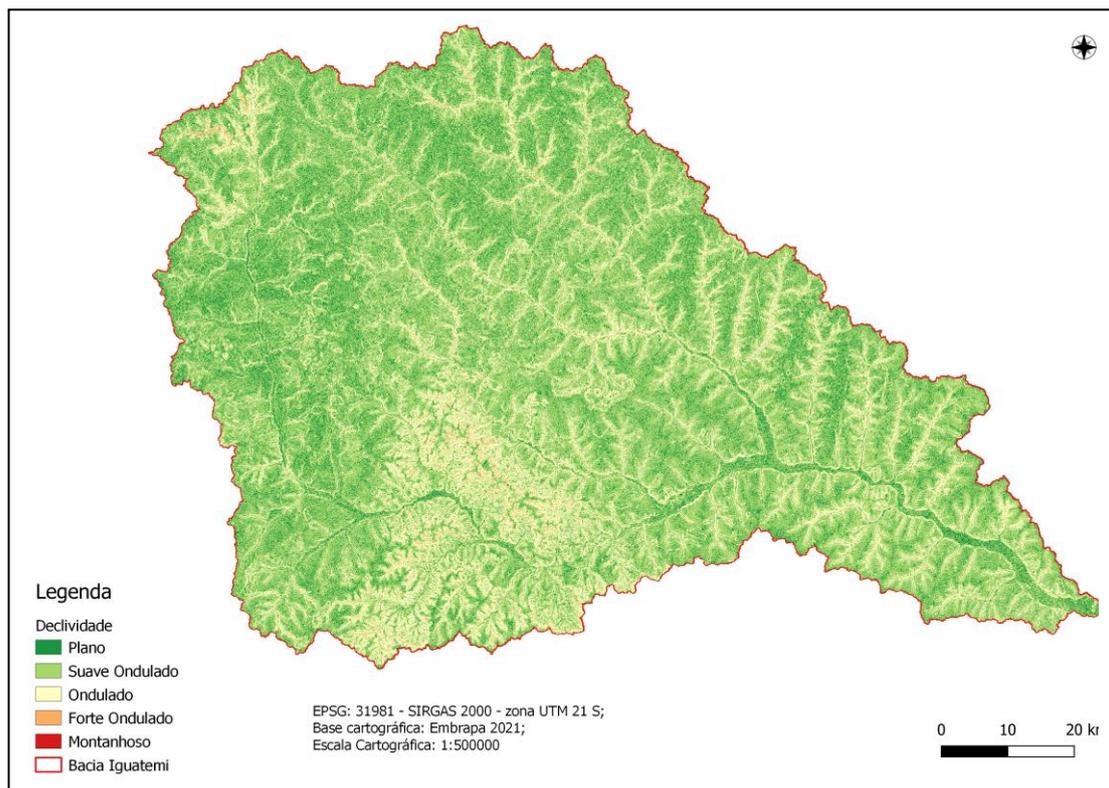


Figura 2: Mapa de declividade da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.

Foram obtidos os parâmetros de altimetria, declividade, tipo de solo e uso e cobertura do solo (figura 03). O ambiente apresentou valores de altitudes variando entre 216 a 599 m, sendo considerada baixa de acordo com Francisco et al. (2019), aonde grande parte da bacia encontra-se em altitudes intermediárias, tais como 380 m (29,31%) a 435 m (5,66%), além disso, a declividade apresentou-se majoritariamente como suave ondulado (58,78%) e ondulado (22,26%), valores compreendidos entre 3% a 20% (tabela 5). Esses parâmetros são determinantes para construção de viveiros, seja ela escavada ou açudes, pois quanto maior a inclinação do terreno, maior será os gastos, dificultando a construção, sendo preferíveis locais planos (REZENDE; BERGAMIN, 2013), o que não foi possível observar quando considerado somente a Bacia do Rio Iguatemi.

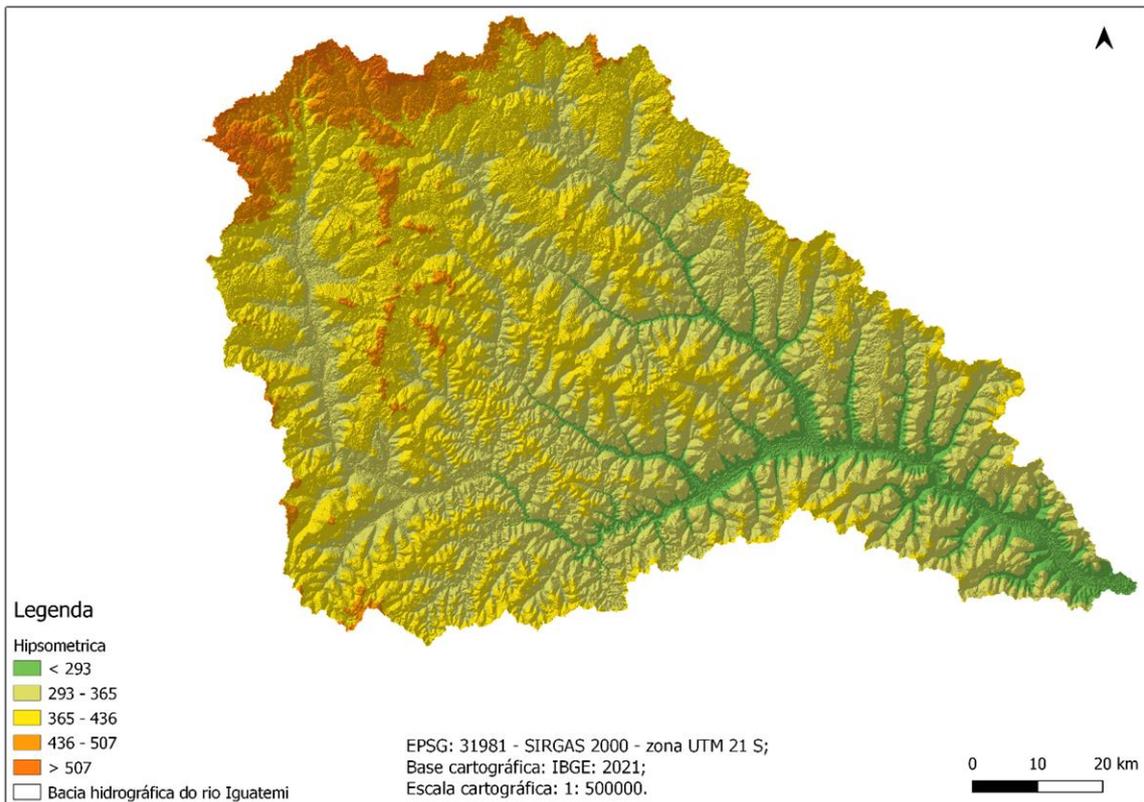


Figura 3: Mapa de altimetria da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.

A respeito dos solos apresentado na figura 4, a Bacia do Rio Iguatemi, houve predominância de Latossolo Vermelho (41,82%), seguida por Neossolo Quartzarênico (27,84%), Argissolo Vermelho Amarelo com (18,36%), Argissolo Vermelho com (8,89%), e os demais estiveram abaixo de 3% de área ocupada (Figura 02). De acordo com os “scores” estabelecidos por Francisco et al (2019) cerca de 96,91% do total da área estudada se enquadram como sendo solos aptos à construção de viveiros escavados, entre as áreas adequadas e totalmente adequadas.

Houssain et al. (2007) e Boyd et al., (2007), notaram que solo muito permeável são menos adequados à construção de viveiros escavados, devido à perda de água através de infiltrações e vazamentos, aumentando a demanda por água e bombeamento e como consequência a elevação de custos. Para Francisco et al. (2019), infiltração em excesso geralmente resulta da seleção incorreta do local e, por isso, os tipos de solos devem ser identificados previamente, durante a escolha da área do empreendimento.

