



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DAS ÁREAS DE
INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DA PCH AREADO- RIO
INDAIÁ GRANDE – MS**

EDUARDO VINÍCIUS ROCHA PIRES

**TRÊS LAGOAS
2016**

EDUARDO VINÍCIUS ROCHA PIRES

**CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DAS ÁREAS DE
INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DA PCH AREADO- RIO
INDAIÁ GRANDE – MS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação– Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS – Área de Concentração Análise Geoambiental e Produção do Território, como exigência final para obtenção do Título de Mestre em Geografia, sob orientação do(a) Prof^(a) Dr^(a) Patrícia Helena Mirandola Garcia

**TRÊS LAGOAS
2016**

EDUARDO VINÍCIUS ROCHA PIRES

**CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DAS ÁREAS DE
INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DA PCH AREADO- RIO
INDAIÁ GRANDE – MS**

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Patricia Helena Mirandola Garcia
UFMS/ Campus de Três Lagoas
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Maria José Vilela
UFMS/ Campus de Três Lagoas
Membro da Banca

Prof. Dr. André Luiz Pinto
UFMS/ Campus de Três Lagoas
Membro da Banca

Dedico este trabalho aos meus pais, Eduardo e Regimara, e aos meus irmãos Pedro e Aline.

AGRADECIMENTOS

Em um período de dois anos, concluir essa pesquisa de mestrado só foi possível devido a existência de pilares que foram diretamente responsáveis para a execução de cada etapa. Esses pilares são pessoas das quais sou imensamente grato e aqui registro todos esses agradecimentos.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Patrícia Helena Mirandola Garcia, por não medir esforços em compartilhar, mediar e incentivar a produção e reprodução do conhecimento em todo o período que permaneci na universidade, do primeiro ano da graduação até o presente momento, dentro e fora do LAPEGEO. Por aceitar este desafio de auxiliar em uma pesquisa, até então pioneira no nosso laboratório. Por sua amizade e seu carinho fraterno que, muitas vezes foi necessária e essencial para que eu pudesse me (re)organizar física, psicológica e academicamente, os quais me fizeram amadurecer como Professor, Geógrafo, Pesquisador e principalmente como Ser Humano.

Ao Prof. Dr. André Luiz Pinto, por ser sempre solícito para solucionar dúvidas, incentivar a busca pela solução dos problemas sempre que levantados, pelas críticas e sugestões durante o exame de qualificação.

À Prof^a Dr^a Maria José Vilela, que sugeriu excelentes modificações nos direcionamentos desta pesquisa, durante o exame de qualificação, levantando sugestões relevantes para a pesquisa.

Aos Professores e Geógrafos Renan de Almeida Silva e Heloissa Gabriela Silva Sokolowski, irmãos que a universidade me deu, pelo companheirismo, paciência, madrugadas em claro estudando. Que essa amizade seja sempre dinâmica e verdadeira.

Ao Geógrafo Adalto Moreira Braz, companheiro de laboratório, o qual sempre se fez presente nos principais momentos das pesquisas referentes à temática do laboratório.

À Karen Costa, pela amizade e todo o apoio nos períodos mais difíceis da pesquisa, independente da distância.

À minha amiga Ingrid, pelo apoio incondicional sempre que foi preciso, principalmente por suportar minha ansiedade no período em que eu estava ingressando o mestrado.

Ao meu leal amigo Patrick Barbosa, pela amizade e pela ajuda no melhor trabalho de reconhecimento de campo que eu já fiz em toda a minha breve história dentro da Geografia.

À todos os Professores do curso de Geografia da UFMS, Campus de Três Lagoas.

À UFMS e à CAPES pelo apoio financeiro durante o período de pesquisa.

À secretaria do Programa da Pós-Graduação.

Aos meus amigos de laboratório: Matheus, Rafael, Gabriel, Matheus Rosado, Estela, Marcelo e Rodrigo.

À todas as pessoas que passaram pela minha vida durante todo o período em que estive na UFMS e contribuíram para o meu crescimento intelectual e pessoal.

Aos meus irmãos, Aline e Pedro, que sempre estarei ao lado, independente da distância.

Por fim, aos meus grandes heróis, que me ensinarem tudo que sei e sempre irão me apoiar em qualquer decisão, meu pai Eduardo e minha mãe Regimara, meu amor por vocês sempre será eterno e imensurável.

Aos que talvez eu possa ter esquecido, espero que entendam o período pelo qual estou passando, onde estou concluindo o trabalho, até o presente momento, mais importante da minha vida.

O saber que não vem da experiência não é realmente saber.
(Lev Vygotsky)

O conhecimento não é. O conhecimento está sendo
(Autor desconhecido)

RESUMO

Esta pesquisa apoia-se no enfoque sistêmico, como referencial para a integração dos componentes geoambientais, que formam o conjunto da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande, no qual estão inseridas as áreas de Influência Direta e Indireta das futuras instalações da PCH Areado, situada nos municípios de Chapadão do Sul e Inocência, no Estado de Mato Grosso do Sul. Portanto, o objetivo desta pesquisa é caracterizar e diagnosticar as principais alterações ambientais da Área de Influência Direta e Área de Influência Indireta da PCH Areado desde seu momento zero e apontar alternativas para mitigá-las, utilizando matrizes adaptadas para resultados qualitativos e o uso de geotecnologias para a precisão dos dados e solucionar dúvidas e/ou erros de escala e delimitar as áreas de influências da futura barragem, utilizando a metodologia do Relatório de Impactos Ambientais, 2012. Os resultados obtidos a partir da compilação e do cruzamento das informações das matrizes utilizadas, auxiliaram na identificação das principais alterações desde o momento zero da PCH Areado, ou seja, antes de sua construção. Todas essas informações foram inseridas nas delimitações simuladas das Área de Influência Direta e Indireta, podendo assim saber e indicar quais as classes predominantes e quais serão suprimidas pelo reservatório da barragem e, após o enchimento do reservatório, como deverão ser as propostas de mitigação das alterações. Por meio da análise integrada do meio, observamos a importância de se fazer um trabalho de acompanhamento pré-instalação da PCH, para que fique explícito quais são as áreas de influência direta, indireta e, suas alterações pré-enchimento do reservatório e a simulação das alterações pós-enchimento.

Palavras chave: Pequena Central Hidroelétrica; Teoria Geral dos Sistemas; Bacia Hidrográfica

ABSTRACT

This research relies on the systemic approach, as a reference for the integration of geo-environmental components that make up the whole of the River Basin Indaiá Grande, they are engaged in the areas of future direct influence and indirect installations of PCH Areado set in municipalities of Chapadão do Sul and Inocência in the State of Mato Grosso do Sul. Therefore, the objective of this research is to characterize and diagnose the major environmental changes in the Direct Influence Area and Indirect Influence Area of PCH Areado from its zero point and point alternatives to mitigate them using arrays adapted to qualitative results and the use of geotechnology for the accuracy of the data and address questions and / or scale errors and delimit the areas of future dam influences, using the methodology of the Environmental Impact Report 2012. The results obtained from the compilation and the intersection of information matrices used, helped to identify the main changes from the zero point of the PCH Areado, before its construction. All these information were inserted into the delimitations simulated the Direct Influence Area and indirect, thus being able to know and indicate the dominant classes and which are suppressed by the dam reservoir and, after filling the tank, as should be the the change mitigation proposals . Through integrated through analysis, we noted the importance of making a pre-installation follow-up work of the PCH, to make it explicit what are the areas of direct influence, indirect, and its pre-filling changes the reservoir and the simulation of post-filling change.

Keywords: Small Hydroelectric Power Plant; General Systems Theory; Hydrographic basin

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS:	12
LISTA DE TABELAS:	13
LISTA DE FOTOS:	14
LISTA DE QUADROS:	15
LISTA DE SIGLAS:	16
1. INTRODUÇÃO	18
1.2 Objetivos	23
1.2.1. Objetivo geral.....	23
1.2.2. Objetivos específicos.....	23
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Abordagem Sistêmica em Bacias Hidrográficas	25
2.2 As Pequenas Centrais Hidrelétricas, a geração de energia e suas alterações no ambiente... 28	
2.3 PCHS no Mato Grosso Do Sul	35
2.4 PCH Areado	36
2.5 Geoprocessamento como Ferramenta na Análise Ambiental	40
2.5.1 Sistema Interativo de Suporte Ao Licenciamento Ambiental – SISLA	43
2.5.2 Uso do SIG Global Mapper como Ferramenta de Auxílio.....	44
2.5.3 Google Earth Pro no uso da análise espacial de precisão.....	45
2.6 Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas	45
3.1 ETAPA 1- LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDARIOS.....	49
3.2 ETAPA 2- LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS EM CAMPO.....	50
3.3 ETAPA 3 – LEVANTAMENTO DE SUPORTE TECNOLÓGICO PARA MAPEAMENTO E DADOS DA ÁREA	51
3.3.1 SISLA - Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental.....	51
3.3.2 GLOBAL MAPPER.....	54
3.3.3 GOOGLE EARTH PRO	58
3.4 ETAPA 4- PROCEDIMENTO PARA DELIMITAÇÃO DA AID E AII	58
3.5 ETAPA 5- MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES GERADAS POR PCH (ELETROBRAS, 2010).....	62
3.6 ETAPA 6 – MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO SPRING®	65
3.7 ETAPA 7- INTEGRAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	66

4. RESULTADOS.....	68
4.1 Análise Do Sistema Ambiental – Bacia Hidrográfica Do Rio Sucuriú.....	68
4.1.1 Pesquisas Realizadas Sobre A Bacia Hidrográfica Do Rio Sucuriú	69
4.1.2 Aspectos Fisiográficos Da Bacia Hidrográfica Do Rio Sucuriú	70
4.1.3 Alterações Ambientais Na Bacia Hidrográfica Do Rio Sucuriú	71
4.2 ANÁLISE DO SUBSISTEMA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO INDAIA GRANDE E DAS PARTES COMPONENTES AID e AII	73
4.2.1 – Áreas De Preservação Da Bacia Hidrográfica Do Rio Indaiá Grande, a Partir De Dados Secundários:.....	73
4.3 CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO INDAIÁ GRANDE – INCLUINDO AS AII E AID.....	75
4.3.1 – Geologia Da Bacia Hidrográfica Do Rio Indaiá Grande.....	75
4.3.2 – Geomorfologia e Tipos de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande	78
4.3.3 – Vegetação Da Bacia Hidrográfica Do Rio Indaiá Grande.....	83
4.3.4 – Aproveitamento Hidroenergético da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande	85
4.3- Mapeamentos de Uso e Ocupação da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande 2010 e 2015.....	87
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS NA AID e AII.....	96
4.4.1 ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)	98
4.4.1.1 Classificação Das Alterações NA AID	100
4.4.2 Área De Influência Indireta.....	102
4.4.2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ALTERAÇÕES NA AII	104
4.4.3 PRINCIPAIS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS E PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO PARA A AID E AII	106
REFERÊNCIAS	122
ANEXOS	127

LISTA DE FIGURAS:

Figura 01	Mapa Sistêmico de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS	18
Figura 02	Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas	43
Figura 03	Interface Temática Inicial de Disponibilização de dados espaciais.	43
Figura 04	Aquisição dos shapefiles da Hidrografia do Mato Grosso do Sul	47
Figura 05	Consulta de informações auxiliares	48
Figura 06	Aquisição dos shapefiles da Hidrografia do Mato Grosso do Sul	49
Figura 07	Visualização da Imagem SRTM no contraste Gradient Shader	50
Figura 08	Geração das curvas de nível	51
Figura 09	Geração das curvas de nível	52
Figura 10	Geração das curvas de nível	52
Figura 11	Croquí de Localização da Futura Barragem da PCH Areado	56
Figura 12	Matriz de Identificação de Alterações Causadas por PCH	59
Figura 13	Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande- APA Aporé-Sucuriú	68
Figura 14	Mapa de Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS	71
Figura 15	Mapa de Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS	75
Figura 16	Perfil esquemático da região de Savanas	78
Figura 17	Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú – Compartimentos “Alto, Médio e Baixo”	83
Figura 18	Mapa de Uso e Ocupação da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande no ano de 2010	87
Figura 19	Mapa de Uso e Ocupação da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande no ano de 2015	88
Figura 20	Perfil Transversal da Área de Construção da Barragem da PCH Areado	104

LISTA DE TABELAS:

Tabela 01	Limites das Áreas de Influência Direta e Indireta	17
Tabela 02	Usinas Em Operação no Estado de Mato Grosso do Sul	31
Tabela 03	Pequenas Centrais Hidrelétricas em operação no estado de mato grosso do sul (2015)	32
Tabela 04	Características da Barragem da PCH Areado	33
Tabela 05	Características Energéticas da PCH Areado	33
Tabela 06	Pesquisas relevantes ao estudo sistêmico da BHRS	63
Tabela 07	Aspectos Fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú	64
Tabela 08	Alterações Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú- MS	65
Tabela 09	Variáveis do Sistema Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú- MS	66
Tabela 10	Tipos de Solos Presentes na AID e AII da PCH Areado	74
Tabela 11	Uso e Ocupação da terra nos anos de 2010 e 2015	84

LISTA DE FOTOS:

Foto 01	Aspecto Geral de área de pastagem e ao fundo o início da APA Aporé-Sucuriú	67
Foto 02	Exemplos de Rochas e Depósito Arenoso da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS	69
Foto 03	Exemplos de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS	73
Foto 04	Presença de Latossolo Vermelho Distrófico – textura média na Área de Influência Direta.	74
Foto 05	Exemplos de Relevo aplainado (1) e Atividade econômica (2) da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS/ Área de Influência Indireta-PCH Areado	76
Foto 06	Barragem da PCH Indaiá Grande- Integrante do “Complexo Indaiás”	80
Foto 07	Barragem da PCH Indaiázinho- Integrante do “Complexo Indaiás”	80
Foto 08	Barragem da PCH Lajeado ainda em construção	81
Foto 09	Fragmentos de Vegetação Nativa na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú – MS	84
Foto 10	Cultura Temporária em Chapadão do Sul –MS (AII da PCH Areado)	85
Foto 11	Solo em Preparo no município de Chapadão do Sul – MS(AII da PCH Areado)	86
Foto 12	Rio Indaiá Grande no trecho onde se encontram corredeiras, alta turbulência e elevadas velocidades	91
Foto 13	Rio Indaiá Grande no trecho onde se encontram corredeiras, alta turbulência e elevadas velocidades	91
Foto 14	Casa de máquinas – UGE Fazenda Stella 1	92
Foto 15	Tubulação e Turbina da UGE Fazenda Stella 1 desativada.	92
Foto 16	Canal de adução de aproveitamento de vazão do Rio Indaiá Grande	93
Foto 17	Barramento da UGE- Stella 1	93
Foto 18	Alterações enquadradas de 6 a 9.	93
Foto 19	Alterações enquadradas de 6 a 9.	93
Foto 20	Início e aceleração de processos erosivos, perda de mata ciliar e perda dos habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos no ponto PIG03.	96
Foto 21	Início e aceleração de processos erosivos, perda de mata ciliar e perda dos habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos no ponto PIG03.	96
Foto 22	Início e aceleração de processos erosivos, perda de mata ciliar e perda dos habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos no ponto PIG04	97
Foto 23	Início e aceleração de processos erosivos, perda de mata ciliar e perda dos habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos no ponto PIG04	97
Foto 24	Primeiro ponto à montante da AID	99
Foto 25	Local onde a PCH Areado será implantada	102
Foto 26	Presença de grandes mamíferos na região onde a PCH Areado será implantada.	108

LISTA DE QUADROS:

Quadro 01	Cores e Classes do Uso e Ocupação da Terra	86
Quadro 02	Identificação dos Pontos à jusante da AID- PCH Areado	95
Quadro 03	Quadro de cruzamento de dados tabulados pelas Matrizes de análise de alterações ambientais	100
Quadro 04	Levantamento Fotográfico da AID e AII	103

LISTA DE SIGLAS:

AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
APP	Área de Preservação Permanente
APA	Área de Proteção Ambiental
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BRHIG	Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande
BHRS	Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú
CCC	Conta de Consumo de Combustível
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
GEP	Google Earth Pro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMASUL	Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MME	Ministério das Minas e Energia
ONG	Organização Não Governamental
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PNPCH	Programa Nacional de Pequenas Centrais Hidrelétricas
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SISLA	Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UHE	Usina Hidrelétrica
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

2016

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO E OBJETIVOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL- CPTL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

TRÊS LAGOAS, MS- BRASIL
JULHO DE 2016



1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como área de estudo a Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande (MS) destacando as alterações ambientais das Áreas de Influência Direta (AID) e Áreas de Influência Indireta (AII) da futura criação da Pequena Central Hidroelétrica (PCH) Areado.

O projeto de construção da PCH Areado prevê que a mesma seja construída a dois quilômetros da foz do canal principal da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande (BHRIG).

A Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande (BHRIG) localiza-se no alto curso do Rio Sucuriú entre os municípios de Chapadão do Sul, Cassilândia e Inocência - MS, tendo como coordenadas geográficas $19^{\circ} 34' 02'' 12''$ S e $18^{\circ} 38' 49'' 88''$ S e $53^{\circ} 01' 17' 60''$ W e $51^{\circ} 53' 04' 47''$ W, abrangendo uma área de aproximadamente $3977,33$ Km².(Figura 1)

Afluente, pela margem esquerda, do rio Sucuriú, com nascente no município de Chapadão do Sul, sendo limite, no seu médio curso, entre os municípios de Chapadão do Sul e Cassilândia; no seu baixo curso, entre os municípios de Chapadão do Sul e Inocência. Bacia do Rio Paraná. Suas nascentes originam-se na Lagoa Indaiá Grande.

O canal principal do Rio Indaiá Grande, conforme a definição de Horton (*apud* Christofoletti 1980) classifica-se como um canal de '3.^a (Terceira) Ordem', já que recebem afluição de outros córregos, os de primeira e segunda ordem.

No rio Indaiá Grande existem três PCHs, a Indaiá Grande e a Indaiázinho no município de Cassilândia, a Indaiá, em Chapadão do Sul.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, considerado aqui como um Sistema Ambiental, é afluente na margem direita do Rio Paraná, percorre os Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, mas com extensão maior no Mato Grosso do Sul, na porção leste do estado com trechos que passam pelos municípios de Costa Rica, Figueirão, Três Lagoas, Água Clara, Inocência, Chapadão do Sul, Cassilândia, Selvíria e Paraíso das Águas. Percorrem trechos da bacia sedimentar do Rio Paraná, da nascente localizada no município de Costa Rica/MS divisa com o estado de Goiás, até atingir sua foz próxima ao município de Três Lagoas (SEPLAN, 1990)

Nesse sentido, a presente dissertação sugere uma adaptação às metodologias existentes para analisar EIAs e os RIMAS e projetos procurando estabelecer uma

análise ambiental que considere comparativos entre os impactos existentes e os impactos que serão causados no futuro pelo empreendimento. A metodologia proposta contribuirá para a agilidade do processo de análise ambiental das áreas que sofrerão influências de Pequenas Centrais Hidroelétricas desde o seu momento zero.

Para as análises propostas das áreas ambientais, tomaremos como recorte espacial a metodologia do IMASUL, ELETROBRÁS e que divide estudos em PCHs em AID e AII:

- Área de Influência Direta – AID: compreende os impactos incidentes diretamente sobre os recursos naturais, a rede de relações sociais e pelas estruturas civis e canteiro de obras;
- Área de Influência Indireta – AII: dependendo do meio estudado, poderá ser a Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande ou parte desta, camada de bacia de contribuição que é aquela delimitada pelos rios que deságuam no rio Indaiá Grande até o ponto de implantação do empreendimento, bem como os municípios que terão áreas afetadas: Inocência e Chapadão do Sul. (RIMA da PCH Areado, 2010)

Segundo RIMA (2012) áreas de influência são aquelas afetadas direta ou indiretamente pelos impactos, positivos ou negativos do empreendimento, durante as fases de planejamento, implantação e operação.

Na PCH Areado, a Área de Influência Direta (AID) tem aproximadamente 612.332m² e seu perímetro é de aproximadamente 2.770,7m.(RIMA,2010)

Sabendo que a obra da PCH Areado ainda não foi iniciada, tomam-se como necessárias as ferramentas das Geotecnologias para o conhecimento da forma de ocupação e uso da AID e da AII.

Assim, para o empreendimento proposto, as áreas de influência direta e indireta são aquelas considerando o espaço geográfico que será potencialmente afetado, direta e indiretamente pelas ações a serem desenvolvidas, tanto na fase de instalação, quanto na fase de operação do mesmo, sobre os diferentes meios (físico, biótico e antrópico/socioeconômico), enfocando a Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande no qual o empreendimento está inserido, contemplando tanto aqueles inventariados (propostos) bem como aqueles em implantação, mostrados na **Tabela 01**

MEIO DE CONHECIMENTO		Área Considerada Como Limite	
		AII	AID
FÍSICO	Geologia e Geomorfologia	Bacia Hidrográfica de contribuição do Rio Indaiá Grande	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório e faixa de entorno
	Pedologia e Aptidão agrícola	Bacia Hidrográfica de contribuição do Rio Indaiá Grande	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório e faixa de entorno
	Recursos Hídricos	Bacia Hidrográfica de contribuição do Rio Indaiá Grande	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório e faixa de entorno
BIÓTICO	Cobertura Vegetal e Uso do Solo	Formações vegetacionais relevantes na região e no entorno do futuro reservatório	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório e faixa de entorno
	Fauna	Remanescentes florestais e outros habitats potenciais para registro de fauna terrestre existentes nas proximidades do empreendimento	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório e faixa de entorno
	Ecosistemas Aquáticos	Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e sub-bacia do Rio Indaiá Grande	Área do futuro reservatório da PCH Areado e área imediatamente à jusante da barragem
SOCIOECONOMICO	Socioeconômico	Municípios nos quais está inserido o empreendimento	Propriedades atingidas pela PCH Areado, reservatório e sua faixa de entorno(APP)
	Arqueologia	Municípios nos quais está inserido o empreendimento	Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu reservatório

Tabela 01: Limites das Áreas de Influência Direta e Indireta

Fonte: RIMA da PCH Areado, 2010 **Org.:** PIRES, 2015

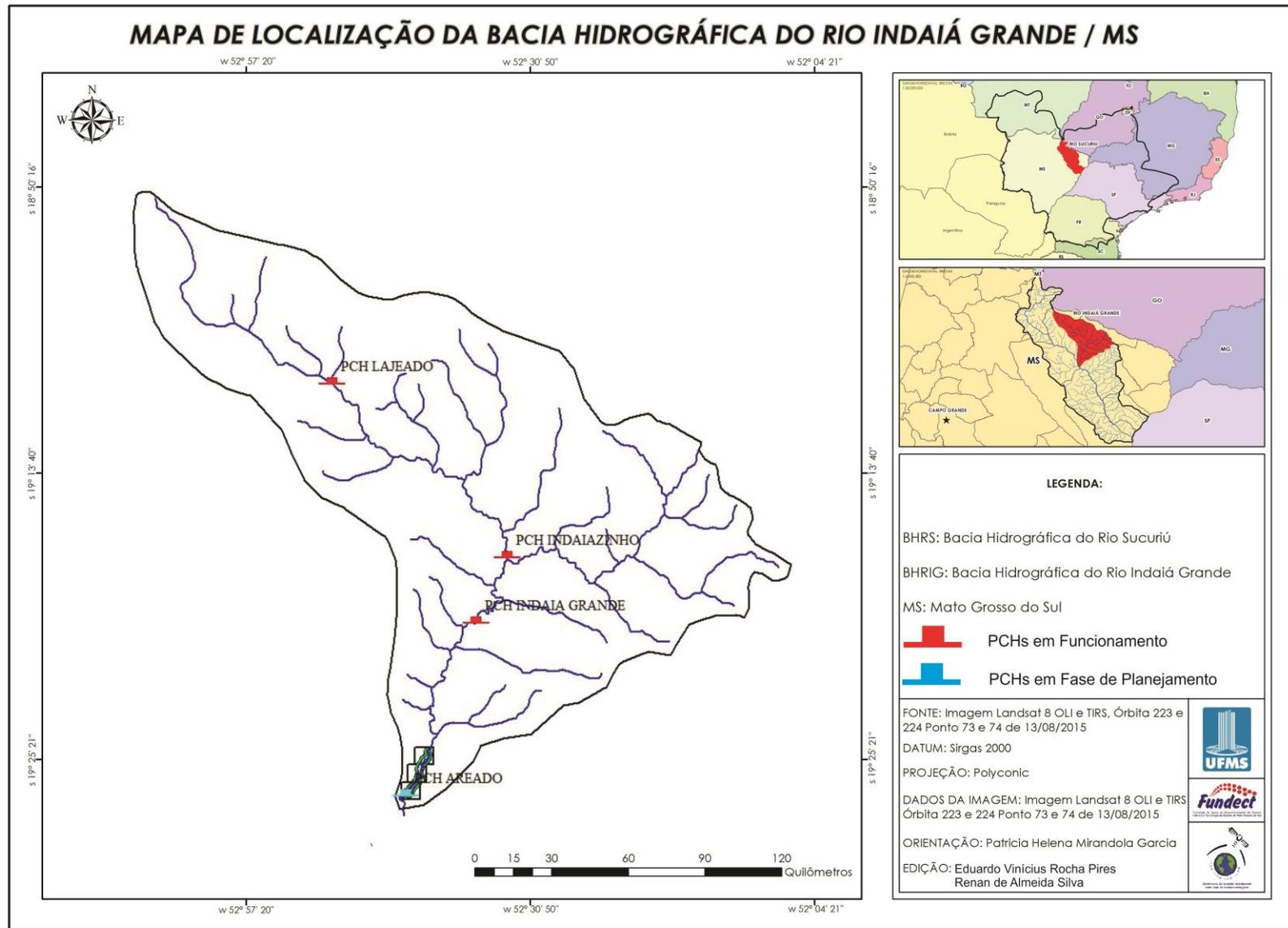


Figura 01: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Indaia Grande e as PCHs – MS
Elaboração: PIRES, 2015

Sabendo da complexidade de estudos de Bacias Hidrográficas e como elas sofrem influências de PCH's, estes estudos foram divididos em etapas para uma análise integrada.

A primeira etapa constituiu-se na delimitação da área de estudo e levantamento das características da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande.

A segunda etapa foi analisar os Estudos e Relatórios de Impactos Ambientais (EIA/RIMA) e elaborar a partir dos dados informados por estes estudos, simulações dos futuros limites das áreas de influência da PCH Areado com auxílio de geotecnologias.

A terceira e última etapa dos objetivos específicos foi a de criar, a partir das simulações e dos mapas combinados em SIG's, gerar matrizes de análise ambiental em áreas que sofrem influência de pequenas centrais hidroelétricas, e assim verificar os danos futuros na área, e sugerir as práticas conservacionistas e diretrizes para conservação do ambiente, apoiado na hipótese de que as geotecnologias aliadas à fundamentação teórico-metodológica contribuem e estruturam os estudos dos sistemas ambientais.

Sobre a perspectiva teórico-metodológica, o trabalho segue a fundamentação da abordagem sistêmica, a partir da Teoria Geral dos Sistemas, fundamentada por Ludwig Von Bertalanffy (1975), que segundo Mirandola (2006) consiste na análise do ambiente de forma holística e integrada, considerando a hierarquia para análise: o Sistema, Subsistema e Partes Componentes.

Considerando o sistema em estudo destacamos a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, é nela que está inserido o subsistema Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande, e as partes componentes são as Áreas de Influência Direta e Área de Influência Indireta, com destaque que toda e qualquer alteração efetuada no sistema e subsistema influenciaram e refletiram diretamente na parte componente.

Desta forma tem-se a seguinte configuração, segundo o método adotado na pesquisa, para compreender a dinâmica do funcionamento do sistema maior, neste caso o "TODO" e as relações que configuram a funcionalidade do ambiente e o processo de ocupação territorial:

- Sistema: Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú: BHRS
- Subsistema: Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande: BHRIG
- Partes Componentes: Área de Influência Indireta e Área de Influência Direta: AII e AID

Essa pesquisa propôs-se, nesse contexto, a realizar um estudo sob a perspectiva de identificar a influência da PCH no Sistema da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú,

adaptando às metodologias de ORTIZ FLÓREZ,2014 e IMASUL, 2010 para análise de impactos ambientais, procurando estabelecer um índice ambiental que considere comparativos entre alterações causadas e as mitigadas pelos empreendimentos e fazer uma análise integrada dos corpos hídricos.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Analisar as principais alterações ambientais da Área de Influência Direta e Área de Influência Indireta da Pequena Central Hidrelétrica Areado desde seu momento zero.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar na área da Bacia Hidrografia do Rio Indaiá Grande os principais tipos de uso e cobertura da terra;
- Caracterizar na Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII), à partir das matrizes de análise ambiental, as principais alterações ambientais;
- Indicar medidas mitigadoras para as alterações existentes desde o momento zero até a construção da PCH Areado;

2016

CAPÍTULO 2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL- CPTL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

TRÊS LAGOAS, MS- BRASIL
JULHO DE 2016



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A base teórica metodológica adotada neste trabalho, fundamentou-se nos seguintes temas: Abordagem Sistêmica em Bacias Hidrográficas, As Pequenas Centrais Hidrelétricas, a geração de energia e suas alterações no ambiente, PCHs no Brasil, PCHs no Mato Grosso do Sul, PCH Areado, Geoprocessamento como ferramenta na análise ambiental, Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental – SISLA, Uso do SIG Global Mapper como ferramenta de auxílio, Google Earth Pro no uso da análise espacial de precisão, Matriz de Identificação e Avaliação de Alterações Ambientais.

2.1 Abordagem Sistêmica em Bacias Hidrográficas

Com este interesse na teoria sistêmica para estudos ambientais, apoiou-se na Teoria Geral dos Sistemas (TGS), que pode proporcionar uma contribuição importante nestes estudos. Esta teoria foi desenvolvida a partir de 1932, por R. Defay e Ludwig Von Bertalanffy(1972), possibilitando a realização de estudos numa perspectiva organística dos processos, resultando numa visão integrada dos diversos elementos e fatores organizados em uma determinada estrutura e por meio dos quais se processa a transferência de matéria e energia, refletindo num determinado estado de funcionamento dinâmico do conjunto.

No estudo e análise dos sistemas, faz-se necessário estudar não somente as partes e os processos de forma isolada, mas compreender o funcionamento e a organização que unifica estas partes, resultado da conexão dos diferentes elementos componentes. Na abordagem de TRICART (1977), o conceito de sistema é atualmente o melhor instrumento lógico de que se dispõe para estudar os problemas do meio ambiente (TRICART, 1977).

Baseado em CHRISTOFOLETTI (1999), a TGS (Teoria Geral dos Sistemas) é um arcabouço de estudos integrados que estudam os sistemas naturais e as influências do sistema socioeconômico, como mencionado acima é uma hierarquia que forma a dinâmica natural.

A visão sistêmica existe desde os primórdios da civilização, quando UHLMANN (2002) identificou e escreveu a história da teoria dos sistemas desde 2.500 a.C., prosseguindo até os dias atuais nas diferentes propostas para elaboração e

aperfeiçoamento da tecnologia. Em toda a história da teoria de sistemas o objetivo era o esforço humano para entender a dinâmica natural e dessa forma prever o futuro. Inicialmente estava pautada no misticismo, onde entidades superiores regiam as atitudes dos homens por meio de visões e interpretações espirituais, nesta fase, um sistema poderia descrever o funcionamento de um organismo vivo.

Neste sentido procurou lançar mão, de acordo com os estágios do avanço do conhecimento científico, dos mais amplos guias de raciocínio, elaborando hipóteses para saciar a sua ânsia de entender o seu mundo.

A visão sistêmica está relacionada à Teoria Geral dos Sistemas (TGS) de BERTALANFFY (1972) e trata sobre os procedimentos metodológicos utilizados para analisar elementos relacionados com a natureza, organismos, objetos, é uma teoria multidisciplinar que abrange várias ciências. Analisada de maneira holística e reducionista envolvendo a visão-de-mundo, o significado, o valor e o respeito relacionado a natureza se torna relativo quando se trata de civilização, pois o ambiente natural e sua relação com o agente modificador é relativa independente da região, estado e nação, relacionado a sua história.

Segundo BERTALANFFY(1972) *apud* PIRES(2011), existe uma relação entre todos os elementos e constituintes da sociedade. Os fatores essenciais dos problemas públicos, das questões e programas a adotar devem sempre ser considerados e avaliados como componentes interdependentes de um sistema total.

O enfoque sistêmico permite formular as tarefas da investigação do geógrafo físico, permite determinar seu conteúdo, distinguir dos conteúdos das ciências geográficas parciais. O enfoque sistêmico dá lugar a novos saltos no crescimento da ciência e amplia as perspectivas do uso prático de seus resultados.

Compreende-se que um estudo de bacias hidrográficas deve ser entendido por visões integradas na qual se deve transcender os conhecimentos fragmentados das diferentes áreas do conhecimento. Deste modo, ao estudar os diversos componentes de uma bacia hidrográfica, torna possível contemplar diversos aspectos do meio natural de uma maneira holística ou sistêmica.

Na Teoria Geral dos Sistemas (TGS) a ênfase é dada à inter-relação e interdependência entre os componentes que formam um sistema, é visto como uma totalidade integrada, sendo impossível estudar seus elementos isoladamente.

Buscava-se uma teoria que fosse comum a todos os ramos da ciência e se pesquisavam os denominadores comuns para o estudo e abordagem dos sistemas vivos.

Esta foi uma percepção de diversos cientistas, que entenderam que certos princípios e conclusões eram válidos e aplicáveis a diferentes setores do conhecimento humano.

À medida que o Homem intensifica suas ações sobre o espaço, as condições iniciais também se alteram. A cada nova estrutura criada surge novos mecanismos que evoluem para novos condicionantes. É de suma importância reconhecer os fatores causadores das transformações que atuaram na dinâmica do local estudado. Cada fração do espaço reage de uma forma diferente, conforme o tipo de uso e manejo. Desse modo, qualquer alteração sempre é precedida por uma mudança no uso e ocupação da terra (GUERRA E CUNHA, 2011).

CHRISTOFOLETTI (1999) aponta que a perspectiva da análise integrada do sistema natural tornou-se lema marcante, surgindo de modo explícito ao considerar a terra como planeta vivo e ordenação do meio natural, a influência sistêmica evidencia do ponto de vista analítico, uma visão de conjunto (todo) e de caráter dinâmico ambiente. Estas relações e a qualidade delas são fundamentais para garantir a permanência e própria existência do curso d'água.

A aplicação da TGS – teoria geral dos sistemas aos estudos de ambientais, em especial de bacias hidrográficas introduziu o conceito de equilíbrio e “passou a ser entendido como o ajustamento completo das variáveis internas às condições externas”, as formas surgidas nos sistemas ambientais estudados, “estão diretamente relacionados às influências exercidas pelo ambiente, que controla a qualidade e a quantidade de matéria e a energia a fluir pelo sistema.” (CHRISTOFOLETTI, 1980)

Um sistema de drenagem é considerado para CHORLEY (1962) e COELHO NETTO (1995) *apud* CUNHA e GUERRA (2003), um sistema aberto onde ocorre a entrada e saída de energia. As bacias de drenagem recebem energia fornecida pela atuação do clima e da tectônica locais (input), eliminando fluxos energéticos pela saída da água, sedimentos e solúveis (output).

Nas atuais condições de intensificação da produção social, tem-se dado cada vez mais importância ao papel da avaliação da informação com o objetivo de organizar de forma racional as estruturas produtivas e a tecnologia industrial contemporânea, estando condicionado ao intenso desenvolvimento da informática, como um amplo campo de elaboração automática da informação em todas as esferas da atividade humana (DAVIDCHUK e LINNIK, 1989).

O enfoque sistêmico dá lugar a novos saltos no crescimento da ciência e amplia as perspectivas do uso prático de seus resultados, a área de estudo pode ser

sistemicamente delimitada, mostrando alterações e impactos de diversas magnitudes e com diferentes formas mitigadoras.

Todavia, os resultados, sejam alterações, impactos ou mitigações desses, refletem no sistema como um todo, de forma que se afete em efeito cascata, ou seja, os impactos, alterações e até mesmo as ações mitigadores da Área de Influência Direta da PCH Areado influenciarão, como um “efeito cascata”, a Área de Influência Indireta da PCH Areado e conseqüentemente, o subsistema Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande e o Sistema Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Um sistema é uma totalidade integrada, o que implica que a compreensão da sua natureza e de seu funcionamento não pode ser alcançada pela simples análise das partes que o compõem (as propriedades sistêmicas são destruídas quando um sistema é dissecado – física ou teoricamente – em elementos isolados). Portanto, a abordagem sistêmica enfatiza princípios básicos de organização ao invés de se concentrar nos elementos ou substâncias básicas. Neste sentido, as análises da AID e AII devem ser feitas sempre em conjunto, pois o resultado das investigações de uma área, influenciará-direta ou indiretamente- nas áreas correlativas.

2.2 As Pequenas Centrais Hidrelétricas, a geração de energia e suas alterações no ambiente.

No Brasil, de toda energia gerada, a hidroeletricidade corresponde pela maior parte. A grandiosidade da usina binacional de Itaipu, construída em conjunto com o Paraguai, não é difícil de explicar: o País detém de 12% a 20% das reservas mundiais de água doce acessíveis. A primeira hidrelétrica do País foi Ribeirão do Inferno inaugurada em 1893 em Diamantina no estado de Minas Gerais. Em seguida, a história da hidroeletricidade no País foi marcada por um aumento contínuo no número de barragens de pequeno porte para aproveitamento elétrico. Em pouco tempo, a energia hidráulica passou a predominar no sudeste do país. As primeiras barragens de grande porte vieram nos anos de 1960: Três Marias e Furnas, também em Minas Gerais e Jupia e Ilha Solteira, em São Paulo. Em seguida começaram as negociações para a construção de Itaipu, que seria inaugurada em 1984. Os investimentos, no entanto, diminuíram em 1990, e a situação foi agravada por causas naturais. (CIÊNCIA HOJE, 2001; CEMIG, 2004).