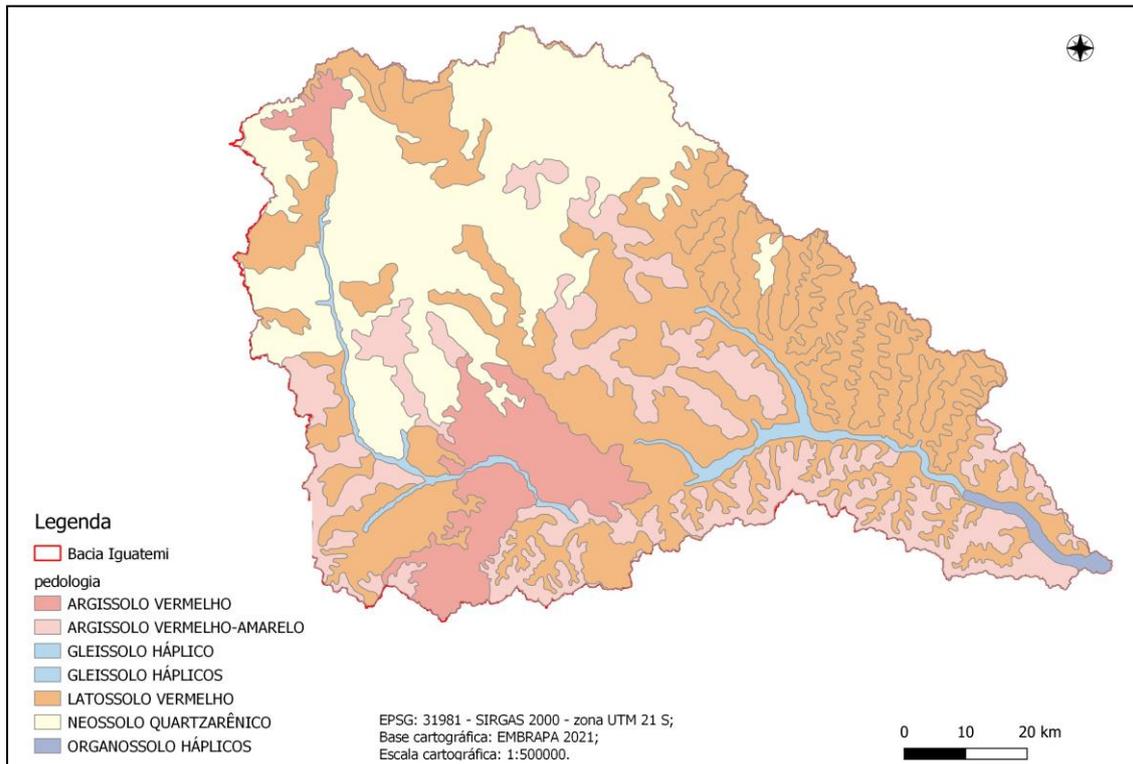


Figura 4: Mapa de tipos de solos da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.

Com relação ao uso e cobertura do solo figura 5, encontrou-se principalmente pastagem com (56,06%), seguida por outras lavouras, como mandioca e milho com (18,87%), soja com (10,29%), florestal natural (9,47%), e formação natural não floresta (3,92%), os demais não passaram de 1%. Isso demonstra que o ambiente apresenta grandes áreas de monocultura, devido a presença de Latossolo Vermelho e Neossolo Quartzarênico, pois apresenta alta fertilidade natural e possuem elevadas profundidades, apresentando alto potencial agrícola, porém, é necessário realizar a correção de acidez (DOS SANTOS; ZARONI, 2021).

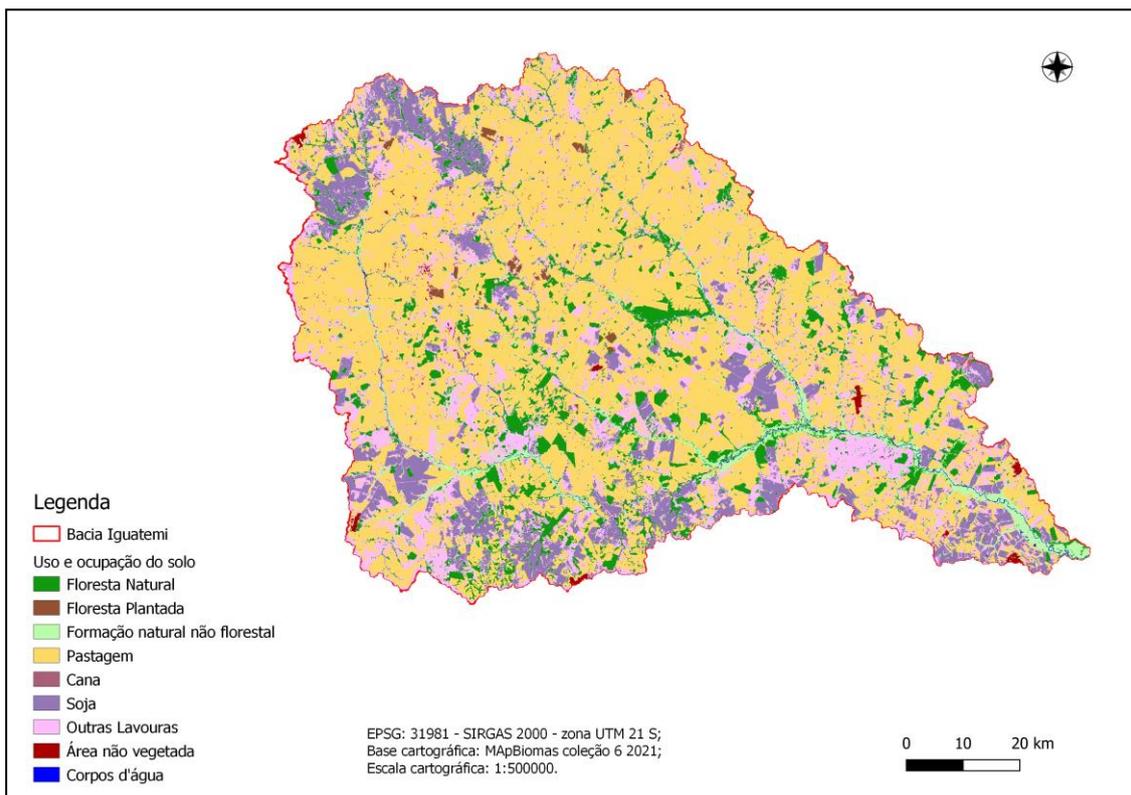


Figura 5: Mapa de uso e ocupação de solo da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.

Foram localizadas 10 terras Indígenas na bacia do Rio Iguatemi Figura 6, sendo que a nascente do Rio Iguatemi esta área de Terra Aldeia Taquaperi, no município de Coronel Sapucaia. As demais Terras Indígenas estão localizadas em outros 4 municípios: Japorã 01 (Porto Lindo), Sete Quedas 01: (Sombrerito), Paranhos 5 (Arroio-Kora, Pirajui, Potrero Guacu, Sete Cerros e Takuaraty/Yvykuarusu) e Tacuru (Jaguaripé e Sassoro), Tabela 8. É fundamental que povos indígenas e comunidades tradicionais tenham instrumentos e recursos para promover a gestão, o uso sustentável e a proteção de seus territórios, voltados a atender suas necessidades atuais e futuras, com respeito e reconhecimento de seus valores socioculturais, (IBGE, 2023).

De acordo com a FUNAI (2023), as aldeias Porto Lindo, Jaguapiré, Pirajuí, Sassoró e Taquaperi são Terras Indígenas “Regularizadas”. As Terras Indígenas Sombrerito e Potrero Guaçu são consideradas “Declaradas”. As Terras Indígenas Arroio-Kora, Sete Cerros e Takuaraty/Yvykuarusu, são consideradas “homologadas”.

Tabela 8: Características Gerais das Terras Indígenas na Bacia do Rio Iguatemi, Sul do Estado de Mato Grosso do Sul

Município	N* TI	Área (ha)	Área TI (ha)	População (TI)	% **	DTI ***	% TI
Japorã	01	41.939,70	9.517,96	4.030	49,45	42,34	22,69
Tacuru	02	178.532,20	1.932,77	2.422	22,40	125,31	1,08
Sete Quedas	01	83.373,30	12.912,27	209	1,90	1,61	15,48
Paranhos	05	130.915,60	7.160,06	599	4,63	8,36	5,46
Coronel Sapucaia	01	102.915,90	1.817,17	3.339	23,57	183,74	1,76
Total	10	537.676,70	33.340,23	10.599	-	-	-

Notas: *Número de aldeia por Município na Bacia do Rio Iguatemi.

**Porcentagem populacional de indígena em relação a população do município.

*** Densidade demográfica Indígenas em relação as Terras Indígenas.

Fonte: autores 2023.

A Terra Indígena, Porto Lindo localizada no município de Japorã, se destaca por ter uma escola das series iniciais até o Ensino Médio. Isso trouxe melhorias no ensino, principalmente para os alunos do Ensino Médio, pois eles se deslocavam, até a cidade mais próxima (Jacareí), para estudar no ensino noturno. Hoje eles possuem uma escola dentro da aldeia, com uma estrutura excelente e com tecnologia de ponta. Além disso possui transporte escolar que trazem os alunos de todos os pontos da aldeia até a escola. Outro ponto fundamental foi a criação de um polo da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, (2023), que trouxe grandes benefícios para os indígenas que desejam cursar um nível superior (**Licenciatura Intercultural Indígena "TEKO ARANDU"**).

Estas políticas públicas consolidados, nos quais garantem segurança alimentar, acesso a educação (series iniciais, fundamental I e II, ensino médio e nível superior), segurança alimentar, saúde (diminuíram a mortalidade infantil e o suicídio), na agricultura (garantias de insumos, sementes de qualidades, tratores e maquinários) garantem a produção para o sustento das famílias, são fundamentais para a comunidades na gestão dos seus recursos próprios, produzem resultados duradouros.