A energia hidrelétrica, principal fonte de energia no Brasil, atualmente responde por 84% da matriz -, é extremamente poderosa e já se provou eficiente. (BCC BRASIL;

2004). Segundo o IBGE (2000), mesmo com esse percentual o que se produz é insuficiente para atender toda demanda ficando, aproximadamente, 2,5 milhões de domicílios brasileiros – cerca de 11 milhões de habitantes desprovidos de energia elétrica. Este motivo dá-se evidência à universalização de atendimento do setor elétrico, possibilidade de geração descentralizada e desenvolvimento sustentável.

Segundo BARBOSA (2004) *apud* TASDEMIROGLU (1993), experiências passadas deveriam auxiliar as soluções de problemas associados ao desenvolvimento de PCH. Projetos de PCH deveriam ser planejados e direcionados como um fator importante para abastecer as crescentes exigências de energia. Eles deveriam ser considerados como parte do contexto nacional e constituir uma parte integral do plano de desenvolvimento de um país.

Segundo IMASUL, 2010, o Brasil dispõe de uma das maiores redes hidrográficas do mundo, o que lhe confere um expressivo potencial de geração de energia elétrica. As usinas de geração de energia proliferaram a partir da década de 50, dando sustentação ao forte impulso do país rumo à industrialização e ao desenvolvimento e respondendo por quase 90% do total de energia gerada. As usinas existentes no Brasil podem ser do tipo: Eólicas (EOL), Hidrelétricas (UHE), Termelétricas (UTE), Termonucleares (UTN), Solar (SOL), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e Central Geradora Hidrelétrica (CGH).

A consolidação das questões ambientais atrelada às recentes crises que atingiram o setor elétrico trouxe a tona os problemas decorrentes de uma dependência excessiva dos combustíveis tradicionais. Esses fatos deram um enorme impulso ao desenvolvimento de políticas para diversificar o parque gerador de energia elétrica, principalmente através de subsídios do governo que visam aumentar a proporção hoje em menos de 1% da capacidade mundial de geração de eletricidade que vem das fontes de energia alternativas. (COELHO, 2001)

Segundo BARBOSA (2004) existem algumas possíveis vantagens de se construir PCHs em sistemas isolados incluem:

- A água é uma fonte de energia limpa, barata e renovável. As energias renováveis podem ter papel importante na prevenção da poluição do ar nas áreas rurais;
- a agricultura e a pecuária são muito importantes na economia de um país;

- o uso múltiplo de PCH, promoverá o uso eficiente dos recursos de água para as áreas agrícolas, assim atendendo as necessidades de um rápido desenvolvimento da agricultura. Nas áreas rurais a irrigação pode ser rapidamente desenvolvida e os meios de proteção contra secas e enchentes podem ser melhorados;

- muitas áreas de armazenamento existem a pequenas distancias dos centros rurais;

- custos de manutenção e perdas na transmissão serão relativamente baixos em áreas rurais;

- as PCH tem menor custo operacional e de manutenção do que as hidrelétricas maiores. Construções sólidas terão longa vida útil se manutenções periódicas forem feitas;

- a indústria de um país é capaz de manufaturar conjunto de turbinas – geradores, bem como equipamentos auxiliares necessários;

O risco de colapsos no fornecimento de energia elétrica está levando o setor privado a aumentar seus investimentos em formas alternativas de geração como a de energia eólica, solar, biomassa e, principalmente em PCH's e o setor público a estimular não apenas os grandes, mas também os pequenos projetos destinados a ampliar a oferta de eletricidade.

No Brasil, segundo COELHO, 2001, cabe ao Ministério de Minas e Energia - MME planejar o desenvolvimento das fontes alternativas de energia potencialmente e comercialmente viáveis. Todas essas mudanças pretendem provocar uma diversificação da matriz energética brasileira, tornando-a mais confiável sob o aspecto da segurança. Nesse novo cenário, as energias alternativas deverão aumentar sua parcela de participação dos atuais 3% para algo em torno de 5% em médio prazo.

Porém, a fim de acelerar o suprimento de demanda energética da época e agilidade para expedição das licenças, a Resolução CONAMA 279/2001 traz que os licenciamentos ambientais para os empreendimentos de geração de energia elétrica, em especial pequenas centrais hidrelétricas (PCH's), podem também adotar o licenciamento ambiental simplificado, para empreendimentos com pequeno potencial de impacto ambiental, considerando a demanda energética atual. Adotaram as seguintes definições:

- Relatório ambiental simplificado (RAS) – estudos dos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação do empreendimento, bem como o diagnóstico ambiental da região contendo sua caracterização e identificação dos impactos ambientais e medidas de controle, mitigação e compensação;

- Relatório de detalhamento dos programas ambientais – apresenta as medidas mitigatórias e compensatórias e os programas ambientais proposto no RAS;

- Reunião técnica informativa – promovida pelo órgão ambiental competente para discussão do RAS, relatório de detalhamento dos programas ambientais e demais informações, garantida a consulta e participação pública;

A energia elétrica, segundo SOMA (2005) é um bem de consumo cuja importância vem crescendo no decorrer das últimas décadas de maneira acelerada, devido ao seu papel fundamental nos processos de produção industrial assim como no setor de prestação de serviços e comércio em geral, além do conforto que proporciona aos domicílios da Nação.

As primeiras referências quanto ao enquadramento de PCH no Brasil foram apresentadas no Manual de Pequenas Centrais Hidroelétricas, editado em 1982 pelo consórcio formado entre o Ministério de Minas e Energia – MME, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE e a Eletrobrás. O manual foi criado por ocasião do primeiro Programa Nacional de PCH – PNPCH.

As PCHs foram definidas através da portaria do DNAEE nº. 109, de 24 de novembro de 1982, pelas seguintes características:

- I. Operação em regime de fio d'água ou de regularização diária;
- II. Provisão de barragens e vertedouros com altura máxima de 10 m;
- III. Sistema adutor formado apenas por canais a céu aberto e/ou tubulações, não utilizando túneis;
- IV. Suas estruturas hidráulicas de geração devem prever, no máximo, uma vazão turbinável de 20m³ /s;
- V. Dotação de unidades geradoras com potência individual de até 5MW;
- VI. Potência total instalada de até 10MW.

O número excessivo de condicionantes, a falta de incentivo de mercado, cujas tarifas eram fortemente controladas pelo governo federal, aliados a ausência de uma linha de crédito para o setor, criaram dificuldades para o desenvolvimento do programa (TIAGO FILHO, 2006).

Com a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em 1996, a regulamentação do setor passa a ser uma atribuição da ANEEL que por meio da Resolução nº. 394, de 04 de dezembro de 1998(ANEXO 2), revogou as Portarias 125 e 136 do DNAEE e estabeleceu novos critérios para o enquadramento de empreendimentos hidrelétricos na condição de Pequenas Centrais Hidrelétricas. Desse

modo, passaram a ser consideradas PCHs os aproveitamentos hidrelétricos com as seguintes características: potência igual ou superior a 1,0 MW e igual ou inferior a 30,0 MW e com área total de reservatório igual ou inferior a 3,0 km², sendo delimitada pela cota d'água associada à vazão de cheia com tempo de recorrência de 100 anos.

A energia elétrica de origem hidráulica está entre as mais utilizadas em todo o mundo. Ela é produzida com o aproveitamento do potencial hidráulica de um rio, utilizando seus desníveis naturais, como quedas d'água, complementados com a construção de barragens, que proporcionam, em alguns casos, usos múltiplos como irrigação, navegação, piscicultura entre outros.

A geração hidráulica está ligada à vazão do rio, ou seja, à quantidade de água disponível em um determinado período de tempo e à altura de sua queda. A composição desses dois parâmetros resulta no potencial de energia elétrica a ser aproveitado.

Uma usina hidrelétrica é composta, basicamente, de barragem, sistemas de captação e adução de água, casa de força e comportas. Cada uma dessas partes implica em obras e instalações que devem ser projetadas para um funcionamento conjunto.

Segundo COELHO, 2001, para que o potencial hidrelétrico de um rio seja mais bem aproveitado, na maioria das vezes, seu curso normal é interrompido mediante uma barragem, provocando a formação de um lago artificial conhecido como reservatório. A água deste reservatório é levada até a casa de força através de túneis, canais ou condutos metálicos. Depois de passar pela turbina, na casa de força, a água volta ao leito do rio através do chamado canal de fuga. A água faz com que a turbina gire, juntamente com o gerador acoplado mecanicamente a ela. Assim, a energia hidráulica se transforma em energia mecânica e esta é transformada em energia elétrica.

De acordo com Nota Técnica da ANEEL, 2003,(ANEXO 6) foi fixado, o tamanho máximo de 3,0 km² para a área alagada pelo reservatório, levando-se em consideração que na maioria das PCHs avaliadas, aproximadamente em 65% delas, os reservatórios ocupavam áreas iguais ou menores a esse valor. No entanto, esse critério não era claro e trazia, em muitos casos situações dúbias, dificultando a análise, aprovação e a viabilização do empreendimento. Desse modo após diversos estudos e com as contribuições recebidas pela Audiência Pública nº. 17, realizada no período de 17 de setembro a 13 de dezembro de 2002, foi editada a Resolução nº. 652, em 09 de dezembro de 2003 a Resolução 652 altera a área do reservatório.

Caso o limite de 3,0 km² seja excedido, o aproveitamento ainda será considerado com características de PCH se forem atendidas pelo menos duas condições:

1. - Fórmula 1: inequação de medição de área do reservatório.
Que a inequação abaixo seja satisfeita:

$$A \leq \frac{14,3 \times P}{H_b} \quad (2.1)$$

Onde: A Área do reservatório em [km²],
 P Potência elétrica instalada em [MW],
 H_b Queda bruta do aproveitamento em [m].

Fonte: ANEEL, 2003

Nessa expressão a área não poderá exceder 13,0 km², área máxima da maior parte dos reservatórios das PCH da região norte/nordeste, sendo agora definida pelo nível d'água máximo normal à montante do barramento. A queda bruta é dada pela diferença entre os níveis d'água máximos normal de montante e normal de jusante.

2. - Reservatório:

O dimensionamento, comprovadamente, foi baseado em outros objetivos que não o de geração de energia elétrica deverá ter essa condição comprovada junto a Agência Nacional de Águas – ANA, aos Comitês de Bacias Hidrográficas, aos órgãos de gestão de recursos hídricos e ambientais junto aos Estados; de acordo com suas respectivas competências. O objetivo da abertura dada pela Resolução ANEEL 652/2003, foi incentivar novos empreendimentos hidrelétricos e facilitar a aprovação de projetos em análise junto à ANEEL e demais órgãos de gestão de recursos hídricos e meio ambiente. Visto que vários destes projetos não podiam ser implementados em função do antigo enquadramento.

Segundo ZUKANOVICH (2008) na década de 80, o Governo Federal procurou incentivar a implantação de PCHs através do Programa Nacional de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PNPCH) do Ministério de Minas e Energia - MME promovendo estudos, cursos, subsídios técnicos e legais para o desenvolvimento do assunto. Mesmo considerando que o programa foi criado visando a autoprodução e atendimento dos mercados isolados da região norte do país, pouca coisa se efetivou devido a vários motivos, entre eles:

- a) A opção pela geração em grandes blocos de energia;
- b) O cenário econômico nacional de recessão entre 1984 e 1993;
- c) As altas taxas de juros penalizando atividades produtivas;
- d) A inexistência de déficit de energia durante a crise econômica, além da;
- e) Opção pela extensão de sistemas de transmissão associados aos baixos níveis de tarifas de energia elétrica praticadas pelas concessionárias de distribuição e;
- f) Ainda as vantagens relativas das alternativas térmicas com grupos geradores mais baratos e o preço do petróleo internacionalmente estabilizado.

Segundo Souza (2005), a retomada das centrais de pequeno porte se deu com a crise energética de 2001 e com a desverticalização das empresas de energia no final da década de 90. Estas alterações conjugadas com alguns incentivos introduzidos na legislação, tais como:

- I. A Lei nº. 9.074/95 (ANEXO 1) e resolução ANEEL nº. 264/98 cria a figura do Produtor Independente de Energia Elétrica – PIE, como agente Capítulo II – PCH e Licenciamento Ambiental - gerador, totalmente exposto ao regime de mercado livre, buscando produzir energia por sua conta e risco.
- II. O livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição, permitindo que os geradores e os consumidores tenham total garantia para firmar contratos, retirando, desta forma, essa barreira de entrada a novos agentes. Garantido pela Lei 9.074/95 e pelo Decreto 2.003/96.
- III. A criação da figura do Comercializador pela Lei 9.648/98(ANEXO 2), com a definição de uma quarta atividade (além de geração, transmissão e distribuição) responsável pela execução de parte importante do mercado, assumindo riscos e realizando o “hedge” dos contratos; · A isenção do pagamento da compensação financeira por área inundada. Lei nº. 8.001 de 1990;
- IV. O aumento do número de consumidores “livres” com a redefinição dos limites para consumidores com demanda superior a 500 kW atendidos em qualquer nível de tensão. Lei nº. 9.074, de 1995; · No caso dos sistemas isolados, a utilização dos recursos constantes na Conta de Consumo de Combustível – CCC, por meio de sua sub-rogação. Criada pelo Decreto nº. 73.102 de 1973;

Dentro dessas normativas, então, o Mato Grosso do Sul se desponta na geração de energia. Porém, apenas em 1999 houve a primeira aprovação e construção de uma Pequena Central Hidroelétrica, a PCH Paraíso-I.

2.3 PCHS no Mato Grosso Do Sul

O Mato Grosso do Sul possui no total de 47 empreendimentos em operação, gerando 7.826.471 kW de potência. A potência instalada no Estado representa 7,35% da capacidade de geração do País. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2014, está prevista uma adição de 1.943.754 kW na capacidade de geração do Estado, provenientes de 25 empreendimentos atualmente em construção e/ou aprovados que ainda não tiveram seu processo de construção iniciado.

USINAS EM OPERAÇÃO NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL/ 2014		
TIPO	QUANTIDADE	POTÊNCIA-MÉDIA(kW)
Central Geradora Hidrelétrica	12	5.882
Pequena Central Hidrelétrica	9	182.830
Usina Hidrelétrica de Energia	5	6.740.800
Usina Termelétrica de Energia	21	896.959
TOTAL	47	7.826.471

Tabela 2: Usinas Em Operação no Estado de Mato Grosso do Sul, 2013

Fonte: ANEEL, 2014. **Elaboração:** EDP e SOMA, 2010 **Organização:** PIRES, 2015.

No Mato Grosso do Sul, a geração de energia por aproveitamento hídrico, devido aos rios de grande porte característicos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, ocupa aproximadamente 88,5% da energia elétrica gerada no Estado.

A alternativa de gerar energia por meio de Pequenas Centrais Hidroelétricas vem sendo reconsideradas por grupos de empresários e produtores rurais e, desde 1999 até o ano de 2015 foram outorgadas 12 PCHs(outorgas presentes em anexo, exceto das PCHs Verde, Verde 4ª, Indaiá Grande e Indaiazinho) no Estado de Mato Grosso do Sul, sendo uma delas em processo de construção e a PCH Lajeado, a qual entrou em operação em 12 de julho de 2016.

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS EM OPERAÇÃO NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL (2016)			
USINA	DATA DE OPERAÇÃO	POTÊNCIA (kW)	RIO
Aquarius	19/09/2006	4.200	Correntes
Costa Rica	-	16.000	Sucuriú
Paraíso I	07/02/2004	21.600	Paraíso
Buriti	16/02/2007	30.000	Sucuriú
Alto Sucuriú	06/08/2008	29.000	Sucuriú
Porto das Pedras	14/10/2008	28.030	Sucuriú
Ponte Alta	05/06/2007	13.000	Coxim
Indaiá Grande	26/04/2012	19.998	Indaiá Grande
Indaiazinho	31/05/2012	12.500	Indaiá Grande
Lajeado	12/07/2016	8.838	Indaiá Grande
TOTAL: 9 usinas		POTÊNCIA TOTAL: 265.656 kW	

Tabela 3: Pequenas Centrais Hidrelétricas em operação no estado de mato grosso do sul (2015)
Fonte: ANEEL, 2016. **Organização:** PIRES, 2016.

Além dessas Pequenas Centrais Hidroelétricas citadas, as quais já são outorgadas e/ou com autorização para construção, ainda existem duas outras que ainda não receberam outorgas, porém já passaram pelo processo de construção do EIA/RIMA, Plano de Trabalho, Audiência Pública e Licenciamento Ambiental. Uma delas é a PCH Areado.

2.4 PCH Areado

A PCH Areado está prevista para ser implantada no rio Indaiá Grande, a 2 km da foz junto ao rio Sucuriú. Situado a nordeste do estado de Mato Grosso do Sul, esse aproveitamento abrange terras dos municípios de Chapadão do Sul pela margem direita e inocência pela margem esquerda. As suas principais estruturas serão construídas nas coordenadas 19°32'41" S e 52°30'05" W.

Para gerar o prognóstico de alterações ao meio ambiente, baseando-se no Relatório de Impactos ao Meio Ambiente- RIMA elaborado pelo IMASUL, 2013, com o auxílio teórico metodológico de TIAGO FILHO, 2006 e ANEEL, 2003, foi necessário o levantamento de dados do Projeto Básico da PCH Areado que se encontram na Ficha-Resumo entregue à ANEEL em 2009 pela Engevix Engenharia S.A., como podemos observar nas tabelas 4 e 5.

BARRAGEM	
Tipo	Terra com encosto em terra e enrocamento
Comprimento Total da Crista(m)	884
Volume Total (m ³)	445.145
Altura (m)	20,6
Queda Bruta (m)	16,9

Tabela 4: Características da Barragem da PCH Areado

Fonte: IMASUL, 2013 *apud* ANEEL, 2009 **Elaboração:** EDP e SOMA, 2010 **Organização:** PIRES, 2015

CARACTERÍSTICAS GERAIS	
Potência Instalada (kW)	16.000
Energia Firme (kW Médios)	11.100

Tabela 5: Características Energéticas da PCH Areado

Fonte: IMASUL, 2013 *apud* ANEEL, 2009 **Elaboração:** EDP e SOMA, 2010 **Organização:** PIRES, 2015

A construção da PCH Areado terá aproximadamente 24,99km e com um comprimento de 12.784 metros e uma profundidade média de 5,45m e sua profundidade máxima será de aproximadamente 30,1m e após o fechamento da barragem, o reservatório terá um tempo de formação de aproximadamente três dias, inundando uma área, descontada a calha do rio, de 2,82km². Como o empreendimento está inserido na área dos municípios de Chapadão do Sul e de Inocência, a área do reservatório que está inserido em Chapadão do Sul irá possuir 1,21km² e a área do reservatório que está inserido em Inocência será de aproximadamente 1,61km².

A partir dos dados da Tabela 4 e 5, pode-se concluir a que, segundo a Resolução nº. 394, de 04 de dezembro de 1998, a PCH Areado estará dentro das normas de geração de energia elétrica padrão para as Pequenas Centrais Hidroelétricas, que é de 30.000 kW. Já pela portaria do DNAEE nº. 109, de 24 de novembro de 1982, a PCH Areado não se enquadraria, pois para ser considerada um Pequena Central Hidroelétrica, a geração de energia elétrica não poderia passar dos 10.000kW e sua altura máxima não poderia passar do 10m.

Com o represamento dos rios ocorre a destruição da vegetação ripária e inundação das lagoas marginais, além da transformação do antigo ecossistema lótico para um novo ecossistema lêntico ou semi-lêntico, implicando em grandes alterações

físicas, químicas, limnológicas e ambientais. Em alguns casos quando a vegetação anterior ao represamento era abundante, no primeiro estágio de formação do lago pode ocorrer uma grande produção pesqueira decorrente da maior disponibilidade de nutrientes no meio aquático. Porém, ao longo do tempo, os nutrientes disponíveis esgotam-se e a produção pesqueira diminui, estabilizando-se num nível mais baixo de produção.

De acordo com SMITH et al. (2002), deve-se considerar que, além dos impactos decorrentes da construção do reservatório e de seu funcionamento, a comunidade de peixes sofre inúmeros impactos que contribuem ainda mais para a perda de espécies e a redução de suas abundâncias e biomassas. Entre esses impactos estão a perda da vegetação ripária, a poluição e a introdução de espécies exóticas.

Segundo CUNHA-SANTINO & BIANCHINI JR. (2002), nas etapas iniciais dos processos de formação de reservatórios artificiais a incorporação da cobertura vegetal representa considerável fonte de detritos para esses sistemas. O afogamento da biomassa vegetal interfere significativamente na qualidade da água desses sistemas, uma vez que altera os balanços globais do oxigênio dissolvido, reduz o pH e aumenta a coloração e a condutividade elétrica da coluna d'água.

De acordo com DE FILIPPO et al. (1999), a transformação de um trecho de rio em reservatório desencadeia uma série de processos biogeoquímicos, que resultam em interferências nas características do ambiente aquático, destacando-se a instabilidade física e química e a alteração das comunidades biológicas, a montante, e a atenuação dos pulsos hidrológicos a jusante, com reflexo sobre o curso d'água e áreas ribeirinhas. Ainda os mesmos autores informam que dentre os fatores que determinam as características limnológicas de um reservatório destacam-se a morfometria (área, comprimento, largura, forma e desenvolvimento de margens, profundidade, volume, área de drenagem) e a hidrologia (descarga afluente, velocidade de enchimento, tempo de residência da água, padrão de circulação da água, oscilação dos níveis da água, regras operacionais da usina), além de outros elementos intrínsecos da bacia de drenagem (tipo e vegetação e solos inundados, quantidade de matéria orgânica incorporada, atividades antrópicas).

Para PACCA (1996), embora as PCHs não se utilizem de volumosas acumulações de água, o impacto causado em sua disponibilidade é um dos mais significativos dentre os problemas gerados, apesar da sua reversibilidade, podendo inclusive ser utilizada para o mesmo fim a jusante. A ausência de um grande

reservatório não deverá causar mudanças indesejáveis na qualidade da água, porém o desvio do curso natural do rio em função da barragem pode ser uma fonte de conflito com outros usos, causando assim uma alteração de proporções consideráveis no ambiente.

Segundo ORTIZ FLÓREZ (2011), a premissa básica de alteração ambiental é que o projeto, ao utilizar os recursos e valores ambientais, não gere uma perda maior de bem-estar que o ganho obtido com ele. Por essa razão, o principal propósito é buscar formas em que se possa desenvolver o projeto com os mínimos danos possíveis ao ambiente, e que, ao mesmo tempo, se promova o desenvolvimento econômico e social.

Em meio as várias carências para a vida humana, uma delas, e talvez a primordial para os dias atuais, é a energia. Ante isso, o homem desenvolveu tecnologias para o alcance da mesma por meio dos recursos naturais existentes. A forma como a energia é produzida e utilizada poderá causar algum tipo de impacto ambiental que contribuirá para o crescente aumento da degradação do ambiente. As usinas hidrelétricas são um exemplo desta questão.

O instrumento de gestão que pode evitar o crescimento da degradação do ambiente é o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o Relatório de Impacto ao Meio Ambiente- RIMA, pois este minimiza os impactos dos efeitos negativos sobre o meio antes da construção de um empreendimento.

As geotecnologias, então, auxiliam na pesquisa para retratar o território de forma eficiente e bem próximo da realidade, permitindo ao planejador uma gama maior de informações a partir dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), pois estes disponibilizam um banco de dados capaz de produzir uma quantidade eficiente e diversificado de informações e cenários futuros. São através destas informações, que serão apontadas às medidas e práticas de manejo e planejamento adequado para cada local, considerando sempre, as características de cada unidade, no qual a conservação é requisito para qualidade do ambiente. “[...] entende-se que o processo de planejamento é um meio sistemático de determinar o estágio em que você está, onde deseja chegar e qual é o melhor caminho para chegar lá” (SANTOS, 2004, p.23)

Das diversas formas de obtenção de energia, talvez a mais interessante, em termos econômicos seja a PCH.

Assim, ao se decidir pela implantação de uma PCH, da mesma forma que as grandes usinas hidrelétricas - UHE, a análise das variáveis sobre os impactos ambientais

relativas aos meios físico, biótico e antrópico é que define a realização do empreendimento garantindo parcialmente a sustentabilidade do ambiente.

2.5 Geoprocessamento como Ferramenta na Análise Ambiental

Quando se fala em geração de energia elétrica imediatamente se aborda a questão da degradação do meio ambiente. Apesar das usinas hidrelétricas serem consideradas uma forma de energia limpa, é indiscutível que causam danos ambientais. Árvores são derrubadas, animais são deslocados do seu habitat, longas extensões de terras são inundadas e peixes tem o ciclo de vida alterado em virtude da criação de barragens para fins de aproveitamento hidrelétrico. A construção de reservatórios interrompe o caminhamento natural dos sedimentos, produzindo o assoreamento do reservatório e interrompendo ou diminuindo esse fluxo natural de sedimentos para jusante. Todos esses são fatores que afetam o meio ambiente quando da implementação de usinas hidrelétricas (BANDEIRA, 2007).

Atualmente se dispõe de uma tecnologia avançada, que permite que os dados geográficos obtidos por teledetecção sejam processados por meio de *softwares* com o propósito de mostrar, em todas as suas formas, a informação geograficamente referenciada, a fim de resolver problemas complexos de planejamento e gestão. Tudo isso permite que as geotecnologias sejam uma ferramenta que permite construir o perfil de um recurso hidroenergético, delimitar bacias hidrográficas, situar obras hidráulicas, determinar áreas, elaborar alternativas de projetos e apresentar os resultados de todas essas operações.

Entende-se então, segundo FITZ (2008), que o geoprocessamento permite estudos de uma gama infinita de variáveis referenciadas, pois é uma tecnologia transdisciplinar que envolve profissionais de diferentes áreas. Contudo, a partir do uso da computação todos os dados que são gerados foram facilitados, o que tornou as análises mais rápidas, dinâmicas e precisas.

Segundo RODRIGUES (1993), Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais voltados para um objeto específico.

A coleta de informações espaço-temporal dos recursos naturais é de suma importância em diversas atividades de sociedades organizadas. Até recentemente, essas informações eram feitas apenas em documentos e mapas em papel, dificultando,

portanto, uma análise que combinasse mapas e dados. Com o desenvolvimento da tecnologia de informática, após a II Guerra Mundial, tornou-se possível o armazenamento e representação dessas informações em ambiente computacional, ensejando o aparecimento do Geoprocessamento.

Segundo CÂMARA e DAVIS (2001) o Sistema de informações Geográficas (SIG), geotecnologia da área de Geoprocessamento, permite a realização de diversas análises complexas e integração de dados e com a criação de banco de dados georreferenciados torna possível a automatização da produção de mapas e outros produtos cartográficos.

No aspecto atual de gestão do território, toda atuação no que se refere a planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento. O conceito de desenvolvimento sustentável, consagrado na Rio-92, estabelece que as ações de ocupação do território devem ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos no ambiente, a curto, médio e longo prazo.

Foi sancionada pelo legislador, ao estabelecer dispositivos de obrigatoriedade de Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA), como condição prévia para novos projetos de ocupação do espaço, como rodovias, indústrias e hidroelétricas. (CÂMARA; MEDEIROS, 2001)

Em suma, a ferramenta do Geoprocessamento, assim como as outras geotecnologias utilizadas na análise ambiental, tem a tarefa de dinamizar e revelar dados com grande precisão, para os geógrafos e outros cientistas interpretá-los e, assim, desenvolver uma gama de pesquisas.

No caso desta pesquisa, o Geoprocessamento é utilizado, para localizar, delimitar e classificar as áreas de influência das futuras instalações da PCH Areado, possibilitando a identificação, sistematização e simulação de alterações e impactos futuros.

No decorrer da década de 1980 incorporam-se à legislação ambiental do Brasil os principais instrumentos e normas que contribuem para fortalecer a diretriz adotada pelo país, no sentido de garantir o desenvolvimento em consonância com a melhoria da qualidade ambiental e a proteção dos recursos naturais.

Segundo BERNASKI (2010), um SIG pode ser utilizado para a produção de mapas gerando um banco de dados geográficos, que dará suporte para as análises

espaciais de diversas ordens. Sendo assim, pode-se perceber que tal arte traz possibilidades grandiosas de conhecimentos e análises.

Segundo SECONDINI (1998), com a utilização do SIG torna possível a constatação sempre mais analítica e objetiva da organização territorial de um lado e por outro lado, faz emergir novos elementos de conhecimento e novas sugestões de interpretação relacionadas particularmente a fenômenos econômicos e sociais em função de sua distribuição no território.

De forma sucinta, pode-se dizer que SIG são ferramentas que manipulam objetos (ou feições geográficas) e seus atributos (ou registros que compõem um banco de dados) por meio do seu relacionamento espacial.

No caso dos projetos de engenharia, em particular as Pequenas Centrais Hidrelétricas, assim como nas Usinas Hidrelétricas, o mapeamento das Fragilidades ambientais tem sido utilizado na decisão sobre a liberação de seu licenciamento ambiental, bem como na elaboração dos Estudos de Inventário, onde são utilizados Índices de Custo Benefício do empreendimento.

Destaca-se que para a elaboração dos indicadores é necessário o trabalho com diversas variáveis - tais como: uso do solo, solos, superfícies de água, geomorfologia, geologia, vegetação, etc – simultaneamente. Entretanto, esta complexidade de análise requer o trabalho de uma equipe multidisciplinar, bem como o uso de ferramentas tecnológicas capazes de incorporar a variável espacial em suas análises. Apresentando este ponto com o foco na Geografia, ela acaba nos fornecendo alguns auxílios como às ferramentas de Geoprocessamento.

2.5.1 Sistema Interativo de Suporte Ao Licenciamento Ambiental – SISLA

O Sisle - Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental é um dos produtos do Projeto GeoMS, desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária e Imasul. Foi implantado em Mato Grosso do Sul em outubro de 2008 e o I3Geo é usado para o desenvolvimento do sistema. O Sisle é utilizado pelos gestores, fiscais ambientais, empreendedores e consultores, via *web* (<http://sisla.imasul.ms.gov.br>).

Segundo EMBRAPA, 2010 o seu uso tornou a tramitação dos processos sobre licenciamento ambiental mais rápida e segura. Um usuário, com informações georreferenciadas (ponto ou polígono) do seu empreendimento, obtém a análise espacial do seu entorno em poucos minutos. Além disso, o SISLA disponibiliza via *web*, num mesmo formato digital, as bases espaciais temáticas (áreas indígenas, áreas protegidas, cobertura vegetal, relevo, drenagem, imagens de satélite etc) do Estado do Mato Grosso do Sul. Atualmente já se observa seu uso no âmbito acadêmico para pesquisa, ensino e extensão.

A tecnologia de informação é a base de concepção do SISLA, destacando o uso e disseminação de softwares livres voltados à temática de geotecnologias (sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas, banco de dados georreferenciados, consultas e disponibilização de dados via *web*). Foi implementado com rotinas PHP, Mapserver, Banco de dados PostGreSql/PostGis e JavaScript.

O sistema permite a adição de dados de propriedades rurais, funcionalidade requerida pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR) e previsto no Novo Código Florestal. É uma ferramenta auxiliar tanto à implantação do próprio Código Florestal quanto ao desenvolvimento de leis e regulamentações em níveis federais, estaduais e municipais.

O projeto GeoMS - Sistema de Informação Georreferenciada como apoio à tomada de decisão - estudo de caso: Estado de Mato Grosso do Sul foi concebido para monitorar o espaço rural e facilitar a regularização e o licenciamento ambiental. Foi coordenado pela Embrapa Informática Agropecuária (Campinas, SP), em parceria com o IMASUL - Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (Campo Grande), a Embrapa Gado de Corte (Campo Grande), o INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (São José dos Campos, MS) a UFMS (Campo Grande, MS) e a Fundapam - Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária e Ambiental (Campo Grande, MS), financiado pelo Governo de Mato Grosso do Sul. (EMBRAPA, 2010)

Então, o SISLA é utilizado para uso público e também existem os métodos restritos ao público:

- Permite ao usuário realizar o upload dos mapas de sua propriedade e gerar relatório espacial, além de consultar e efetuar download de mapas e imagens de satélite do Estado (Público);
- Permite o cadastro de processos de licenciamento ambiental na base de dados do Imasul (Restrito);
- Permite a análise e emissão do parecer, pelos técnicos do Imasul, dos processos cadastrados (Restrito);
- Permite a consulta ao andamento de processos (Restrito) ;
- Permite consulta espacial sobre a quantidade e localização por atividade licenciada pelo Imasul (Público);
- Permite a administração do sistema pelo Imasul (Restrito).

2.5.2 Uso do SIG Global Mapper como Ferramenta de Auxílio

Global Mapper foi construído em funcionalidade para cálculos de distância e área, *raster blending*, *feathering*, análise espectral, consulta de elevação, cálculos de volume, corte-e-preenchimento, bem como capacidades avançadas como retificação de imagem, geração de contorno de dados de superfície, delimitação de bacias hidrográficas, modelagem de elevação do nível do mar, a comparação de camadas de terreno, de triangulação e *gridding* de dados de pontos 3D.

Na presente pesquisa, seu uso é essencial para a criação de e reprodução de layers importados do SISLA, e juntamente com o cruzamento de dados das imagens da missão SRTM - Shuttle Radar Topography Mission, missão esta que gerou com um sistema de radar especialmente modificado a bordo dados com elevação espacial de 30 e 90 metros com a finalidade de gerar um banco de dados topográfico de alta resolução. Esses dados, importados para o SIG Global Mapper, são utilizados para a delimitação de Bacias Hidrográficas, pois possui dados de altitude, possibilitando a geração de cotas e conseqüentemente curvas de nível que são essenciais para a delimitação de Bacias Hidrográficas.

2.5.3 Google Earth Pro no uso da análise espacial de precisão

O software *Google Earth Pro*, possui algumas funcionalidades essenciais para a análise espacial no campo da Geografia. Tais como usar camadas de dados para localizar um destino demográfico, calcular distâncias e áreas utilizando ferramentas de medição precisas, imprimir imagens em alta resolução para apresentações e relatórios, importar arquivos de vetor e imagens grandes para mapear rapidamente os dados de GIS e mapear endereços com o Importador de planilhas, etc.

A partir da acessibilidade do software GEP, foi possível, então, delimitar as AID e AII à partir dos dados e conceitos emitidos pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul à partir do Relatório de Impacto Ambiental(RIMA). Levando em conta a AII como o Sub-sistema Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – lê-se Sistema a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, segundo Bertalanffy(1972) apud PIRES(2011).

2.6 Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas

De acordo com a CONSTITUIÇÃO FEDERAL (1988), a avaliação de impacto ambiental é um dos instrumentos mais importantes para a proteção dos recursos ambientais, tanto que no art. 225, inciso IV, § 10, a Constituição declarou como sendo um dos deveres do Poder Público exigir na forma da Lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente estudo prévio de impacto ambiental a que se dará publicidade.

No artigo 2º da resolução CONAMA 001/86 é disposta uma série de atividades para as quais se torna indispensável o Estudo de Impacto Ambiental - EIA e seu respectivo RIMA, dentre as quais, elenca em seu Inciso VII: “as obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para quaisquer fins hidrelétricos acima de 10 MW”, percebendo-se, desse modo, que o empreendimento, para ser implantado, deverá ser submetido ao processo de licenciamento ambiental, antecedido do EIA/RIMA. Em seu Artigo 6º, tal resolução estabelece as atividades técnicas que devem ser desenvolvidas no Estudo de Impacto Ambiental, como o diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, a análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, a definição de medidas mitigadoras de seus impactos negativos, que, no caso de aproveitamento hidroelétrico, são especialmente decorrentes da

inundação da área para formação do reservatório, ocasionando mudança compulsória da população, além de outros relacionados aos recursos ambientais afetados. Estabelece ainda em seu artigo 11, § 2º que o órgão ambiental competente, sempre que julgar necessário, promoverá a realização de audiência pública para informação sobre o projeto e seus impactos ambientais e discussão do RIMA. Ainda na resolução CONAMA 001/86, o EIA deve ser elaborado por equipe multidisciplinar, a qual é presença participativa e atuante de especialistas da sociedade civil ao procedimento de planejamento nacional em âmbito federal, estadual e municipal.

As matrizes para análise ambiental tiveram início como uma tentativa de suprir as deficiências das listagens das alterações e impactos no local de estudo. Uma das mais difundidas nacional e internacionalmente foi a Matriz Leolpold em 1971. Esta matriz foi projetada para avaliação de impactos associados à quase todos os tipos de implantação de projetos.

Baseadas na matriz de Leolpold(**Figura 02**), a matrizes de análise ambiental para Bacias Hidrográficas corresponde a uma listagem bidimensional para identificação de impactos e alterações, permitindo, ainda, a atribuição de valores de magnitude e importância para cada tipo de impacto.

O método permite uma fácil compreensão dos resultados; aborda fatores biofísicos e sociais; acomoda dados qualitativos e quantitativos, além de fornecer boa orientação para o prosseguimento dos estudos e introduzir multidisciplinaridade.

LEOLPOLD (1971), afirma que os impactos apresentam dois atributos: a magnitude e a importância. Magnitude é a grandeza, em escala espacial e temporal, de um impacto (em termos absolutos) e a importância é a intensidade do efeito relacionado com um dado fator ambiental, com outros impactos ou determinadas características como: direto/indireto; local/regional, imediato ou a médio/longo prazo; Temporário/permanente; reversível /irreversível.

O método da matriz de LEOLPOLD et al. (1971) permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos problemas ambientais envolvidos num dado projeto. É bastante abrangente, pois envolve aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.