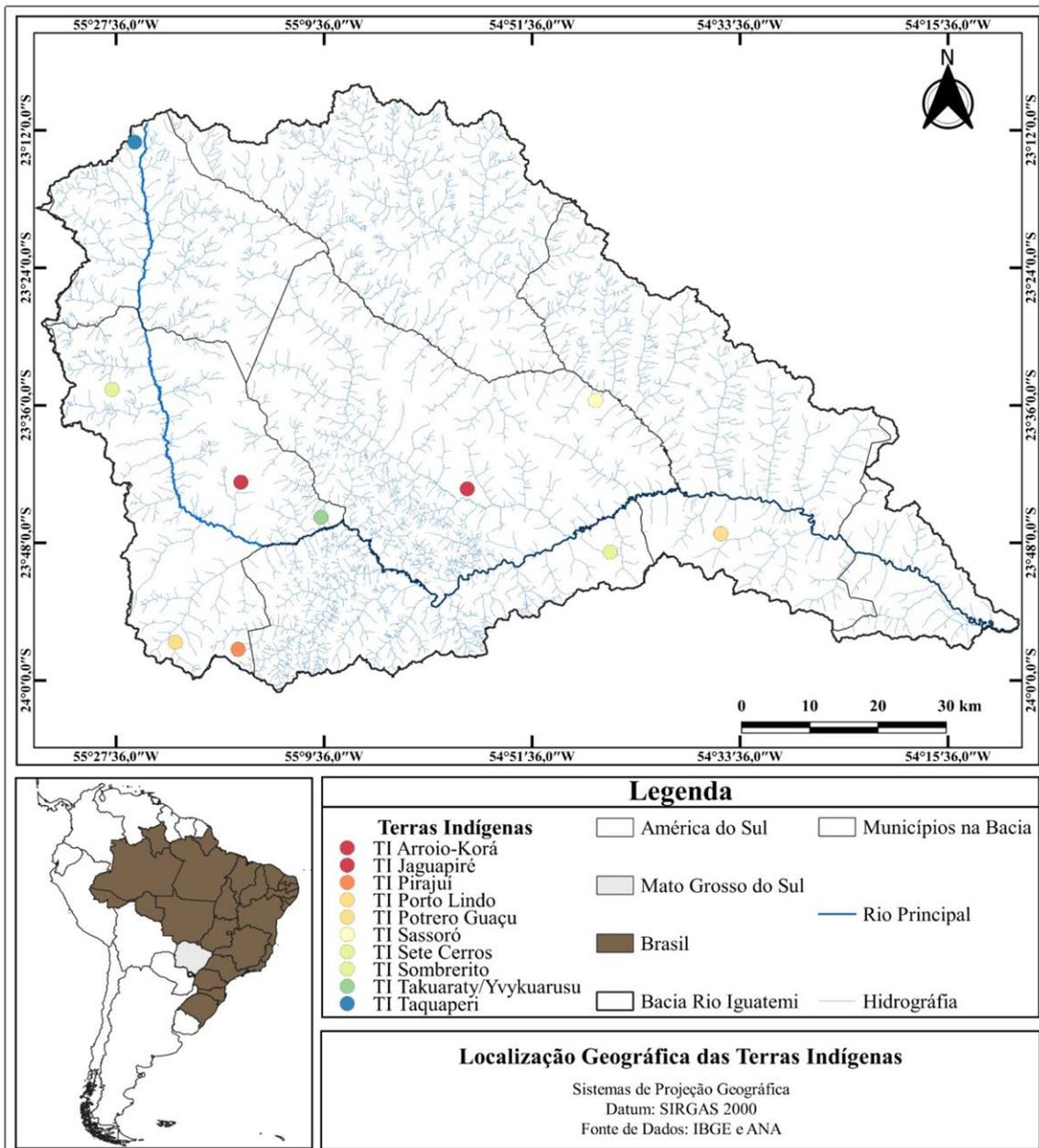


Figura 6: Mapa das Reservas Indígenas da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023

De acordo com a tabela 8, verificamos que o município com maior área territorial é Tacuru com 178.532,20 ha, com uma extensão territorial de 1.785,32 km², onde a pecuária de corte aparece como atividade mais importante. O Município de Japorã é o que possui a menor extensão territorial com 3.193,54 km², e possuindo 41.939,70 ha. A atividade agrícola aparece como a principal fonte de renda, porque é assentamento voltado a agricultura familiar.

Os nove municípios que que a sub bacia do Rio Iguatemi agrega, apresentam características semelhantes quanto aspectos clima e relevo conforme a tabela 9.

Tabela 9: Características dos Municípios que Compõem a Sub Bacia do Rio Iguatemi

Município	Clima	Solo	Relevo	IDH		
				1990	2000	2010
Amambai	A precipitação média anual está entre 1.400 e 1.700 mm, sendo bem distribuída durante o ano todo.	Predomínio de Latossolo Vermelho-escuro álico, de textura, média associado a Areias Quartzosas, o qual tem ocorrência mais significativa na porção centro-sul do município.	Predominam os relevos planos e dissecados com topos tabulares. Os de dissecação ocupam aproximadamente 60% da área do município, a declividade máxima é de 5°	0,447	0,576	0,673
Coronel Sapucaia	Subtropical do sul de Mato Grosso do Sul, com temperatura média do mês mais frio entre 14°C e 15°C, podendo ter ocorrência de geada. Precipitação variando de 1.400 a 1.700 mm anuais.	Apresenta diferentes tipos de solos, com predominância de solos minerais não hidromórficos, que variam muito quanto a textura e fertilidade.	Apresenta modelados planos e de formas dissecadas com topos tabulares e colinosos, com declividades que alcançam 11°. Uma pequena planície com terraços fluviais de acumulação encontra-se no extremo sul.	0,337	0,488	0,589
Eldorado	A precipitação média está entre 1.400 e 1.700 mm, bem distribuído durante o ano.	Predomínio de Podzólico Vermelho-escuro, de textura arenosa/média e média/argilosa, com fertilidade natural variável, ao norte do município, tem-se expressiva mancha de Latossolo Vermelho-escuro de textura média e, às margens do rio Paraná ocorre solo Orgânico, ambos com baixa fertilidade natural	Praticamente toda a área do município é de configuração plana, ao sul encontra-se modelados de dissecação tabular com declividades de até 5°. Praticamente todos os rios de maior porte, em virtude de proximidade da várzea do Rio Paraná estão dentro de modelados de acumulação.	0,386	0,551	0,684
Iguatemi	A precipitação média está entre 1.400 a 1.700 mm, bem distribuída durante o ano.	Predomínio de Latossolo Vermelho-escuro de textura média e, acompanhando as drenagens principais, Podzólico Vermelho escuro, de textura arenosa/média, ambos com baixa fertilidade	Os modelados da dissecação tabulares dominam grande área do município dá continuidade a esta paisagem ao norte, uma topografia mais suave. As áreas planas de acumulação	0,395	0,542	0,662

		natural.	acompanham as margens dos rios limítrofes.			
Japorã	Tropical úmido, com período de chuvas de outubro a março. A temperatura média do mês mais frio está entre 14°C e 15°C. Há ocorrência de geadas. As precipitações variam de 1.400 a 1.700 mm anuais.	Os solos são predominantemente arenosos e de média fertilidade, ocorrendo também solos de textura e fertilidade médias.	Apresenta predominância dos modelados de topos tabulares e colinosos, como também modelados de acumulação nas margens ribeirinhas	0,290	0,399	0,526
Mundo Novo	Subtropical do sul de MS, com período de chuvas de outubro a março. A temperatura média do mês mais frio está entre 14°C e 15°C. Há ocorrência de geadas. As precipitações variam de 1.400 a 1.700 mm anuais.	Dominância de Podzólico Vermelho-escuro de textura arenosa/média e média/argilosa, alguns apresentando elevada fertilidade natural outros, problemas com a elevada acidez. Solos hidromórficos e orgânicos, com características diversas, são encontrados à margem do rio Paraná.	Apresenta áreas planas de acumulação, próximas ao rio Paraná e ao rio que lhe serve de limite ao norte. O restante do município é composto por modelados dissecados tabulares, com relevos ondulados, onde as declividades estão em torno de 11°.	0,470	0,585	0,686
Paranhos	Subtropical do sul de MS, com temperaturas médias do mês mais frio entre 14° e 15°C, podendo haver ocorrência de geada. Precipitação varia de 1.400 a 1.700 mm anuais.	Verifica-se no município a ampla ocorrência de Podzólicos Vermelho-escuro, com texturas variáveis e geralmente de elevada fertilidade natural, de forma ainda significativa, ocorrendo principalmente na porção N Areias Quartzosas álicas.	Com um relevo suave ondulado, onde encontram-se áreas planas e dissecados tabulares, com declividades modestas de 5° esta é praticamente toda a configuração do relevo do município, porém a sudeste encontramos dissecados colinosos, com declividades mais acentuadas e ao longo do rio principal áreas planas de acumulação.	0,336	0,441	0,588
Sete Quedas	Subtropical do Sul de Mato Grosso do Sul, com temperatura média do mês mais frio entre	A predominância é de solos minerais não hidromórficos, bem desenvolvidos, profundos e, geralmente, bem drenados. Variam	Apresenta predominância dos modelados dissecados de topos tabulares e colinosos, como também modelados de	0,393	0,512	0,614

	14°C e 15°C, com ocorrência de geadas e precipitações variando de 1.400 a 1.700 mm anuais.	muito quanto à fertilidade com textura predominantemente arenosa e média.	acumulação nas margens ribeirinhas.			
Tacuru	As precipitações médias estão entre 1.400 e 1.700 mm bem distribuída durante o ano.	Há predominância de Podzólicos Vermelho-escuro de textura arenosa média e média/argilosa, de elevada fertilidade natural, associado a alguns de caráter álico, ou seja, elevada acidez.	Caracterizam o sul do município modelados de dissecação de topos colinosos que dão sua topografia. No restante da área a topografia é plana e suave ondulada	0,343	0,469	0,593

FONTE: SEMAC-MS, 2015

Quanto a produção piscícola, somente seis (6) municípios apresentaram produção de acordo com o IBGE (2023). A produção começa no ano de 2013 e até 2022. Os Municípios são: Mundo Novo, Japorã, Iguatemi, Amambaí, Paranhos e Coronel Sapucaia. Mundo Novo é o município que se destaca na produção de peixes.

De acordo com o IBGE, a produção piscícola do Município de Amambai está na tabela 10. De acordo com a tabela a espécie que mais tem produção de é a tilápia seguido e pacu e patinga. O tambaqui apresenta produção do ano de 2019.

Tabela 10: Produção de peixes no município de Amambai-MS (kg)

Espécies	ANO									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Pacu e Patinga	3000	5000	5300	8000	10000	33200	2500	30000	85920	40000
Pintado, cachara, cachapira, pintachara e surubim	300	1500	1560	1500	5000	-	500	500	750	6000
Tilápia	600	3000	3250	3000	6000	3000	1700	7000	6000	30000
Tambaqui	-	-	-	-	-	-	504	510	410	400

Fonte: IBGE, 2023.

A produção piscícola no município de Paranhos apresentado na tabela 11 e a produção começa no ano de 2014, e depois ficou 4 anos sem apresentar vendas e volta apresentar no ano de 2019. Vale destacar que apresenta vendas de espécies que os outros municípios não apresentaram, como Piau, piapara, piauçu, piava.

Tabela 11: Produção de peixes no município de Paranhos-MS (kg)

espécies	ANO									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Carpa	-	1200	-	-	-	-	1000	300	243	233
Pacu e Patinga	-	900	-	-	-	-	700	500	405	
Piau, piapara, piauçu, piava	-	-	-	-	-	-	500	200	162	152
Tilápia	-	1000	-	-	-	-	3500	1000	810	800

Fonte: IBGE, 2023

O município de Coronel Sapucaia de acordo com o IBGE, apresentou venda de apenas uma espécie, a tilápia nos anos de 2016 (20.000 kg), 2017 (15000 kg), 2018 (5000 kg), 2021 (620 kg) e 2022 (610 kg).

Iguatemi apresentou venda de apenas duas espécie conforme indica a tabela 12.

Tabela 12: Produção de peixes no município de Iguatemi-MS (kg)

espécies	ANO									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Pacu e Patinga	1500	2500	2500	2880	800	-	-	-	1200	1360
Pintado, cachara, cachapira, pintachara e surubim	-	-	-	-	-	-	-	-	460	525

Fonte, IBGE, 2023

A tabela 13 mostra os dados do município de Japorã, que de acordo com o IBGE, apresenta em kg algumas espécies, sendo a principal a tilápia que começou a ter produção no ano de 2015. Vale ressaltar que no município teve assentamento de reforma agrária e a produção de devido a agricultura familiar.

Tabela 13: Produção de peixes no município de Japorã-MS (kg)

espécies	ANO									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tilápia	-	-	1000	500	4000	1000	-	8400	1150	800

Outros Peixes	-	14000	5000	7500	7000	1700	1500	10800	8650	5681
Tambaqui	-	-	-	-	-	-	-	400	80	80

Fonte, IBGE, 2023

O município de Japorã, embora apresentou uma produção pequena, mas segundo o IBGE (2023), é o segundo colocado no estado na produção da espécie tambaqui.

Dentre os municípios que compõem a sub bacia do Iguatemi, o município de Mundo Novo (tabela 14), é que possui a maior produção piscícola. De acordo com os dados do IBGE, Mundo Novo apresentou a tilápia como a campeã produção seguido de pacu e patinga. Outros peixes como (Piau, piapara, piauçu, piava, bagre africano e outros) também tiveram produção expressiva figura 7.

Tabela 14: Produção de peixes no município de Mundo Novo-MS (kg)

espécies	ANO									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Carpa	6.000	10.000	14.500	2.000	2.200	1.000	600	12.000	12.200	9.982
Pacu e Patinga	83.000	82.500	70.300	36.000	10.000	19.000	63.000	56.000	34.500	12.350
Pintado, cachara, cachapira, pintachara e surubim	-	-	-	-	-	1000	2700	3500	2.150	2.500
Tilápia	330000	402500	588458	375000	1050000	855000	810286	860905	800.905	1.818.718
Outros Peixes	280000	336000	364772	92800	90000	39000	37100	35100	24.000	15.350

Fonte: IBGE, 2023

Mundo Novo vem se destacando na produção de peixes. A vocação do município para a piscicultura começou na década de 1980, em áreas que eram destinadas ao plantio de arroz, em meados de 1990, o francês Albert Pierrard implantou na 55 ha de lâminas d'água para a reprodução e engorda de peixes. O lugar é o principal produtor da cidade.

Atualmente, são produzidas 1,8 milhão de toneladas de peixe por ano. Por dia 5 mil peixes são levados a cooperativa. No frigorífico são produzidos, com carne de tilápia, filés e o couro é usado para a confecção de roupas, acessórios e artesanatos. O aumento da produção que vem ocorrendo nos

últimos anos, mesmo com as dificuldades no licenciamento e a inexistência de uma portaria que regulamente o setor, não tem sido suficiente para atender ao consumo da população. O país importa, atualmente, cerca de 400 mil toneladas de pescado por ano para conseguir suprir a demanda, segundo dados da Confederação Nacional da Agricultura (CNA). A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que cada pessoa coma 12 quilos de peixe por ano. Entretanto, o consumo brasileiro per capita anual é de apenas nove quilos.

Os resultados mostram que a atividade teve um crescimento muito importante na economia do município e foi fundamental na adoção de tecnologias para o setor, principalmente para a produção da espécie tilápia, no qual concentra a grande maioria da produção.

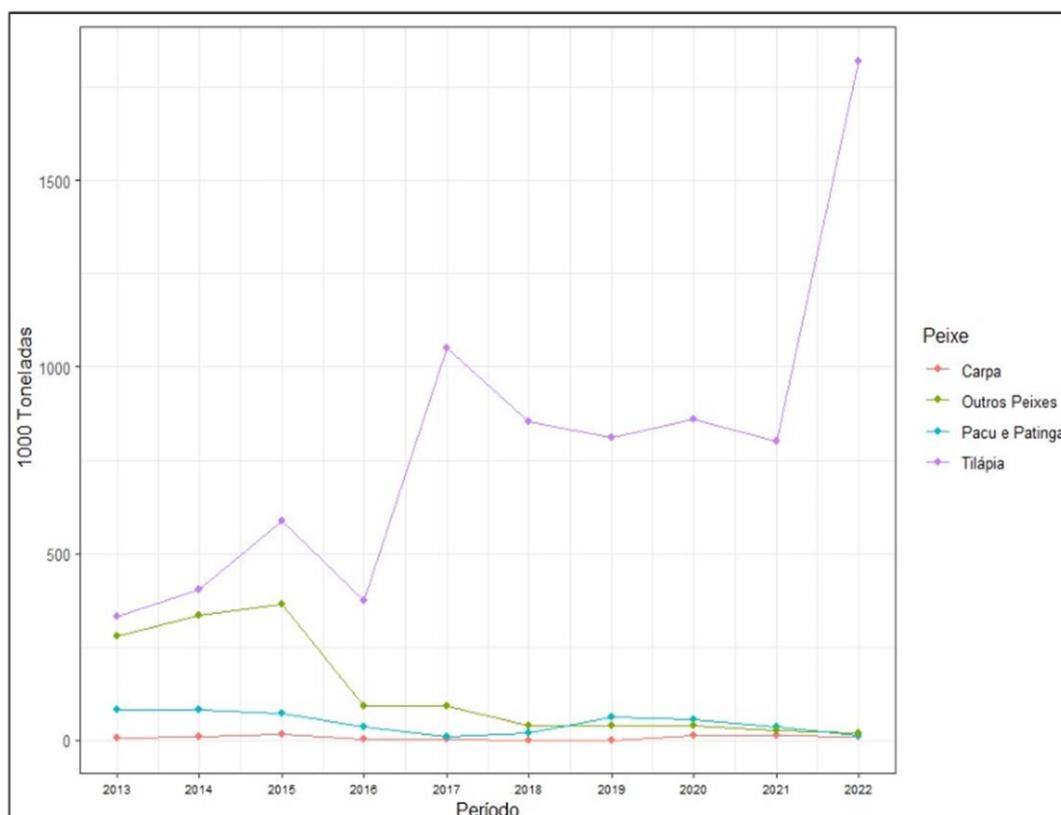


Figura 7: Produção piscícola do Município de Mundo Novo-MS, Fonte: IBGE, 2023

Ao analisar a percepção dos piscicultores, sob a influência das políticas públicas na organização da cadeia produtiva, tanto ao incentivo ao desenvolvimento da atividade quanto ao crescimento da produção aquícola, destaca-se a dimensão assistência técnica de maneira expressiva. Sabemos que o papel da extensão é fundamental para o desenvolvimento de uma atividade ou região, o que corrobora com Abramoway (1998), que afirma que os

extensionistas, é um agente social (ou de desenvolvimento, ou transformador), são partes essenciais de um amplo processo de mobilização social.