2016

CAPÍTULO 3- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL- CPTL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

TRÊS LAGOAS, MS- BRASIL
JULHO DE 2016



3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa apoia-se no enfoque sistêmico, como referencial para a integração dos componentes geoambientais, que formam o conjunto da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande, no qual estão inseridas as áreas de Influência Direta e Indireta das futuras instalações da PCH Areado, situada nos municípios de Chapadão do Sul e Inocência, no Estado de Mato Grosso do Sul.

A parte operacional da pesquisa levantou alguns dados que pudessem auxiliar a construção de algumas etapas propostas nos objetivos específicos no sentido de construir bases sustentáveis para atingir o objetivo maior. Diante desse pressuposto foram realizadas as seguintes etapas na construção da metodologia que serviu de análise para as considerações e propostas apresentadas.

3.1 ETAPA 1- LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDARIOS

Nessa etapa foram realizados os seguintes processos:

- Revisão bibliográfica, o qual possibilitou uma abordagem teórica coerente à pesquisa;
- Levantamento de dados referentes à Delimitação das Formas e Formações através do material associado ao Atlas Multireferencial copilando e analisando mapas de conteúdos Geológicos, Geomorfológicos, Solos, Vegetação e Capacidade de Uso dos Recursos Naturais na escala 1: 500.000 que, posteriormente serão atualizados segundo procedimentos associados à tecnologia do Sensoriamento Remoto em base orbital e um trabalho de campo.
- Aquisição de imagens do satélite Landsat-8 e CBERS-4. A órbita e ponto da imagem do satélite Landsat-8, orbita 223 ponto 74 e orbita 224 ponto 74, ambas do ano de 2015. Já as imagens do satélite CBERS-4 são do ano de 2016, com órbitas 161 e 162, pontos 121 e 122, respectivamente;
- Levantamento da hidrografia da Bacia Hidrográfica Rio Sucuriú, imagem de radar SRTM, para a delimitação do subsistema, que é a BHRIG;
- Levantamento de dados de layers dos rios do Mato Grosso do Sul, pelo SISLA IMASUL.
- Compilação e análise dos dados do EIA/RIMA, 2010 e 2012.

3.2 ETAPA 2- LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS EM CAMPO

Nesta etapa, o trabalho de campo foi essencial para a confirmação de dados do Rio Indaiá Grande, o qual será aproveitado para uso hidroenergético.

Este procedimento, como sabemos, não é exclusivo da pesquisa em Geografia, dele se apossam as mais diferentes áreas do conhecimento, sejam classificadas como exatas, da terra ou social. No entanto, consideramos necessário resgatar a discussão sob a óptica da produção do conhecimento, esta sem dúvida já iniciada. Desnecessário seria falar da fundamental importância do trabalho de campo na pesquisa geográfica. (SUERTEGARAY, 2002)

Segundo ORTIZ FLÓREZ (2013), as informações compiladas, em geral, não proporcionam exatidão suficiente para situar as obras de um projeto pequeno como o da PCH Areado. Porém, é preciso fazer um trabalho de campo ou levantamento adicional, quando este é necessário.

O objetivo da visita ao local já identificado é ratificar ou modificar a implementação preliminar e a configuração conceitual do projeto, definindo a possível localização das obras e um reconhecimento geral da rota de adução da futura PCH Areado.

A partir desse momento, foram feitas análises das áreas que serão afetadas diretamente pelo reservatório da PCH, utilizando a Matriz de LEOPOLD adaptada para análise de Bacias Hidrográficas.

VENTURI (2009) ressalta que a saída de campo representa o contato do cientista com a realidade, onde é o momento de conhecê-la melhor, através de técnicas de observação e interpretação. No campo o cientista está submetido às dinâmicas que ocorrem na realidade que se deseja estudar

Além do trabalho de campo, que auxiliou para que ocorresse o registro fotográfico da área de estudo e confirmação de dados, foi feito um mapa de Sistêmico de uso e ocupação da terra tanto do Sistema, como do Subsistema e suas respectivas Partes Componentes.

Os dados obtidos a partir desse mapeamento serviram de base para a realização da compilação e comparação dos dados anteriores. Tendo essas informações tabuladas, as alterações ambientais são identificadas e conseqüentemente as propostas de mitigação.

3.3 ETAPA 3 – LEVANTAMENTO DE SUPORTE TECNOLÓGICO PARA MAPEAMENTO E DADOS DA ÁREA

3.3.1 SISLA - Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental

Para a presente pesquisa, o SISLA foi utilizado para analisar e fazer o *download* dos *layers* e *shapfiles* da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiaí Grande para a utilização na análise espacial das respectivas áreas. (Figuras 4, 5, 6 e 7).

Na figura 04 é possível observar a interface principal, com os dados espaciais (temas) a serem utilizados em diversas análises. Porém, os dados a serem utilizados nesta pesquisa estão inseridos no tema “Bacias Hidrográficas- ANA” (figura 2), estas estão na escala de 1:350.000.

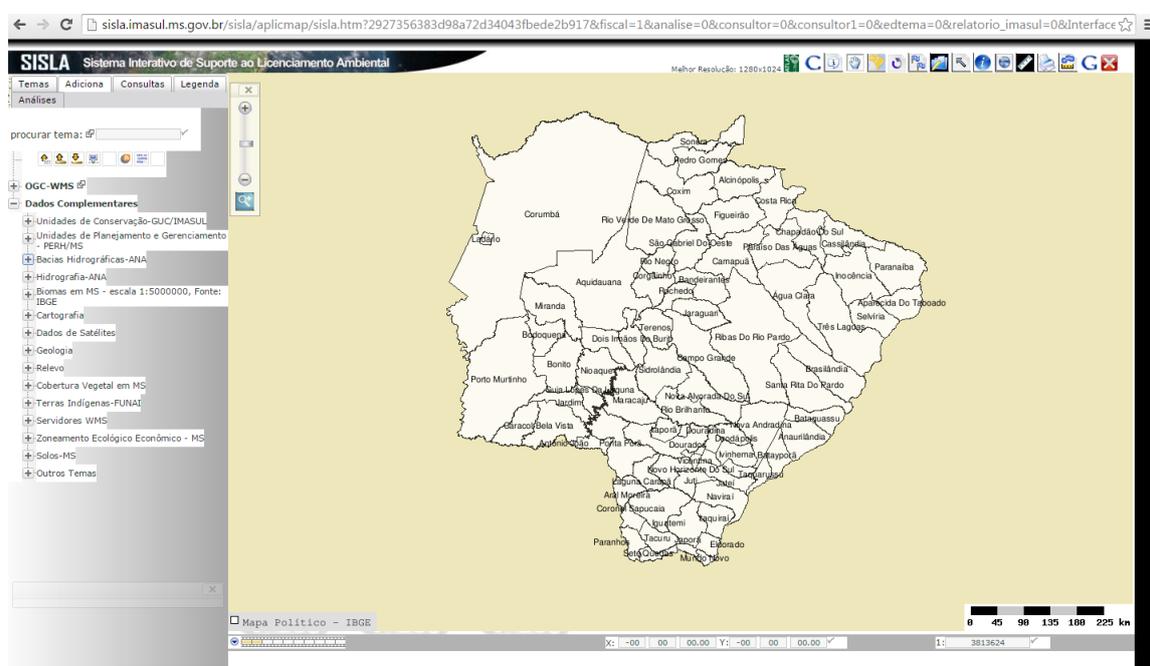


Figura 03: Interface Temática Inicial de Disponibilização de dados espaciais.

Fonte: IMASUL– Instituto De Meio Ambiente Do Mato Grosso Do Sul, disponível em: <http://www.sisla.imasul.ms.gov.br>. Acesso em: Agosto, 2015 **Organização:** PIRES, 2015

Na figura 05 os dados a serem extraídos são selecionados, aparecendo no *layout* principal do SISLA. Depois de selecionado e conferido no *layout* principal, os dados espaciais e vetoriais em formato “*shapefile*” são disponibilizados para *download*. (figura 3)

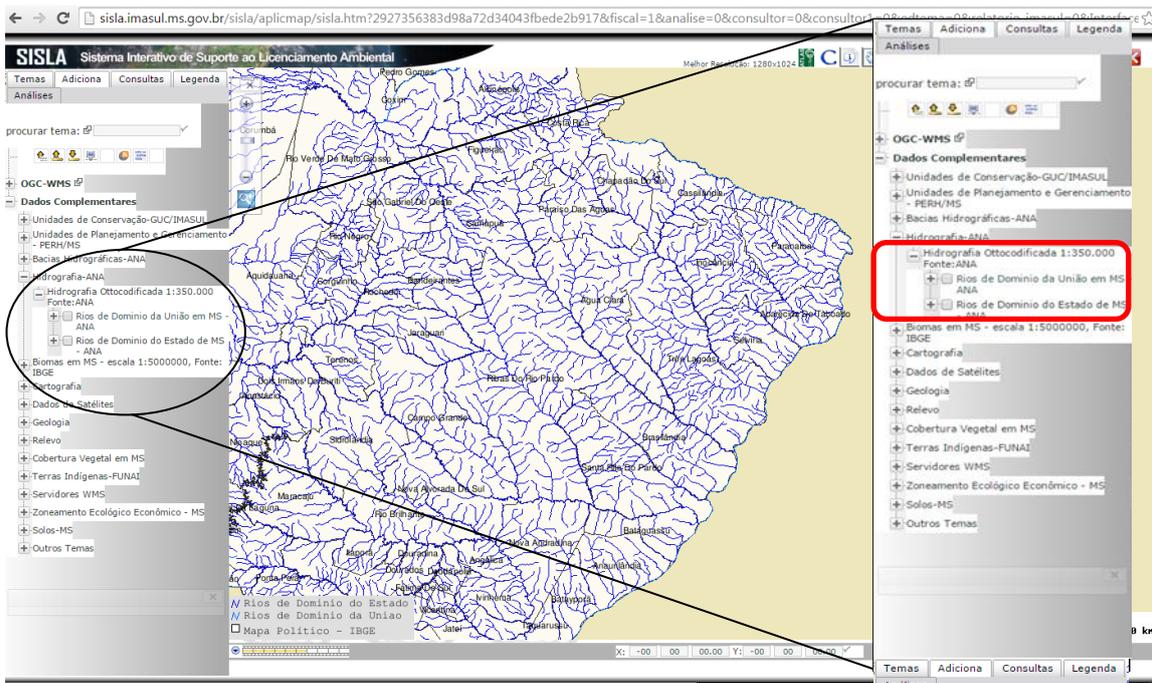
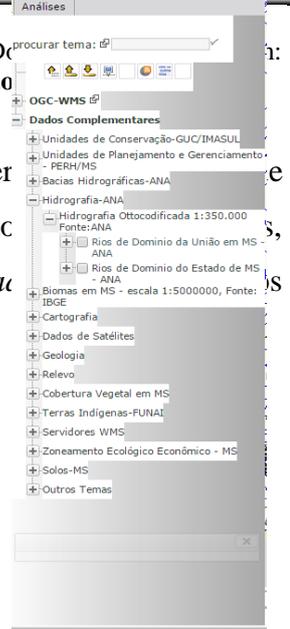


Figura 04: Visualização dos dados espaciais a serem adquiridos

Fonte: IMASUL– Instituto De Meio Ambiente Do Mato Grosso Do Sul
 <<<http://www.sisla.imasul.ms.gov.br>>>. Acesso em: Agosto, 2015

Na figura 06 os dados a serem extraídos, possuem diversos formatos, como arquivos de texto, tabelas, etc. Após a confirmação, a opção de *download* pode ser selecionada clicando no ícone de uma seta para cima dentro de um círculo.



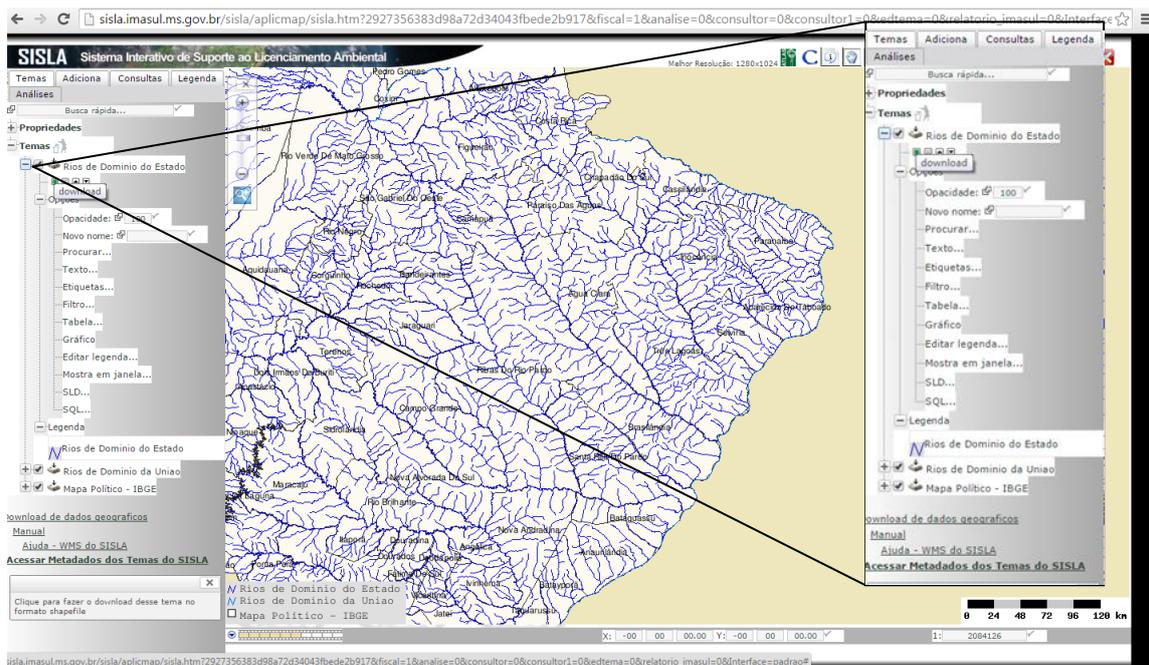


Figura 05: Consulta de informações auxiliares

Fonte: IMASUL– Instituto De Meio Ambiente Do Mato Grosso Do Sul, disponível em: <<<http://www.sisla.imasul.ms.gov.br>>>. Acesso em: Agosto, 2015 **Organização:** PIRES, 2015

Na figura 07 é possível observar que uma tela auxiliar centralizada na interface principal do SISLA disponibiliza o arquivo em três extensões diferentes. Em “.shp”, em “.shx” e “.dbf”. O “.shp” contém a representação da geometria(vetorial), o “.shx” é responsável pela ligação da geometria aos atributos e o “.dbf” contém a tabela de atributos da geometria.

Segundo VENCOVSKY E VIVIANI, 2014, os “*shapefiles*” são formados por um grupo de arquivos que estão interligados. O arquivo de extensão “.shp” contém os elementos geográficos, o “.dbf” (Data Base File) é o arquivo de dados que será editado para inserir novos campos ou alterar valores já existentes e o “.shx” contém um índice que liga o “.shp” ao “.dbf”.

Portanto, como a pesquisa é baseada nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), como o Global Mapper, opta-se por adquirir o arquivo com a extensão “.shp”.

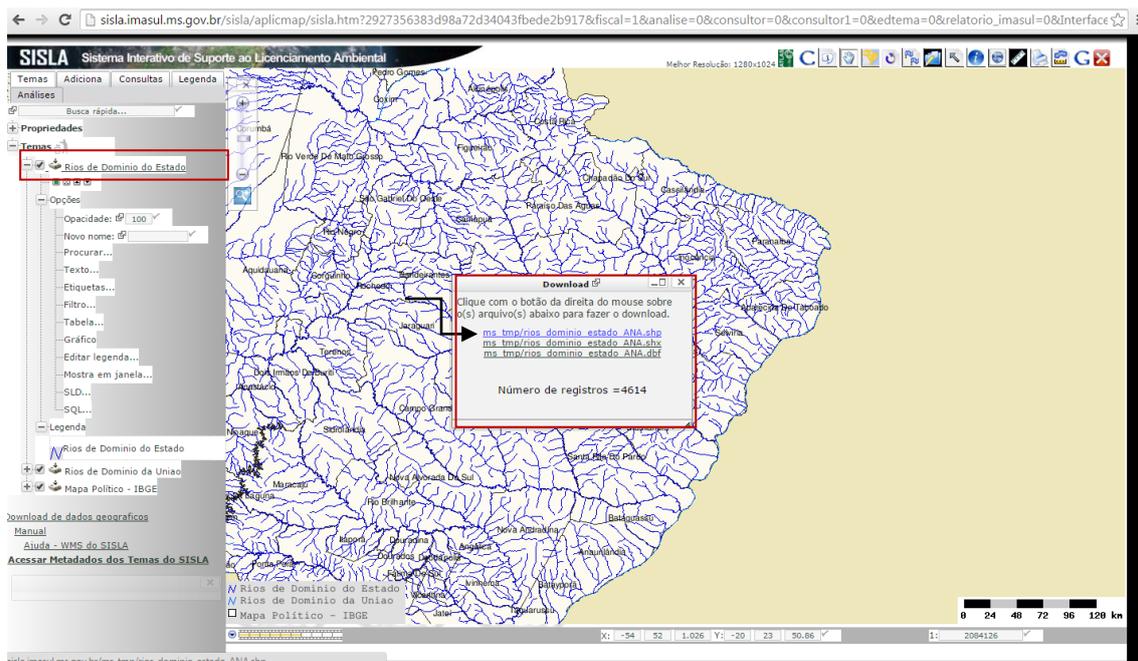


Figura 06: Aquisição dos shapefiles da Hidrografia do Mato Grosso do Sul

Fonte: IMASUL– Instituto De Meio Ambiente Do Mato Grosso Do Sul, disponível em: <<<http://www.sisla.imasul.ms.gov.br>>>. Acesso em: Agosto, 2015 **Organização:** PIRES, 2015

3.3.2 GLOBAL MAPPER

O SIG Global Mapper 16, o qual pode ser utilizado após o *download* em seu site oficial – <http://www.globalmapper.com>- possui grande importância nesta pesquisa, pois foi extremamente necessário para consecutivamente:

- Importação das Imagens da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) às quais possui metadados de cotas altimétricas;
- Importação dos *layers* de hidrografia, importados do SISLA;
- Geração de Curvas de Nível, com intervalo de 10m;
- Delimitação da BHRIG;
- Exportação da delimitação e dos vetores de hidrografia na extensão. *kmz* para a utilização e análise espacial no software Google Earth Pro.
- Delimitação do futuro reservatório(segundo RIMA, 2012);
- Delimitação da Área de Influência Direta e Indireta(segundo RIMA, 2012);

Na figura 08 é mostrada a tela principal do SIG Global Mapper, já com a imagem da missão SRTM devidamente importada, usando o filtro de contraste “Gradient Shader” onde, por diferentes tons de cinza, a identificação das Bacias Hidrográficas é mais relevante para este tipo de processo, que é a criação de curvas de

nível para uma futura delimitação do Subsistema Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande.

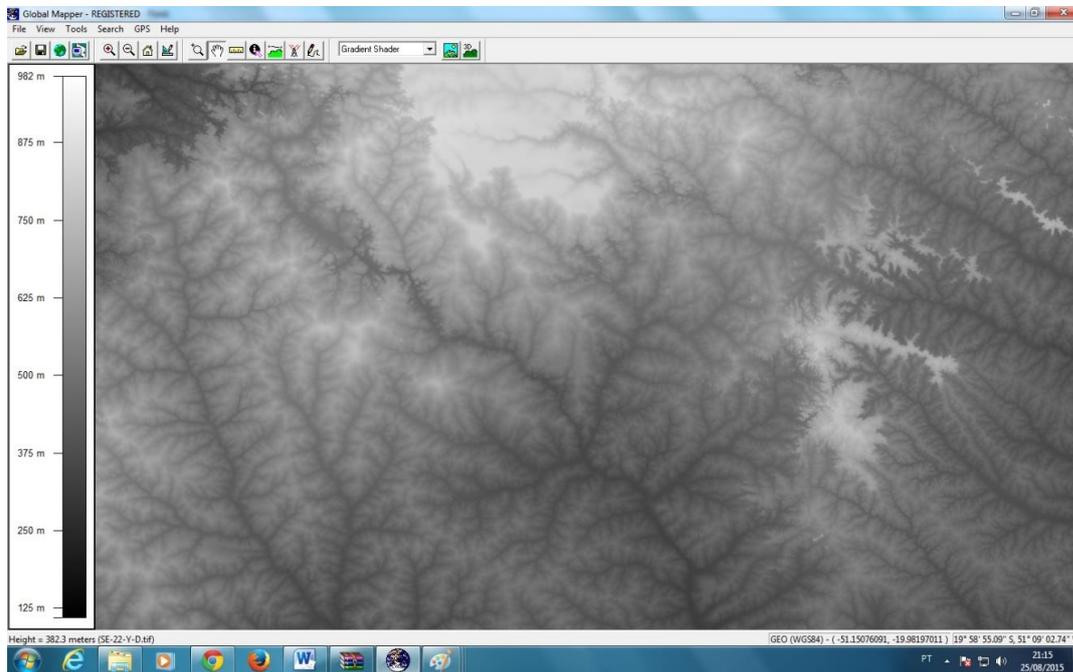


Figura 07: Visualização da Imagem SRTM no contraste Gradient Shader

Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. **Organização:** PIRES, 2015.

Na figura 09 em destaque já é possível observar o aproveitamento da imagem SRTM e seus metadados, que darão base para a geração das curvas de nível, com intervalo de 10 metros. Para isso, em destaque, a opção “Generate Contours” deve ser selecionada para que uma tela auxiliar dê as opções de intervalo de curvas de nível desejado e a sua devida confirmação. (Figura 10)

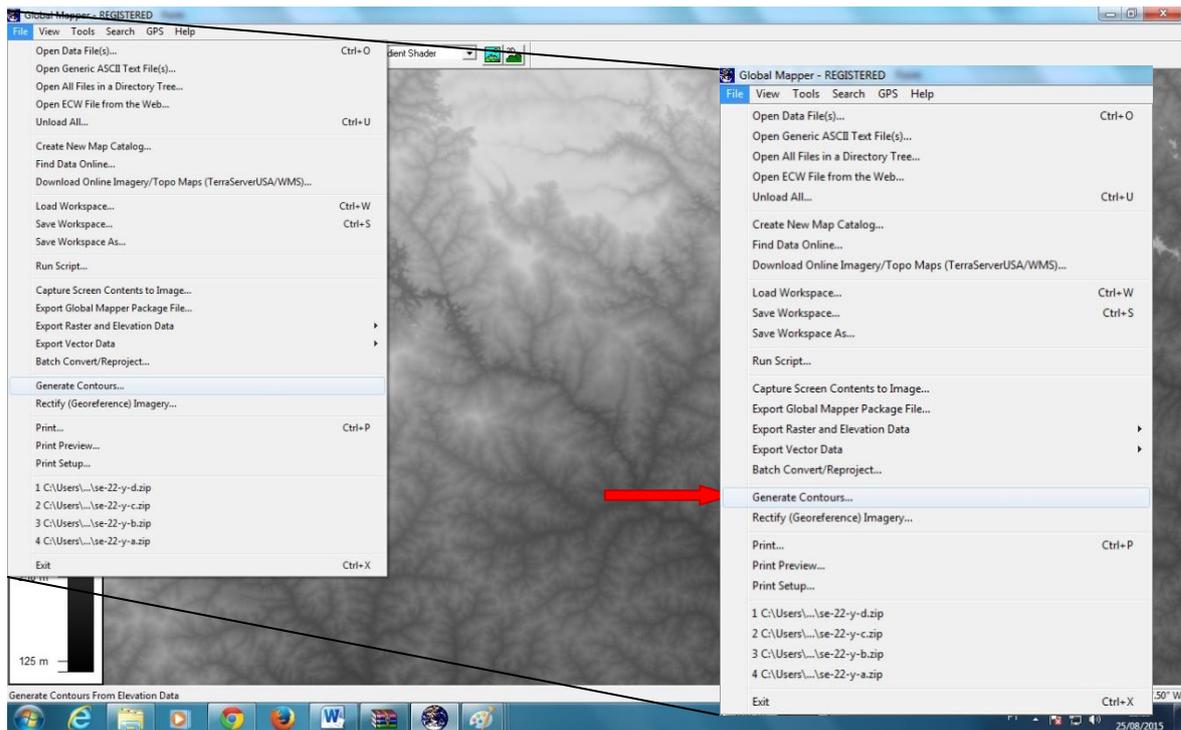


Figura 08: Geração das curvas de nível

Fonte: Empresa Monitoramento por Satélite, 2005. **Organização:** PIREs, 2015.

Na figura 10 é possível observar a tela auxiliar no centro da interface principal do SIG Global Mapper. Essa tela auxiliar é onde possibilita escolher diversas opções de curvas de nível, tanto no seu intervalo quanto métodos diferentes, simplificações, etc. Após escolher o intervalo de 10 metros e confirmar, como destacado, as curvas de nível serão formadas automaticamente, devido aos metadados com informações de elevação que a missão SRTM disponibilizou por meio das imagens de Radar.

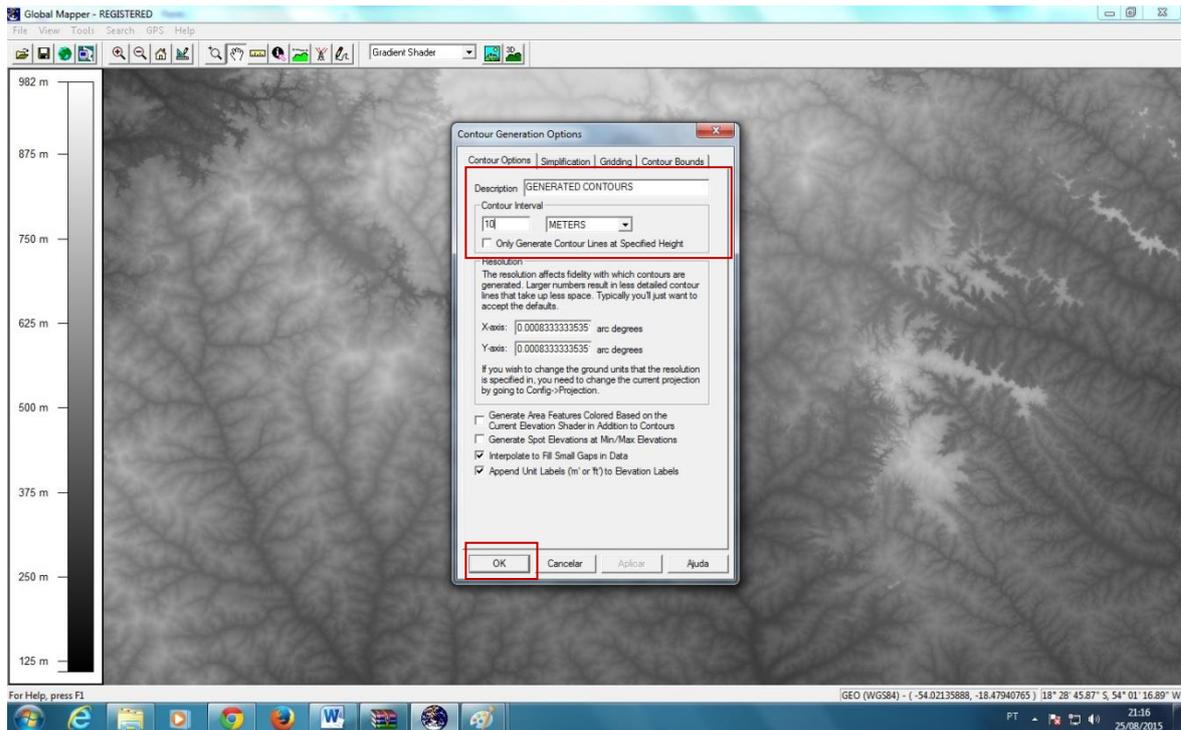


Figura 09: Geração das curvas de nível

Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. **Organização:** PIRES, 2015.

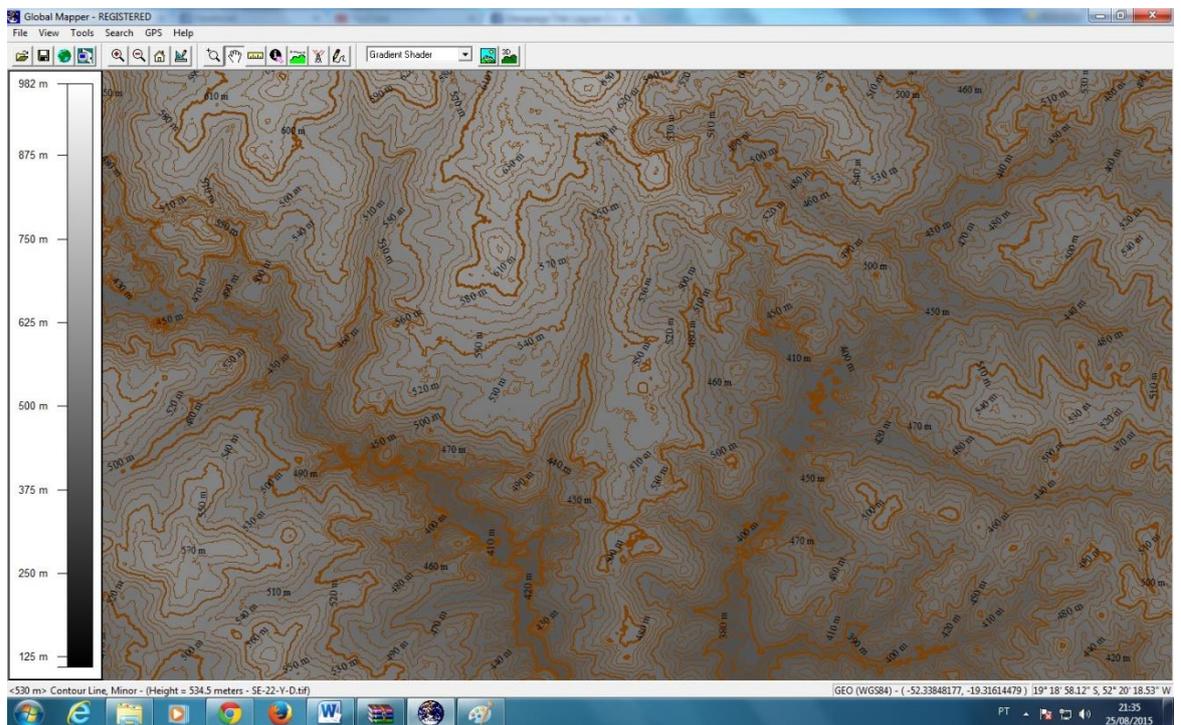


Figura 10: Geração das curvas de nível

Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. **Organização:** PIRES, 2015.

3.3.3 GOOGLE EARTH PRO

Segundo MENEGUETTE, 2015, o *software* Google Earth Pro pode ser usado por arquitetos, engenheiros e geógrafos, através de passeios virtuais, medições de áreas, entre outras ações. Já os órgãos de governo, ONGs e demais grupos de pesquisa podem usar os recursos de mapeamento e importação de dados de GIS (no caso, Shapefile) para análise e compartilhamento de dados geográficos.

O GEP funciona sem a necessidade de pagamento de licença para seu uso, é um *software* que traz um globo interativo em 3D que pode ser usado em diversas tarefas, desde o planejamento, análise e apoio à tomada de decisões.

No caso da presente pesquisa, o GEP foi utilizado para a análise, identificação e auxílio na delimitação da Área de Influência Direta, devido à qualidade de imagem disponível para visualização. Foi utilizado também para fazer a simulação de como e qual o espaço que as futuras instalações da PCH Areado irão ocupar na Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá grande, por sobreposição de camadas de arquivos “.SHP”.

3.4 ETAPA 4- PROCEDIMENTO PARA DELIMITAÇÃO DA AID E AII

Para os estudos aplicados à essa pesquisa, a qual tem o objetivo de delimitar as áreas que sofrerão influências da PCH Areado com uso de geotecnologias, foram definidas as seguintes áreas, tanto de modo geral, quanto para considerar especificidades dos meios físicos, bióticos e socioeconômico, com base no Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul e fazendo algumas adaptações coerentes à pesquisa, para auxiliar na precisão da delimitação.

Entendem-se como Áreas de Influência os diferentes espaços geográficos nos quais serão sentidas as alterações diretas e indiretas do empreendimento nas fases de implantação e de operação. A sua delimitação é peça-chave nos estudos, uma vez que somente a partir de seu reconhecimento é que será possível orientar as diferentes análises temáticas, bem como a intensidade das alterações a serem provocadas pelo empreendimento.

Na delimitação das diferentes áreas de estudo, ELETROBRAS (2000) recomenda, dentre outras, as seguintes variáveis:

- Características e abrangência do projeto (área do reservatório, canteiro de obras, áreas de empréstimo e de bota-fora, acessos, acomodação da mão-de-obra, etc.);
- Bacia hidrográfica;
- Características específicas da região; alternativas de localização de barramentos;
- Possíveis interferências ambientais no trecho do rio a jusante do empreendimento;
- Possíveis interferências com comunidades e suas atividades no entorno do barramento e do reservatório, inclusive nas vias de comunicação;
- Legislação ambiental pertinente, principalmente no que se refere à delimitação da faixa de preservação permanente ao longo do reservatório.

A partir dessa delimitação, foi possível então gerar uma simulação das áreas que serão afetadas direta e indiretamente pela construção da barragem da PCH Areado, para que possa ser feito um levantamento e análise das classes do uso e ocupação da terra pré-existentes e que serão afetadas diretamente (suprimidas) e as afetadas indiretamente. Para isso, fez-se necessário a utilização das matrizes para classificação das alterações e o mapeamento temático nessas áreas.

A área de influência é uma porção territorial passível de sofrer os potenciais efeitos decorrentes da implantação e operação ao longo da vida útil do empreendimento, nos aspectos físicos, químicos e socioeconômicos. (RIMA- PCH Areado, 2012)

Segundo RIMA (2012), para definição e delimitação destas áreas foram consideradas características referentes a área de abrangência do empreendimento, a diversidade e especificidade dos ambientes afetados, compreendendo os locais e áreas sujeitas aos efeitos diretos e indiretos da fase de obras e fase de operação.

Calcula-se a área de influência direta por diversos meios: físico (geologia, geomorfologia, pedologia, aptidão agrícola, recursos hídricos), biótico (cobertura vegetal, uso do solo, fauna, ecossistemas aquáticos) e socioeconômico. Esses meios possuem uma área considerada limite e sendo confirmadas por meio de análise do

RIMA, por meio de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto e trabalho de campo.

Considera-se que, para os meios físico e biótico foi estabelecida como área de influencia direta, segundo RIMA (2012) a região onde haverá supressão da vegetação e perda de área terrestre para as obras civis do reservatório, barragem e casa de força, acrescida de uma faixa de 100m de Área de Preservação Permanente (APP) às margens do reservatório. Essa área irá corresponder, então, a uma extensão de aproximadamente 13km ao longo do Rio Indaiá Grande.(Figura 11)

Para o meio antrópico foi estabelecida como AID, além dos itens citados correspondentes ao meio físico e biótico, estão inclusas as propriedades rurais localizadas dentro do raio de 5km a partir e ao longo do eixo da barragens.

Sabendo disso, chegou-se a conclusão de que a AID da PCH Areado possui quatro principais limites:

- Locais diretamente afetados pela PCH Areado e seu futuro reservatório;
- Faixas de APP (entorno);
- Área imediatamente a jusante da barragem;
- Propriedades atingidas pela PCH Areado;

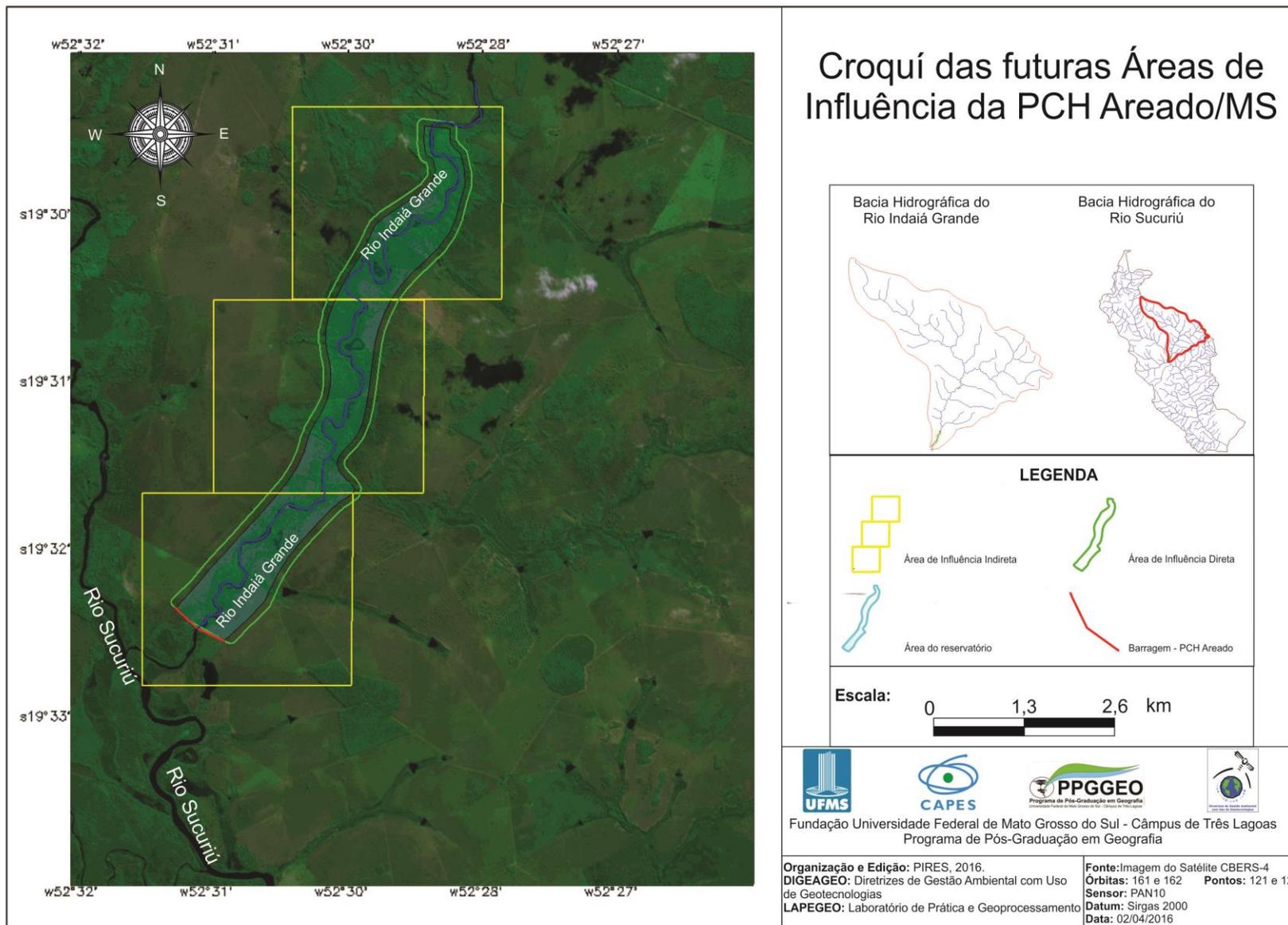


Figura 11: Croquí de Localização da Futura Barragem da PCH Areado **Organização:** PIRES, 2016

A PCH Areado será instalada no rio Indaiá Grande, que se insere na Macro-Bacia do rio Paraná. A usina estará localizada na região nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul, entre os municípios de Chapadão do Sul (margem direita) e Inocência (margem esquerda). Neste trecho, o rio Indaiá Grande possui corredeiras, alta turbulência e elevadas velocidades.