A importância do crédito no desenvolvimento da atividade, pode ser comprovada pelos diversos programas federais e estaduais, além do apoio local, principalmente pela disponibilização de crédito de longo prazo para investimentos em construção de viveiros e aquisição de equipamentos, bem como crédito para custeio da produção.

Segundo dados do IBEGE (2023), o município se destacou em 2022 em primeiro lugar na produção de carpa no estado, quinto lugar na produção de tilápia, pacu e patinga, segundo lugar na produção de outros peixes (Piau, piapara, piauçu, piava, bagre africano e outros).

A piscicultura no município teve esse aumento na produção devido a incentivo fiscais, ações extensionistas, políticas públicas ajudaram a promover o desenvolvimento e ampliação da piscicultura local.

A bacia hidrográfica do Rio Iguatemi possui uma malha viária em seu interior de 478 Km aproximadamente de extensão Figura 8, como pode ser observada. Esta malha viária é composta por rodovias Federais (BR 163), Estaduais (MS 486, MS 386, MS 295, MS 289, MS 160 E MS 156) asfaltadas, além de vias Municipais com pavimento primário, facilitando o transporte de insumos para as aquiculturas, além de facilitar o transporte da produção para os frigoríficos, sendo que localizam-se nos municípios de Mundo Novo e Itaquirai. Frigoríficos estes que realizam o processamento dos pescados e também a distribuição para os mercados consumidores.

A bacia é cortada por rodovias 11 rodovias pavimentadas, sendo 05 estaduais e 06 vicinais. Estas rodovias facilita o transporte de insumos a pisciculturas e o escoamento da produção para os entrepostos de pescados situados nos municípios que compõem a bacia.

A malha viária é muito importante para o transporte de insumos para os produtores de peixes, assim como também o transporte de pescados até o frigorífico no município de Mundo Novo e outros municípios, no qual é processado dos pescados e também a distribuição para os mercados consumidores.

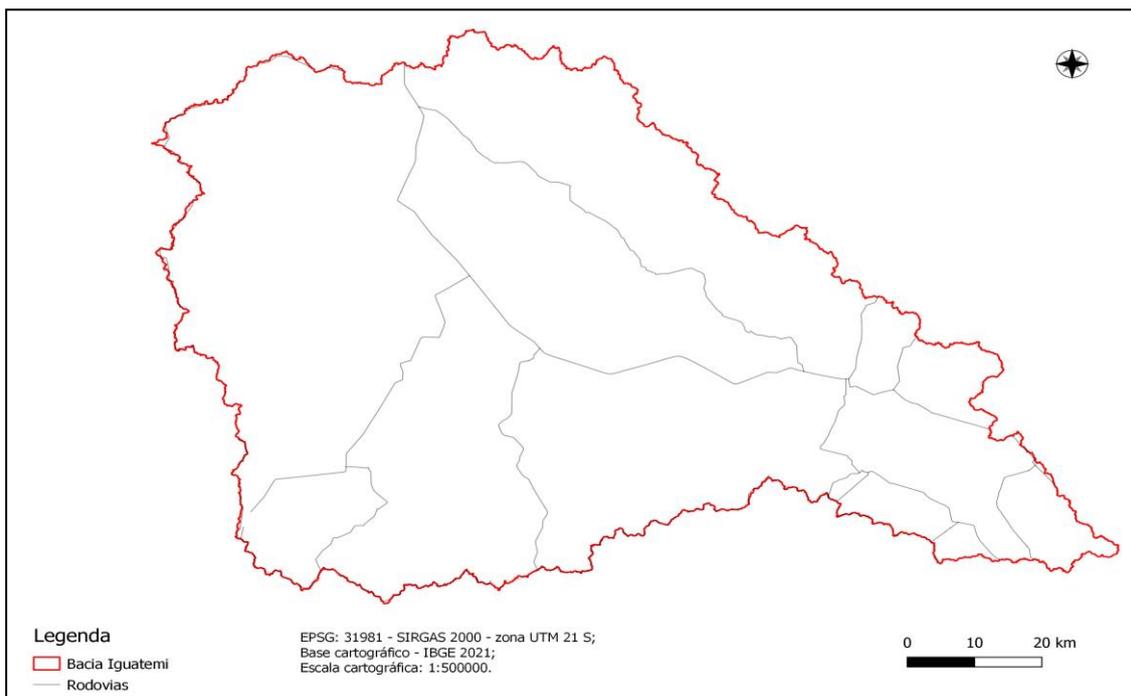


Figura 8: Mapa de rodovias da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.

Por outro lado, com o mapeamento dos viveiros, conforme figura 9, dos 1651 encontrados ao longo de todo o gradiente longitudinal da bacia, somente 29,43% dessas estiveram em locais planos, entre 0 a 3%, onde segundo Francisco et al., (2019) corrobora para construção de viveiros escavados, porém, valores acima demandariam uma grande movimentação de solo, podendo até inviabilizar o empreendimento. Pois terrenos com até 700 m de elevação são mais fáceis de serem utilizados como áreas aquícolas segundo Francisco et al (2020). Entretanto, 47,75% dos viveiros mapeando, encontra-se em ambiente suave ondulado, segundo Zacarkim (2017), terrenos que possuem declividade entre 2% a 6% são ideais para construção de viveiros, onde geralmente indica solos transportados (aluviais ou eluviais) profundos e, presente em regiões de altitude baixas, ou que possibilita água por declividade, podendo ser melhor que terreno muito plano, apesar desse ser melhor de trabalhar, o gasto com movimentação de terra torna-se maior, comparados com terrenos levemente inclinados, devido à relação corte/aterro, isto é, a quantidade de material retirado é a mesma do utilizado na construção.

Sobre o tamanho dos viveiros de acordo com o tabela 15, 69,10% são menores que 3000 m², sendo estes considerados para recria e produção de

alevinos (FARIA; MORAIS, 2013), partindo com alevinos de 10 a 20 cm e finalizando quando atingem 0,5 a 10 kg, essa fase geralmente é a primeira realizada nas propriedades que destinam a produção para fins de comercialização de pescado, antecedendo a fase de engorda, objetivando criar peixes em estruturas menores, com maior proteção. Viveiros médio entre 3001 m² e 5000 m² 10,5%. Os viveiros entre 5001 m² e 10000 m² em torno de 9,2% e 11,2% maiores que 10000 m².