Para os meios físico e biótico, a delimitação da Área de Influência Indireta (AII) foi determinada segundo RIMA (2012) como a AID acrescida de quadrantes de 3km² ao longo do Rio Indaiá Grande. Já com relação aos aspectos geológicos, geomorfológicos e Hidrogeográficos, a área de influência indireta compreende parte da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, mais precisamente 15km à montante do barramento e 15km à jusante do barramento.

3.5 ETAPA 5- MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES GERADAS POR PCH (ELETROBRAS, 2010)

Depois de fundamentada teoricamente, foi elaborado uma matriz de identificação e avaliação de alterações geradas por PCH a partir da metodologia utilizada no RIMA da PCH Areado, 2012 e ELETROBRAS, 2000, para que a mesma sirva como complemento do instrumento de análise Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas, adaptada por MIRANDOLA, 2012 apud LEOPOLD, 1971

A identificação das alterações tanto ambientais quanto socioeconômicas, compreendem sua determinação e suas causas na área do projeto da PCH Areado. Então, o processo de identificação desses impactos e alterações, temporários ou permanentes, diretos ou indiretos, positivos ou negativos, cumulativos ou irreversíveis contemplam todos os itens demonstrados na matriz. (Figura 12)

A integração das características do empreendimento com as características locais e regionais onde se pretende inseri-lo é fundamental para a adequada identificação e análise dos impactos. Uma usina com casa de força afastada da barragem tem impactos distintos de uma outra que é compacta. É muito importante, no primeiro caso, por exemplo, a análise do que pode ocorrer no rio a jusante, em função de uma vazão reduzida por causa do desvio de águas para adução à casa de força afastada, por meio de um canal, um túnel ou uma tubulação. (ELETROBRÁS, 2000)

É de suma importância, então, observar as alterações do projeto, visto que delas dependerá o critério de mitigação adotado já na fase inicial de concepção, razão pela qual o estudo deve obrigatoriamente possuir um embasamento teórico, para uma melhor abordagem técnica, social e econômica desde as fases iniciais do projeto.

A partir daí, na utilização desta matriz, deverão ser contemplados tanto as alterações negativas como as positivas. Além disso, deverá ser identificado, para cada etapa de implantação do empreendimento, o efeito esperado com relação a cada uma das alterações, a partir dos aspectos a seguir relacionados, que são elas:

- Natureza (direto ou indireto);
- Horizonte temporal (imediato ou durante a construção, médio prazo ou quando do enchimento do reservatório e longo prazo ou durante a operação);
- Duração (curta, média e longa);
- Periodicidade (ocasional, permanente e cíclico);
- Reversibilidade (reversíveis e irreversíveis);
- Importância (pequena, média e grande);
- Magnitude (pequena, média e grande);
- Abrangência (local, associada à ADA, e regional, considerando a AI).

Matriz de Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais Gerados por PCH														
Nome da PCH: B.H. _____ AID () AII () Município: _____ Lat: _____ Long: _____		Fases do Empreendimento				Classificação dos Impactos e Alterações							Legenda:	
		Planejamento	Implantação	Enchimento do Reservatório	Operação	Natureza	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude		Importância
Identificação dos Impactos														+ Ocorrência de Alta Intensidade - Ocorrência de Menos Intensidade PEQ - PEQUENA MED - MÉDIA REV- REVERSÍVEL IRR- IRREVERSÍVEL TEMP- TEMPORÁRIA PER- PERMANENTE NEG- NEGATIVA POS- POSITIVA DIR- DIRETA IND- INDIRETA CP- CURTO PRAZO LP- LONGO PRAZO LOC- LOCAL REG- REGIONAL BAI- BAIXA
1	Perdas de terras potencialmente agriculturáveis													
2	Perdas de Benefitorias													
3	Aumento Temporário da Oferta de Emprego													
4	Aumento da Arrecadação Municipal													
5	Interferência da Inundação na interligação das fazendas													
6	Alteração do Patrimônio Natural													
7	Interferência na dinâmica de deposição de sedimentos a montante e a jusante do empreendimento													
8	Início e/ou aceleração de processos erosivos													
9	Perda de Mata Ciliar													
10	Perda do habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos													
11	Alteração no ambiente aquático no trecho entre a casa de força e a barragem													
12	Risco de acidentes com animais silvestres e/ou domésticos													

Figura 12: Matriz de Identificação de Alterações Causadas por PCH
Fonte: ELETROBRAS, 2000 **Organização e Adaptação:** PIRES, 2015

3.6 ETAPA 6 – MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO SPRING®

Para Atingir os objetivos da pesquisa foram utilizados os seguintes materiais: imagens do Satélite Landsat 5 (Land Remote Sensing Satellite) órbita 223 e ponto 73 e 74 e órbita 224 ponto 73, do ano de 2010(20 de agosto de 2010), imagens do Satélite Landsat 8, órbita 223 e ponto 73 e 74 e órbita 224 ponto 73, do ano de 2015(13 de agosto de 2015) e imagens do satélite CBERS-4, órbita 161 e ponto 121 e 122 e órbita 162 ponto 121 e 122, do ano de 2016(25 de abril de 2016) . Utilizou-se também software SPRING 5.3 (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), Corel Draw® 12, Word® e Excel® .

A primeira etapa dos procedimentos operacionais foi à criação de um banco de dados, projeto, categoria (modelos: imagem, cadastral e temático) e planos de informações, com fases definidas em: elaboração da melhor composição colorida e realce, registro, segmentação, classificação supervisionada utilizando o classificador Bhattacharya. No processo de segmentação utilizou-se o método de crescimento de regiões, com similaridade 10 pixel e área 08 pixel. Para chegar nesse parâmetro de similaridade e área foram realizados testes, nos quais os alvos da superfície terrestre de interesse foram detectados em forma de regiões. Depois da segmentação, foi utilizado o classificador Bhattacharya onde a medida de distância é usada neste classificador por regiões, para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais, com liminar de aceitação de 99,9% para o mapeamento do uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Indaiá Grande.

3.7 ETAPA 7- INTEGRAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

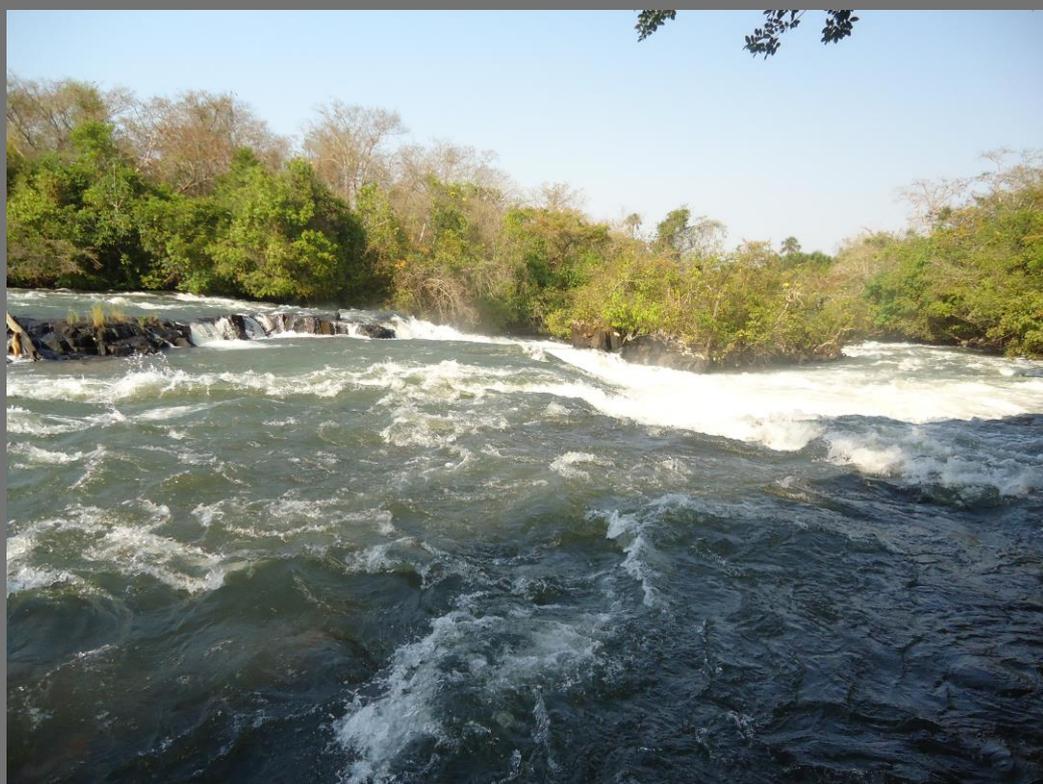
Com as abordagens teórico-metodológicas supracitadas e os dados, seja primários ou secundários, tabulação dos mesmos, a análise pautou-se em identificar e discutir as alterações futuras inevitáveis e, de maneira sistêmica, discriminar os impactos e alterações, sua magnitude e suas respectivas medidas mitigadoras.

A partir dessas metodologias, é possível, também, apresentar, de forma clara, as implicações das diversas alternativas, para que se tome a decisão mais acertada, tais como OTIZ FLÓREZ, 2014 corrobora:

- Mudança do local das obras hidráulicas, processos tecnológicos, métodos de operação, vazões captadas na tomada d'água, cronograma ou projeto de engenharia do empreendimento;
- Controle dos efeitos negativos mediante o uso de técnicas como escadas para peixes;
- Controle de erosão e instabilidade de encostas naturais e margens do rio;
- Paisagismo;
- Capacitação pessoal ou projetos educação ambiental;
- Oferta compensatória de restauração de áreas comprometidas ou de recursos prejudicados, compensações econômicas a pessoas afetadas, concessões em outros temas ou programas fora do local para melhorar outros aspectos do meio ambiente.

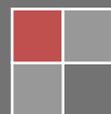
2016

CAPÍTULO 4- RESULTADOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL- CPTL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

TRÊS LAGOAS, MS- BRASIL
JULHO DE 2016



4. RESULTADOS

4.1 Análise Do Sistema Ambiental – Bacia Hidrográfica Do Rio Sucuriú

Este capítulo aborda a temática da análise ambiental do Sistema Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, o qual apresenta características fisiográficas elementares para a análise e caracterização do Subsistema e das Partes Componentes.

De acordo com SANTOS, 2004:

Uma bacia hidrográfica circunscreve um território drenado por um rio principal, seus afluentes e subafluentes permanentes ou intermitentes. Seu conceito está associado à noção de sistema, nascentes, divisores de águas, cursos de águas hierarquizados e foz. Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema, na quantidade dos cursos de água e sua qualidade. A medida de algumas de suas variáveis permite interpretar, pelo menos parcialmente, a soma de eventos. Essa é uma das peculiaridades que induz os planejadores a escolherem a bacia hidrográfica.

Baseado em SANTOS, 2004, para o melhor entendimento e abordagem sistêmica da área de estudo, foi feito o levantamento de estudos de caso dos subsistemas que compreendem e representam o sistema, compartimentados em Alto, Médio e Baixo Sucuriú (Sistema Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú), elencando as principais alterações causadas em cada compartimento.

IZIPPATO, 2013, corrobora que quando o intuito é o de compreender as transformações que ocorrem no espaço resultado (produto), das atividades humanas, é fundamental considerar a análise de forma integrada, para desvendar e compreender de forma mais eficiente às complexidades do ambiente.

Esse levantamento de dados foi feito baseando-se nas pesquisas realizadas desde o ano de 2010, no qual o Laboratório de Prática e Geoprocessamento (LAPEGEO) e MIRANDOLA, 2010, vêm realizando pesquisas sobre o Sistema Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Aqui, serão citados trabalhos de BRAZ, 2014; PIRES 2013; IZIPPATO, 2013; PIRES, 2012; SILVA, 2012; PIRES, 2011; FERREIRA, 2011; e MIRANDOLA, 2010.

4.1.1 Pesquisas Realizadas Sobre A Bacia Hidrográfica Do Rio Sucuriú

Para caracterizar e analisar as alterações do Sistema abordado na presente pesquisa, FERREIRA, 2011 compartimenta em alto, médio e baixo o Sistema Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Para uma melhor compreensão foi realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú sua compartimentação em alto, médio e baixo curso. Essa divisão foi baseada principalmente nos aspectos geomorfológicos, geológico, hipsométrico e hidrográfico. (FERREIRA, 2011)

Portanto, para a caracterização e sistematizar as alterações ambientais no Sistema Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foram abordadas as pesquisas de FERREIRA, 2011 e SILVA, 2012, para caracterizar e sistematizar as alterações no Alto curso da BHRS.

Para sistematizar as alterações ambientais no Médio curso da BHRS, as pesquisas de FERREIRA, 2011, PIRES, 2012 e PIRES, 2011 foram utilizadas.

Para identificar e caracterizar as alterações ambientais no Baixo curso da BHRS, BRAZ, 2014; PIRES 2013; IZIPPATO, 2013; e MIRANDOLA, 2010 foram utilizados como base de dados secundários sobre as alterações existentes neste compartimento do Sistema. Foi feito, então, a tabulação das pesquisas relevantes ao estudo sistêmico da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, como pode ser visto, abaixo, na Tabela 6.

Pesquisas Relevantes ao Estudo Sistêmico da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú		
ALTO	MÉDIO	BAIXO
FERREIRA, 2011	FERREIRA, 2011	FERREIRA, 2011
SILVA, 2012	PIRES, 2012	BRAZ, 2014
MIRANDOLA, 2010	PIRES, 2011	PIRES, 2013
	MIRANDOLA, 2010	IZIPPATO, 2013
		MIRANDOLA, 2010
		BRAZ, 2013

Tabela 6: Pesquisas relevantes ao estudo sistêmico da BHRS
Organização: PIRES, 2015

4.1.2 Aspectos Fisiográficos Da Bacia Hidrográfica Do Rio Sucuriú

Segundo o Atlas Multirreferencial do Estado de Mato Grosso do Sul (AMR-MS, 1990) apud FERREIRA, 2011 foi possível tabular os dados dos aspectos Fisiográficos da BHRS, como na tabela 7 a seguir:

Aspectos Fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú				
COMPARTIMENTO	Geologia	Geomorfologia	Pedologia	Hipsometria
Alto	Caiuá (52,19%); Serra Geral (20,82%); Santo Anastácio (17,72%); Detrito Laterítico (7,46%); Adamantina (1,63%); Botucatu (0,18%)	Divisor Tabular (67,55%); Rampas Arenosas (19,85%); Chapadão das Emas (10,16%); Modelado de acumulação de Inundação (1,12%); Modelado de Acumulação Fluvial (1,11%); Patamares da Serra Aporé (0,22%)	Latossolo Vermelho escuro (48,44%); Areias Quartzosas (31,89%); Latossolo roxo (9,39%); Podzólicos vermelho amarelo (3,80%); Podzólicos vermelho escuro (2,94%); Solos Litólicos (2,42%); Glei pouco húmido (0,22%)	$\Delta = 451,3\text{m}$
Médio	Caiuá (0,99%); Serra Geral (8,80%); Santo Anastácio (72,41%); Adamantina (17,80%);	Divisor Tabular (52%); Rampas Arenosas (39%); Modelado de Acumulação Fluvial (3%); Patamares da Serra Aporé (6%)	Latossolo Vermelho Escuro (24,45%); Areias Quartzosas (46,41%); Podzólico Vermelho Escuro (10,36%); Latossolo Roxo (3,26%); Planossolo (1,55%); Podzólico Vermelho Amarelo (13,97%)	$\Delta = 508\text{m}$
Baixo	Serra Geral (15,97%); Santo Anastácio (47,21%); Adamantina (36,82%)	Divisor Tabular (98,70%); Modelado de Acumulação Fluvial (1,25%); Modelado de Acumulação de Inundação (0,06%)	Latossolo Vermelho Escuro (89,68%); Planossolo (1,18%); Areias Quartzosas (1,68%); Podzólico Vermelho Escuro (7,46%);	$\Delta = 106\text{m}$

Tabela 7: Aspectos Fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

Fonte: AMR-MS, 1990 apud FERREIRA, 2011. **Organização:** PIRES, 2015

Segundo FERREIRA, 2011, a região do alto Sucuriú é caracterizada pelas zonas das cabeceiras de drenagem do rio Sucuriú e dos afluentes do alto curso, sendo do tipo dentrítica, o padrão é tipicamente desenvolvido sobre estruturas sedimentares horizontais. A Unidade Geomórfica Médio Curso está representada por área com alta densidade de drenagem e marcada por substrato ligado as Formações Adamantina, Serra Geral e Santo Anástácio. Na unidade de revelo do baixo curso, o relevo é mais suave, mais baixo, com uma menor densidade de canais e com vales com formato de fundo achatado, sendo influenciados pela Usina Hidrelétrica “Engenheiros Souza Dias” Jupia no Rio Paraná.

4.1.3 Alterações Ambientais Na Bacia Hidrográfica Do Rio Sucuriú

As alterações na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foram identificadas a partir das pesquisas realizadas no laboratório de pratica e geoprocessamento de 2010 até o presente momento.