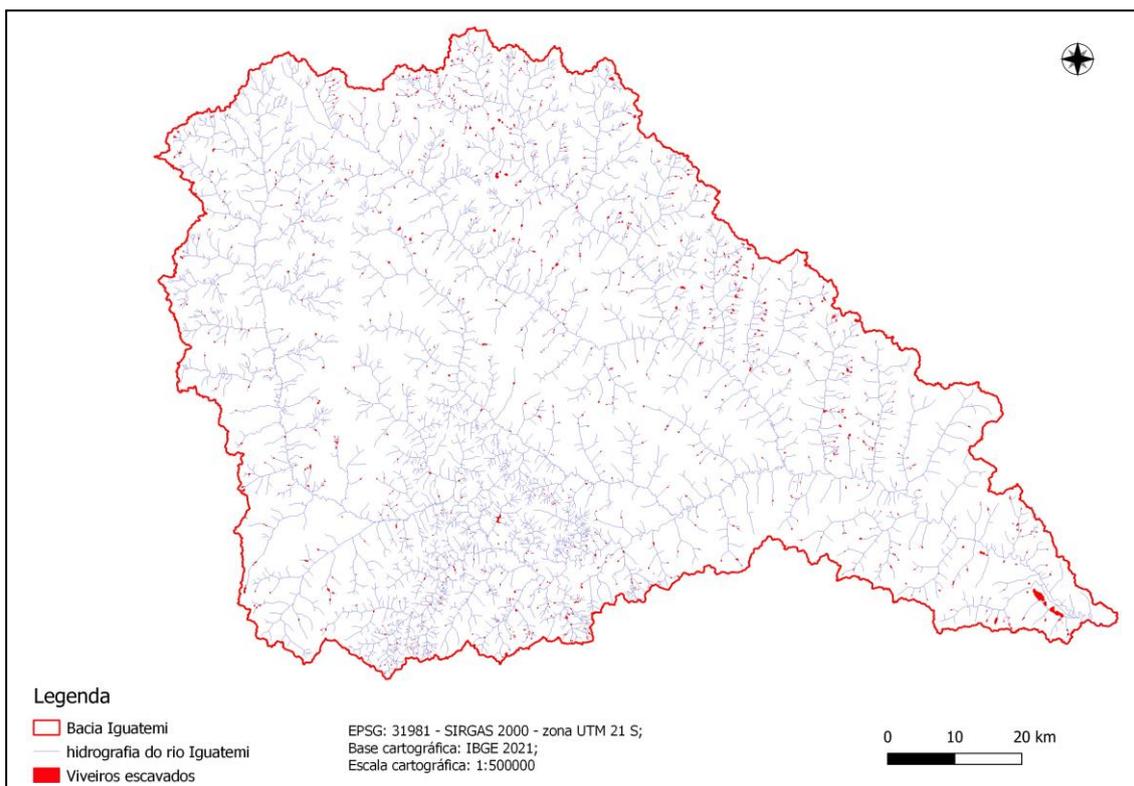


Figura 9: Mapa de localização dos viveiros escavados da Bacia hidrográfica do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Fonte Autores 2023.

No mapa de localização dos viveiros escavados como demonstrado na figura 9, que em sua maioria estão localizados na região sul da bacia onde localizam-se no município Mundo Novo.

Foram mapeados 1651 tanques escavados na bacia como apresentado no tabela 15, com um total de 732,78 ha laminas de água na bacia do Rio Iguatemi, com quatro classes e tamanhos diferentes, entre viveiros produtivos, cheios de algas e desativados. Nos viveiros produtivos são 1.013 viveiros com um total de 513,64 ha de laminas de água, correspondendo a

66,44%. Os viveiros em stand by 382 tanques com 131,15 ha de lamina de agua, com um total de 70,16% dos viveiros. Os viveiros desativados foram encontrados 256 tanques com um total de 87,99 ha de lamina de agua, correspondendo a 77,34%. Considerando em ha (lamina de água) os viveiros muito grande apresentou-se valores maiores para os três tipos de viveiros: viveiros produtivos: 61,43%, viveiros stand by 40,28% e viveiros desativados com 49,79% de lamina de agua. A maioria dos viveiros estão classificados pequenos, corroborados por estudos realizados pro Francisco *et al.*, (2020); Morssoleto *et al.* (2022) e Werneck, et al., 2023.

Tabela 15: Resultado dos Tamanho dos viveiros escavados mapeados encontrados na Bacia do Rio Iguatemi

Viveiros produtivos					
Classes	Tamanhos (M ²)	Nº de viveiros	% de Viveiros	Área ha	% de área
Pequena - I	*300 – 3.000 m ²	673	66,44	81,70	15,91
Média – II	3.001 – 5.000 m ²	116	11,45	45,11	8,78
Grande – III	5.001 – 10.000 m ²	101	9,97	71,32	13,88
Muito Grande - IV	>10.001 m ²	123	12,14	315,51	61,43
Subtotal		1.013	100	513,64	100
*Viveiros stand by					
Classes	Tamanhos (M ²)	Nº de viveiros	% de Viveiros	Área ha	% de área
Pequena - I	*300 – 3.000 m ²	268	70,16	33,51	25,55
Média – II	3.001 – 5.000 m ²	41	10,73	16,11	12,29
Grande – III	5.001 – 10.000 m ²	42	10,99	28,70	21,88
Muito Grande - IV	>10.001 m ²	31	8,12	52,83	40,28
Subtotal		382	100	131,15	100
Viveiros Desativados					
Classes	Tamanhos (M ²)	Nº de viveiros	% de Viveiros	Área ha	% de área
Pequena - I	*300 – 3.000 m ²	198	77,34	19,13	21,74
Média – II	3.001 – 5.000 m ²	21	8,20	7,93	9,01
Grande – III	5.001 – 10.000 m ²	24	9,37	17,12	19,46
Muito Grande - IV	>10.001 m ²	13	5,09	43,81	49,79
Subtotal		256	100	87,99	100
Total		1651	100	732,78	100

* Viveiros stand by: são viveiros que podem estar em manutenção, tratamentos pós despesca ou mesmo aguardando os alevinos para começar uma nova produção. A terminologia proposta pelos autores.

Os resultados obtidos para a área de um hectare para o descarte de nutrientes como Nitrogênio e Fósforo nos viveiros produtivos como demonstrado na tabela 16, mostra o valor da biomassa de 4.085kg/ha para viveiros pequenos, 2.255,50 kg/ha para viveiros médios, 3.566,08 kg/ha para viveiros grandes e 15.775,50 kg/ha. Durante a fase de criação o aporte de nutrientes foi de

1.050.5763,41 kg/ha de Nitrogênio e 131.257,015 kg/ha de Fósforo. Na despesa o aporte de Nitrogênio foi de 41.445,16 kg/ha e 7.235,00 kg /ha para Fosforo.

A classe que obteve o maior descarte de Nitrogênio e Fósforo durante a fase de criação foi o viveiro muito grande, nos três tipos de viveiros: Viveiros produtivos 648.641,23 kg/ha de N e 25.732,99 kg/ha de P. Todos eles correspondendo a uma proporção aporte de N:P de 25,2 :1.

Os primeiros impactos dos efluentes das atividades aquícolas sobre os ecossistemas aquáticos são de aumentar as concentrações de Nitrogênio e Fósforo na coluna d'água e a agregação de matéria orgânica nos sedimentos. A disponibilidade de nutrientes nos ambientes limnológicos inclina-se a beneficiar o aumento da população fotoplanctônica, alterando a dinâmica do oxigênio dissolvido como foi argumentado por Henry-Silva e Camargo (2008).

Nutrientes, como Nitrogênio e Fósforo podem transformar-se em elementos limitantes para os ecossistemas aquáticos, podendo estimular processos de eutrofização no momento em que são introduzidos no ambiente e provocando uma maior produtividade como foi discutido por Macedo e Sipaúba-Tavares, (2010).

Ambientes que possuam razões de N/P baixas podem ser indicativos de eutrofização podendo propiciar florações de cianobactérias já que o crescimento de fitoplâncton fica limitado pela disponibilidade relativa de nitrogênio proporcionando crescimento de espécies aptas a fixar nitrogênio atmosféricos como foi descrito por Vidal e Neto (2014).

A contribuição de MO e nutrientes (N e P) potencializam tanto a produção primária como a respiração. A princípio, a comunidade fito planctônica se favorece, possibilitando o crescimento do consumo de CO₂; com o desenvolvimento exagerado desses organismos, possibilita limitação de nutrientes na as forma assimiláveis como amônia e fosfato ou bloqueio da luz pelo aumento da turbidez na coluna d'água. Esses efeitos levam ao decréscimo da produção primaria e o fortalecimento dos processos heterotróficos, ou seja, ao aumento da produção de CO₂, principalmente em função da atividade bacteriana Marinho, *et al.* 2016.

Tabela 16: Valores obtidos para Nitrogênio e Fósforo para uma área de um hectare na Bacia do Rio Iguatemi-MS

Viveiros Produtivos						
Classe	Biomassa (Kg/ha)	Área ha	Criação		Despesca	
			N total kg	P Total kg	N total kg	P Total kg
Viveiros Pequenos	4.085,00	81,70	167.297,10	21.398,04	4.460,00	1.345,59
Viveiros Médios	2.255,50	45,11	88.011,86	8.900,20	5.435,30	1.177,82
Viveiros Grandes	3.566,00	71,32	146.623,22	18.613,81	5.816,86	868,67
Viveiros muito grandes	15.775,50	315,51	648.641,23	82.344,95	25.732,99	3.842,91
Total	25.682,00	513,64	1.050.573,41	131.257,01	41.445,16	7.235,00

A biomassa e de 5 peixes /m². Fonte adaptada Coldebella, 2020.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido as características morfométricas da bacia do Rio Iguatemi indicam baixo risco de grandes enchentes, o rio principal e seus afluentes são muito sinuosos o que leva a um elevado tempo de concentração. A maioria dos viveiros localizados e quantificados foram da classe I, com 673 tanques, abrangendo 66,44% de pequeno porte com uma área de 81,70 ha. Sendo que os viveiros de nível classe IV considerados viveiros muito grandes com 123 tanques, 12,14%, com 315,51ha de lâminas de água.

Através do estudo realizado e com a ampliação da pesquisa utilizando outras características ambientais, como altitude, uso e ocupação de solo, variação de temperatura, tipos de solo, índices pluviométricos, vazão da bacia, capacidade de suporte etc., podem contribuir na avaliação de locais adequados para a piscicultura, possibilidade de expansão de produção com viveiros maiores, avaliação de fragilidade ambiental, avaliação de locais adequados para estabelecimento de entrepostos de pescados, dentre outros.

As Terras Indígenas promove desenvolvimento baseado na diversidade social, cultural e biológica e melhora a qualidade de vida das populações locais, gerando renda em diversos elos das cadeias de valor. Mas precisa de ações extensionista e políticas públicas para um maior desenvolvimento, isto é, levando em considerações as aldeias, com o menor percentual de indivíduos.

Identificou-se a que a piscicultura possui um relevância para a segurança alimentar e nutricional, assim como seu papel essencial na economia de várias regiões, especificamente a produção de tilápias que se destaca como atividade propulsora do desenvolvimento regional.

Apenas 6 municípios da bacia apresentaram produção piscícola de acordo com o IBGE, (2023). Mundo Novo é o Município que apresentou melhor produção em quantidade e em números de espécies.

Na produção piscícola o Município de Mundo Novo é o melhor município em produção de peixes, tanto nas variedades de espécie quanto em produção toneladas. Através de políticas públicas estaduais.

Em conclusão, a piscicultura, particularmente a produção de tilápias, é um componente crucial do desenvolvimento rural sustentável. Este desenvolvimento é produto de um processo complexo que envolve vários elementos, que de forma equilibrada no alcançam o desenvolvimento rural sustentável de uma determinada região.

A descarga de nutrientes em uma área de um hectare que obteve o maior descarte de Nitrogênio e Fósforo durante a fase de criação foi o viveiro muito grande, nos três tipos de viveiros: Viveiros produtivos 648.641,23 kg/ha de N e 25.732,99 kg/ha de P. Nos viveiros Stand By 108.610,55 kg/ha de N e 4.308,81 kg/ha de P. Os viveiros desativados 90.066,78 kg/ha de Nitrogênio em kg/ha e 3.573,14 kg/há. Todos eles correspondendo a uma proporção aporte de N:P de 25,2 : 1. Os dados obtidos neste trabalho podem auxiliar os gestores tanto públicos como privados, para a melhor organização e gestão dos recursos hídricos e do solo da área na Bacia do Rio Iguatemi.

6. BIBLIOGRAFIA

ABRAMOVAY, R. **Agricultura Familiar E Serviço Público: Novos Desafios Para a Extensão Rural**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.15, n.1, p.137-157, jan./abr. 1998.

ALMEIDA, I. K.; ANACHE, J. A. A.; ALMEIDA, V. R.; SOBRINHO, T. A. **Estimativa de tempo de concentração em bacia hidrografia**. XX Simpósio brasileiro de recursos hídricos. P. 1 – 8. 2013.

ALVES, J.M.P.; CASTRO, P.T.A. **Influência De Feições Geológicas Na Morfologia Da Bacia Do Rio Tanque (MG) Baseada No Estudo De Parâmetros Morfométricos E Análise De Padrões De Lineamentos**. Revista Brasileira de Geociências, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.

BOYD, C. E., TUCKER, C., MCNEVIN, A., BOSTICK, K., & CLAY, J. **Indicators of resource use efficiency and environmental performance in fish and crustacean aquaculture**. *Reviews in Fisheries Science*, 15, 327–360. URL: <https://doi.org/10.1080%2F10641260701624177>. doi:10.1080/10641260701624177. 2007..

BORGES, A. F.. **Desempenho Ambiental Da Piscicultura Na Amazônia Ocidental Brasileira**. Global Science and Technology, v.6, n.1, p.141-152, 2013.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SF 21 Campo Grande; **Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação E Uso Potencial Da Terra**. Rio de Janeiro, 416p. (Levantamento de Recursos Naturais, 28). 1982.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Conama N° 357, De 17 De Março De 2005***. 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 13 nov. 2023.

CONAMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução n° 357 de 17 de março de 2005: **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes**. 2005.

CAPOANE, V.. **Implicações Da Resolução Fonte De Modelos Altimétricos Na Análise Quantitativa De Atributos Geomorfológicos Para A Bacia Hidrográfica Do Córrego Gariroba**. Campo Grande, MS. Revista Brasileira de Geografia Física v.13, n.05 p. 2417-2432. 2020.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P.B.; MARTINS, S.V. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ**. Revista Árvore, Viçosa – MG, v. 30, n. 2, p. 241 – 248. 2006.

CARRASCO, S. C. P.. **Diagnóstico Do Estado Ambiental E Elaboração De Um Modelo De Gestão Ambiental Para A Piscicultura Do Município De Castilla La Nueva, Colômbia**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 188 p. 1980.

COLDEBELLA, A.; GODOY, A. C.; GENTELINI, A. L.; PIANA, P. A.; COLDEBELLA, P. F.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. **Nitrogen and phosphorus dynamics in Nile tilapia farming in excavated rearing ponds**. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9699>. v. 9, n. 11, e1319119699. 2020.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Degradação Ambiental**. In: **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, Ed. Bertrand do Brasil, p.337-379. 1996.

DORNELLAS, P. C.; XAVIER, R. A.; SEABRA, V. S.; SILVA, R. M. **Análise Morfométrica Da Bacia Do Alto Rio Paraíba Região Semiárida Do Estado Da Paraíba**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 21, n°3. . 2020.

DOS SANTOS, D. B.; VIDOTTO, M. L.; BERTINATTO, R.; DE SOUZA MARCON, G. R.; FRIGO, E. P. **Caracterização Morfométrica Da Bacia Hidrográfica Do Rio São José**. Cascavel, PR. Applied Research & Agrotechnology, 5(2), 7-18, 2012.

DOS SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. P. C. **Neossolo Regolítico**. Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/neossolos/neossolos-regoliticos>>. 2021.

DOTTI, A.; VALEJO, P. A. P.; RUSSO, M. R.. **Licenciamento Ambiental Na Piscicultura Com Enfoque Na Pequena Propriedade: Uma Ferramenta De Gestão Ambiental**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.3, n.1, p.6-16, 2012.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, Embrapa solos, 353 p. 2013.

ENGLE, C. R.. **Aquaculture Economics And Financing, Management And Analysis**. Singapore: Wiley Blackwell, 2010.

ESQUERDO, J.C.D.M.; SILVA, J.V. **Caracterização Do Uso E Cobertura Da Terra Na Unidade De Planejamento E Gerenciamento Do Rio Iguatemi, Mato Grosso Do Sul**. Anais 5º Simpósio de Geotecnologia no Pantanal, Campo Grande, MS. 2014.

FARIA, R.H.S.; MORAIS, M.; SORANNA, M.R.G.S.; SALLUM, W.B. **Manual De Criação De Peixes Em Viveiros**. Brasília: CODEVASF, 2013.

FAO [Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura]. **A Situação Mundial da Pesca e da Aquicultura – Oportunidades e Desafios**, 2014.

FEIDEN, A., RAMOS, M. J., CHIDICHIMA, A. C., SCHMIDT, C. M., FIORESE, M. L., & COLDEBELLA, A. **A Cadeia Produtiva Da Tilápia No Oeste Do Paraná: Uma Análise Sobre A Formação De Um Arranjo Produtivo Local**. *Redes*. 22238-263. 2018.

FEIDEN, A. **Painel da Aquicultura Debate Diversidade e Mercado**. Expointer 2021.

<http://www.emater.tche.br/site/multimedia/noticias/detalhenoticia.php?id=32713#.YmipvTbMLcc>. Acesso 14/03/2022, 12:22.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

FRANCISCO, H. R.; CORRÊIA, A. F.; FEIDEN, A. **Classificação De Áreas Aptas Para Piscicultura Usando Geotecnologia E Análise Multicritério**. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8 (9), 394. 2019.

FRANCISCO, H.R.; COLDEBELLA, A.; CORRÊIA, A.F. & FEIDEN, A. **Análise Espacial De Eventos Pontuais Para Estimar O Potencial Produtivo Da Tilápia Do Nilo (*Oreochromis Niloticus*)**. *Research, Society and Development*, 9(9), e855998038. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8038>. 2020.

FUNAI (Fundação Nacional do Índio). **Sistema Indigenista de Informações**. 2023. Disponível em: http://sii.funai.gov.br/funai_sii/informacoes_indigenas/visao/visao_povos_indigenas.wsp. Acesso em: 13 nov. 2023.

Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2022.

HENRY-SILVA, G. G.. CAMARGO, A. F. M. **Impacto Das Atividades E Aquicultura E Sistemas De Tratamento De Efluentes Com Macrófitas Aquáticas – Relato De Caso**. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 34(1): 163 – 173. 2008.

HOSSAIN, M. S.; CHOWDHURY, S. R.; DAS, N. G.; RAHAMAN, M. M. **Multi-Criteria Evaluation Approach To GIS-Based Land-Suitability Classification For Tilapia Farming In Bangladesh**. *Aquacult Int*, v. 15, p. 425-443, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal de mapas. 2020.

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal. 2023.

INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais, 2021. Topodata.

KLEIN, W. L.; FEIDEN, A. **A Cadeia Produtiva de Peixes no Município no Mundo Novo, Sul do Estado de Mato Grosso do Sul: Uma Análise Sobre a Produção Local.** Foz do Iguaçu- PR. IFC, 2021.

KUBITZA, F.; ONO, E.. **Piscicultura Familiar Como Ferramenta Para O Desenvolvimento E Segurança Alimentar No Meio Rural.** Panorama da Aquicultura, v.117, n.20, p.14-23, 2010.

KUMMER, Lydia. **Metodologia participativa no meio rural: uma visão interdisciplinar. Conceitos, ferramentas e vivências.** Salvador: GTZ, 2007. 155p.

LIMA, W.P. **Princípios De Hidrologia Florestal Para O Manejo De Bacias Hidrográficas.** São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 242p. 1986.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. **Hidrologia De Matas Ciliares. In Matas Ciliares: Conservação E Recuperação**(R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, Eds.). Edusp, São Paulo, P.33-44. 2000.

MACEDO, C. F. e SIPAÚBA – TAVARES, L. **Heutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações.** Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 36(2): 149 – 163. 2010.

MARINHO, C. C.; FONSECA, A. L. S.; ESTEVES, F. A. **Impacto antrópicos nas lagoas costeiras do norte do estado do Rio de Janeiro: uma revisão sobre a eutrofização artificial e gases de efeito estufa.** RBPG, Brasília, v.13, n.32, p. 703 – 728, 2016.

MATO GROSSO DO SUL. **Atlas Multirreferencial do Estado de Mato Grosso do Sul.** Campo Grande: Secretaria de Planejamento do Estado. 78p. 1990.

MATO GROSSO DO SUL. **Plano Regional De Desenvolvimento Sustentável Da Região – Sul Fronteira.** Secretaria de Planejamento do Estado, Campo Grande/MS, 2002.

MEDEIROS, S. de S. et al. **Uso De Água Residuária De Origem Urbana No Cultivo De Gérberas: Efeito Nos Componentes De Produção.** Engenharia Agrícola, v. 27, n. 2, p. 569-578, 2007.

MEHNERT, D. U. **Reuso De Efluente Doméstico Na Agricultura E A Contaminação Ambiental Por Vírus Entéricos Humanos.** In: Biológico, São Paulo, v.65, n.1/2, p.19- 21, 2003. MOTA, S.;

MORSOLETO, F. M. S.; JAPENISKI, N. P.; WERNECK, P. R.; LIRA, K. C. S.; FRANCISCO, H. R.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A. **Análise da microbacia hidrográfica do rio Arroio Fundo como possível aplicação em viveiros escavados para a pisciculture.** Research, Society and Development, v. 11, n. 6, e60029191, DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29191>. 2022.

MPA. **Boletim Estatístico Da Pesca E Aquicultura**. Brasil 2010. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012.

NEVES, A. K.; KÖRTING, T. S.; FONSECA, L. M. G.; ESCADA, M. I. S.. **Assessment of TerraClass and MapBiomas data on legend and map agreement for the Brazilian Amazon biome**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/FsCzXK8TVrCLpjdvm9jq5P/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 20 ago. 2023.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D.. **Aquicultura no Brasil, o Desafio É Crescer**. Brasília: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2008.

BR, Peixe. **Segundo Maior Exportador De Tilápias, MS Foca Na Piscicultura Para Ampliar Rol De Proteínas Animais**. Disponível em: <https://www.aquaculturebrasil.com/noticia/603/segundo-maior-exportador-de-tilapias,-ms-foca-na-piscicultura-para-ampliar-rol-de-proteinas-animais>. Acesso em: 15 nov. 2023.

QGIS, versão 3.22.14 (Biatowieza), QGIS-OSGeo4W-3.22.14 -1-Setup-x86.exe – 2023.

REZENDE, F. P.; BERGAMIN, G. T. **Implantação de piscicultura em viveiros escavados e tanques-rede**, 2013. In: RODRIGUES, A. P. O.; LIMA, A. F.; ALVES, A. L.;

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. **Teores De Nutrientes Na Alfaca Irrigada Com Água Residuária Aplicada Por Sistemas De Irrigação**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.1, p.45-57, 2006.

SEMAC. **Estudo da Dimensão Territorial do Estado de Mato Grosso do Sul: Regiões de Planejamento**. Disponível em: file:///K:/TESE%202023/Rio%20Iguatemi/Artigos%20sobre%20o%20rio%20Iguatemi/estudo_dimensao_territorial_2015.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

SIG. **Sistemas de Informações Geográficas (SIG)**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-geotecnologias/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 10 set. 2023.

SOUZA, C. F.; PERTILLE, C. T.; CORRÊA, B. J. S.; VIEIRA, F. S. **Caracterização Morfométrica Da Bacia Hidrográfica Do Rio Ivaí - Paraná**. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/50602>. Acesso em: 15 jul. 2023.

ROCHA, O.; PIRES, J.S.R.; SANTOS, J. E. **A Bacia Hidrográfica Como Unidade De Estudo E Planejamento**. In: Espíndola, E.L.G. et al. (Org.). A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho. São Carlos: Rima, p.1-16. 2000.

ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M.; MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha. **Estudo Hidromorfológico de Bacia Hidrográfica Urbana em Goiânia/GO**. Disponível em: Estudo Hidromorfológico de Bacia Hidrográfica Urbana em Goiânia/GO. Acesso em: 15 nov. 2023.

SANTOS, D. A. R.; MORAIS, F. **Análise Morfométrica Da Bacia Hidrográfica Do Rio Lago Verde Como Subsídio À Compartimentação Do Relevo Da Região De Lagoa Da Confusão –TO**. Revista Geonorte, 3(6), 617-629, 2012.

SEMA/IMASUL (Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia/ Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul). **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS: 2021. <https://crmvmms.org.br/comissoes/piscicultura-no-mato-grosso-do-sul/>. Consultado em 23 de maio de 2023.

SERVIDONI, L. E.; AYER, J. E.; ESTELLA, P. V. & OKIVEIRA, G. H. **Atributos Morfométricos E Hidrológicos Da Bacia Hidrográfica Do Alto Sapucaia, Minas Gerais**. Revista do departamento de Geografia, 1 – 14. 2021.

SILVA, J.S.V.; POTT, A.; ABDON, M.M.; POTT, V.J.; SANTOS, K.R. **GeoMS: Cobertura Vegetal e Uso da Terra do Estado de Mato Grosso do Sul**. 1. ed. Campinas: Embrapa, 64p. 2011.

SREEDEVI, P. D.; SREEKANTH, P. D.; KHAN; H. H.; AHMED, S. **Drainage Morphometry And Its Influence On Hydrology In An Semi Arid Region: Using SRTM Data And GIS**. *Environmental Earth Sciences*, v. 70, n. 2, p. 839-848, 2013.

SÚAREZ, Y. R. ; JÚNIOR, M. P. **Gradientes de Diversidade nas Comunidades de Peixes da Bacia do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 2006.

TACON, AG Tendências na aquicultura global e na produção de rações aquáticas: 2000–2017. **Avaliações em Ciência Pesqueira e Aquicultura**, v. 28, pág. 43–56, 2020.

TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php> >. Acesso em 28 abril. 2023.

UFGD. **FACULDADE INTERCULTURAL INDÍGENA – FAIND**. Disponível em: <https://portal.ufgd.edu.br/faculdade/faind/index>. Acesso em: 15 nov. 2023.

VALE, J. R. B.; COSTA, L. S.; PIMENTEL, M. A. S. **Análise A Morfometria E Do Uso E Cobertura Da Terra Da Bacia Hidrográfica Do Rio Mocajuba, Zona Costeira Amazonica**. Geosul, Florianópolis, v. 36, n. 78, p. 537 – 557. 2021.

VALENTI, W. C.. **A Agricultura Brasileira é Sustentável?**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AQUICULTURA, MARICULTURA E PESCA, 14. Anais. Florianópolis: Aquafair, 2008.

VIDAL, T. F. & NETO, J. C. **Dinâmica De Nitrogênio E Fósforo Em Reservatório Na Região Seminário Utilizando Balanço De Massa.** Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. V. 18, nº 4, p. 402 – 407, 2010.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 245p. 1975.

Werneck, P. R.; Macedo, H. R.; Morsoleto, F. M. da S.; Lira, K. C. da S.; Feiden, A. **Use Of Georeferencing As A Sustainable Planning Tool For Aquaculture Production In Small Municipalities: A Case Study For Ouro Verde Do Oeste/PR.** Research, Society and Development. v. 12, n. 3. 2023.

ZACARKIM, C. E. **Construção De Viveiros Para Piscicultura Comercial - Parte II.** Aquaculture Brasil. 2017.