Diante disso foram divididas as alterações ocorridas a partir dos compartimentos Alto, Médio e Baixo Rio Sucuriú, citando as pesquisas já realizadas na tabela 8 abaixo:

Alterações Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú			
Autor	Compartimento	B.H.	Alterações
SILVA, 2012	ALTO	Rio Indaiá Grande	Alterações nas Áreas de Preservação Permanente devido ao uso extensivo da Pecuária. Nascentes Desprotegidas tanto por culturas permanentes como culturas temporárias.
FERREIRA, 2011	ALTO	Rio Sucuriú	Alterações nas Áreas de Preservação Permanente devido ao uso extensivo da Pecuária.
FERREIRA, 2011	MÉDIO	Rio Sucuriú	Alterações nas Áreas de Preservação Permanente devido ao uso extensivo da Pecuária.
PIRES, 2012	MÉDIO	Rio Prata	Alterações nas Áreas de Preservação Permanente devido ao uso extensivo da Pecuária. Nascentes Desprotegidas.
PIRES, 2011	MÉDIO	Rio Brioso	Uso da Vegetação Campestre para pastagem e atividades pecuárias.

			APPs preservadas.
FERREIRA, 2011	BAIXO	Rio Sucuriú	Ausência de Mata Ciliar e Turbidez da água; Construções em APPs; Assoreamento
BRAZ, 2014	BAIXO	Córrego Carro Queimado	Alterações no comportamento e na configuração da drenagem.
IZIPPATO, 2013	BAIXO	Córrego do Pinto	Ausência de mata ciliar; Presença de estradas; Área de nascentes ocupadas por Pastagem

Tabela 8: Alterações Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú- MS
Organização: PIRES, 2015

A presença de culturas permanentes como pastagem, por exemplo, podem gerar devido o pisoteio do gado, assoreamento, erosões e em alguns casos desertificação do solo, principalmente onde se predomina solos arenosos.

A concentração de culturas temporárias (cana-de-açúcar, sorgo, milho e algodão) também está presente na BHRS e, portanto, segundo FERREIRA, 2011, são importantes a manutenção das curvas de nível, pois se encontram, na maioria das vezes em relevos planos.

Áreas Variáveis	Bacia Hidrográfica do Alto Sucuriú (BHAS)	Bacia Hidrográfica do Médio Sucuriú (BHMS)	Bacia Hidrográfica do Baixo Sucuriú (BHBS)
Área	11.193 km ²	11.318 km ²	2.552 km ²
Perímetro	631,6 km	580,9 km	231 km
Predomínio Geológico	Caiuá	Caiuá	Santo Anastácio
Predomínio Geomorfológico	Divisores Tabulares	Divisores Tabulares	Divisores Tabulares
Predomínio Pedológico	Latossolo vermelho escuro	Areias Quartzosas	Latossolo vermelho escuro
Predomínio Climatológico	Úmido	Sub-Úmido	Sub-Úmido
Comprimento do canal principal	257,5 km	122,44 km	66,72 km
Comprimento total da drenagem	3.080,06 km	4.297,90 km	628,68 km
Altitude Máxima	874 m	788 m	456 m
Altitude Mínima	346 m	280 m	230 m
Ordem	7 ^a	6 ^a	5 ^a
Densidade de drenagem	0,275 km/km ²	0,379 km/km ²	0,246 km/km ²
Densidade Hidrográfica	0,051 canal/km ²	0,094 canal/km ²	0,028 canal/km ²

Tabela 9: Variáveis do Sistema Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú- MS
Fonte: FERREIRA, 2011. **Organização:** PIRES, 2015

4.2 ANÁLISE DO SUBSISTEMA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO INDAIA GRANDE E DAS PARTES COMPONENTES AID e AII

4.2.1 – Áreas De Preservação Da Bacia Hidrográfica Do Rio Indaiá Grande, a Partir De Dados Secundários:

Segundo o Relatório de Impacto Ambiental da PCH – Areado,2012 referente ao Rio Indaiá Grande-MS, existem Unidades de Conservação (UC) que serão afetadas pela instalação do empreendimento, como a Área de Proteção Ambiental (APA) das Bacias dos Rios Aporé – Sucuriú,com uma área de 368.142,5 ha, criada pelo Decreto Municipal nº 1250 de 23 de maio de 2015 e pela Lei Municipal nº 597, de 21 de dezembro de 2006, localizada no município de Chapadão do Sul.



Foto 01: Aspecto Geral de área de pastagem e ao fundo o início da APA Aporé-Sucuriú
Fonte: Stocco e Souza, 2006.

Ainda nas discussões do Relatório de Impacto Ambiental, a PCH Areado irá afetar aproximadamente 128 ha, correspondente a 0,03% da área total da APA das Bacias dos Rios Aporé – Sucuriú, principalmente nas AII e AID do empreendimento. (Figura 5)

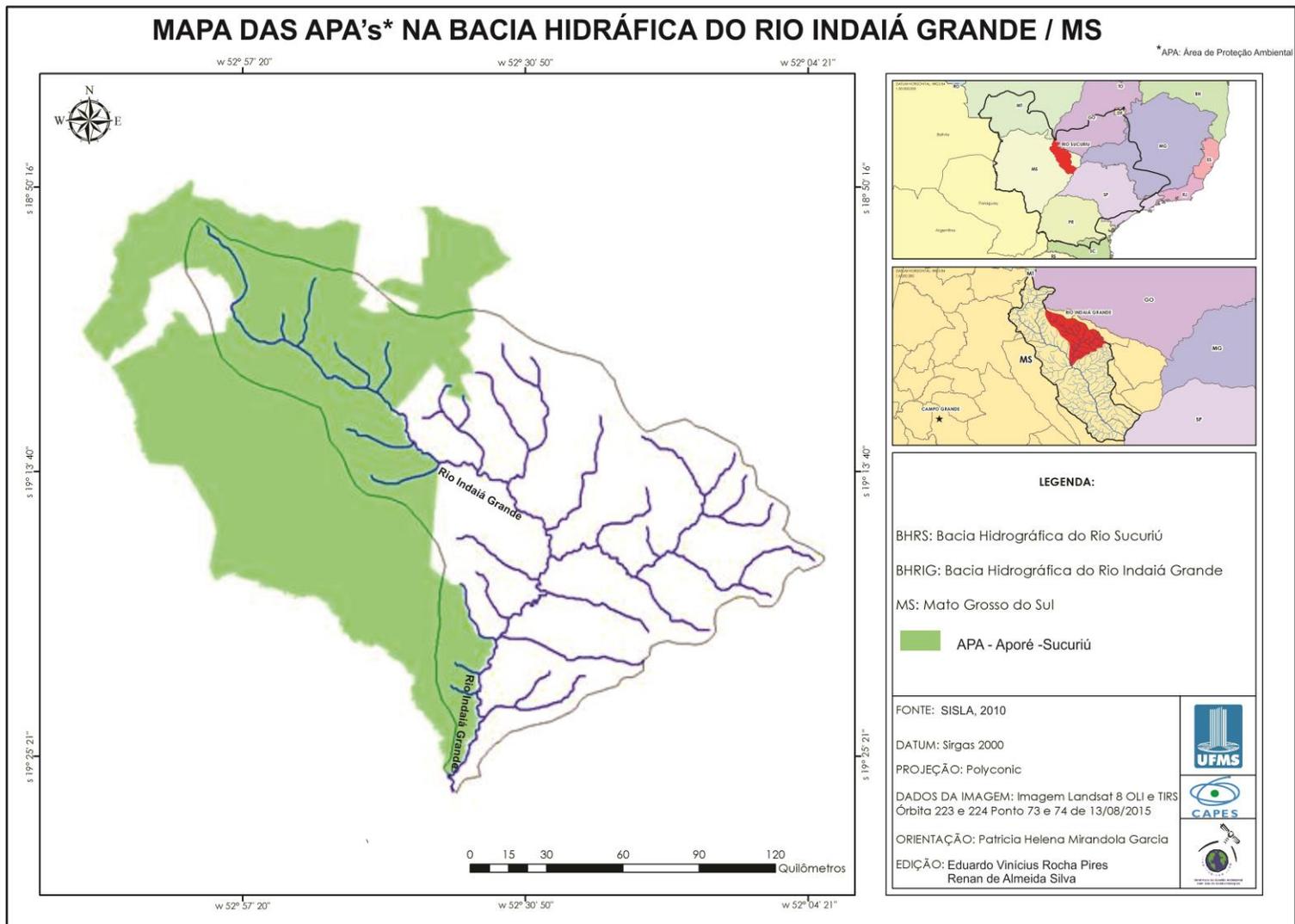


Figura 13: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Indaia Grande- APA Aporé-Sucuriú
Fonte: SISLA, 2010 **Elaboração:** PIRES, 2015

4.3 CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO INDAIÁ GRANDE – INCLUINDO AS AII E AID.

Para o suporte as análises de alterações ambientais, necessário se faz entender os dados fisiográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande, no que se refere à Geologia, Geomorfologia e Tipos de Solos, Vegetação, conseqüentemente as AID e AII estarão incluídas nesta análise, por se tratar parte componente deste subsistema.

4.3.1 – Geologia Da Bacia Hidrográfica Do Rio Indaiá Grande

A partir de levantamentos realizados pela equipe Somarano (2012) e RIMA (2012) a geologia da área de estudo, é constituída por rochas do Grupo São Bento (Formação Serra Geral), Grupo Bauru (Formação Santo Anastácio e Adamantina), Coberturas Dentrito Lateríticas Terciárias e Quaternárias e Depósitos Aluvionares.



Foto 02 – Exemplos de Rochas e Depósito Arenoso da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS

Fonte: Relatório de Impacto Ambiental PCH – Areado, 2013

A Formação Serra Geral pertence ao Grupo São Bento, ocorre em áreas restritas às calhas dos principais rios da região, sendo que a rocha predominante é o basalto, aflorado ao longo das margens do rio Indaiá Grande, onde são encontrados em um nível topográfico inferior e afloram devido ao processo de erosão gerado pela atividade do rio, segundo RIMA (2012).

A Formação Serra Geral ainda, segundo o Atlas Multirreferencial de Mato Grosso do Sul, 1990, mostra uma expressiva área de ocorrência, aparecendo a partir do

extremo sul do Estado, até confrontar-se com o Chapadão de Taquarí, limite com o Estado de Mato Grosso. Litologicamente, as exposições dos derrames basálticos são constituídas por rochas de cores verdes e cinza-escuro, localmente vítreas, granulação fina a média, afanítica, ocasionalmente porfirítica.

A presença de arenitos intertrapeados, sugerindo origem eólica e as vezes subaquosos são evidenciados com uma certa frequência ao longo das faixas de domínio do basalto pertencente à Formação Serra Geral. Comumente estes arenitos apresentam-se intensamente afetados pelo vulcanismo o que os fazem apresentarem-se com fortes recozimentos.

No restante da área ocorre recoberto por rochas areníticas do Grupo Bauru, predominando a formação Santo Anastácio. Na AID são encontrados afloramentos de blocos areníticos, mas também pode ser evidenciada tal formação em função do solo arenoso que a recobre e seu posicionamento topográfico. Figura 06

A formação Santo Anastácio acompanha a configuração cartográfica imprimida pela subposta Formação Caiuá, com sua individualização dificultada, pelo espesso e constante solo arenoso, além da inexpressividade de seus afloramentos.

Na parte inferior da Formação Santo Anastácio, destaca-se um arenito cinza-pardo, vermelho-arroxeadado ou creme, encontrando-se sempre envolto por uma película limonitizada. A granulação é predominantemente fina e esporadicamente média a grosseira, mostrando a presença de um cimento síltico e carbonático, que gradativamente vai aumentando. Também é possível detectar sempre tênues intercalações síltico-argilosas, tornando-se mais espessas para cima.

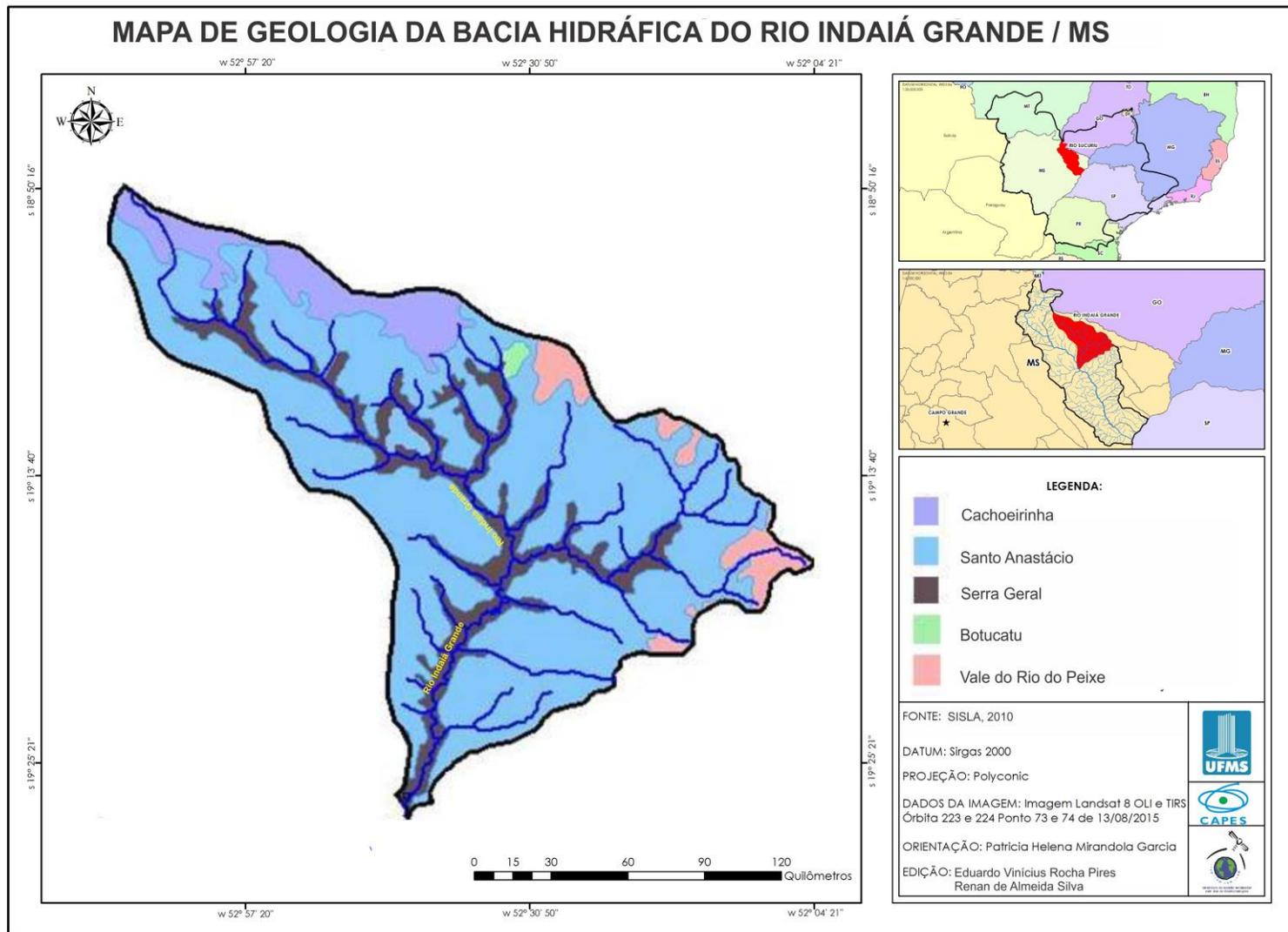


Figura 14: Mapa de Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS
Fonte: IMASUL, 2010. **Elaboração:** PIRES, 2015

4.3.2 – Geomorfologia e Tipos de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande

No Estado de Mato Grosso do Sul, é perceptível quatro fisionomias distintas no relevo. A parte oriental compreende um relevo alçado constituído por planaltos, patamares e chapadões inseridos na Bacia Sedimentar do Paraná. De sua borda ocidental em direção oeste, estende-se vasta superfície rebaixada recoberta por sedimentos quaternários - a região do Pantanal- e a depressão do alto Paraguai.

A geomorfologia de uma região reflete a susceptibilidade à erosão das rochas subjacentes, associada às estruturas geológicas nelas existentes, na BHRIG, é composta basicamente por arenitos, o relevo original, em geral, é aplainado, ou seja pouco acidentado.

As Áreas de Influência das futuras instalações da PCH Areado, segundo o Atlas Multirreferencial de Mato Grosso do Sul, 1990, estão situadas na região dos Planaltos Areníticos-Basálticos Interiores, mais especificamente nos Patamares da Serra do Aporé.

Este conjunto é constituído por litologias cretáceas do Grupo Bauru, cujo modelado de dissecação talhou nas rochas da Formação Adamantina, formas tabulares e convexas, enquanto que nas rochas da Formação Marília, em posição altimétrica mais elevada, esculpiu modelados planos(foto 2).

A parte mais elevada da unidade constitui a serra do Aporé propriamente dita. Ela configura um topo plano, com altimetrias que atingem 750 metros e apresenta sedimentos terciário-quaternários, constituídos por areias, siltes e argilas já pedogeneizados, originando Latossolos Vermelho-Escuros. Esses solos se sobrepõem a uma camada de crostas-ferruginosas, segundo Atlas Multirreferencial, 1990, de espessura variável. Muitas vezes, abaixo delas, observa-se a existência de um conglomerado composto de arenitos e basaltos.



Foto 03 – Exemplos de Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS
Fonte: Relatório de Impacto Ambiental PCH – Areado, 2012.

A BHRIG tem sua economia apoiada na agricultura e na pecuária, embora a pecuária seja a atividade de maior representatividade através da utilização de pastagens naturais e introduzidas, as lavouras temporárias e permanentes tem posição de destaque na economia regional, além da silvicultura.

Na AII, segundo RIMA (2012), foram diagnosticados 7 tipos de solos: Latossolo Vermelho Distrófico- textura arenosa, Latossolo Vermelho Distófico – textura média, Argissolo Vermelho Distrófico, Neossolo Quartzarênico, Nitossolo Vermelho, Neossolo Litólico e Gleissolo Háptico. Já na AID foram observados os solos dos tipo Argissolo Vermelho Distrófico, Gleissolo Háptico e Latossolo Vermelho Distófico – textura média. A predominância, então, na AID foi constatada como os Gleissolos Hápticos, Argissolos Vermelho Distróficos e Latossolo Vermelho Distófico – textura média, compondo a ocorrência de 90% na paisagem(Foto 3).

Na Tabela 10 foi listado as classes pedológicas presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande.

Tipos de Solos Presentes na AID e AII da PCH Areado		
Sigla (EMBRAPA, 2006)	(EMBRAPA, 2006)	Nomenclatura (EMBRAPA, 2006)
LEa11		Latossolo Vermelho aluminoférrico
LEd2		Latossolo Vermelho distrófico
LEd1		Latossolo Vermelho distrófico
HGPd3		Gleissolo háplico/ Argissolo Amarelo
AQa6		Neossolo Quartzarênico
PEd1		Argissolo Vermelho eutroférrico
PVa6		Argissolo Vermelho Amarelo
LEa18		Latossolo Vermelho Aluminoférrico
LEd4		Latossolo Vermelho distrófico
LRd4		Latossolo Vermelho distroférrico
PEd5		Argissolo Vermelho eutroférrico
AQd4		Neossolo Quartzarênico

Tabela 10: Tipos de Solos Presentes na AID e AII da PCH Areado

Fonte: EMBRAPA, 2016. **Org:** PIRES, 2016



Foto 04: Presença de Latossolo Vermelho Distrófico – textura média na Área de Influência Direta.

Fonte: Pires, 2015.

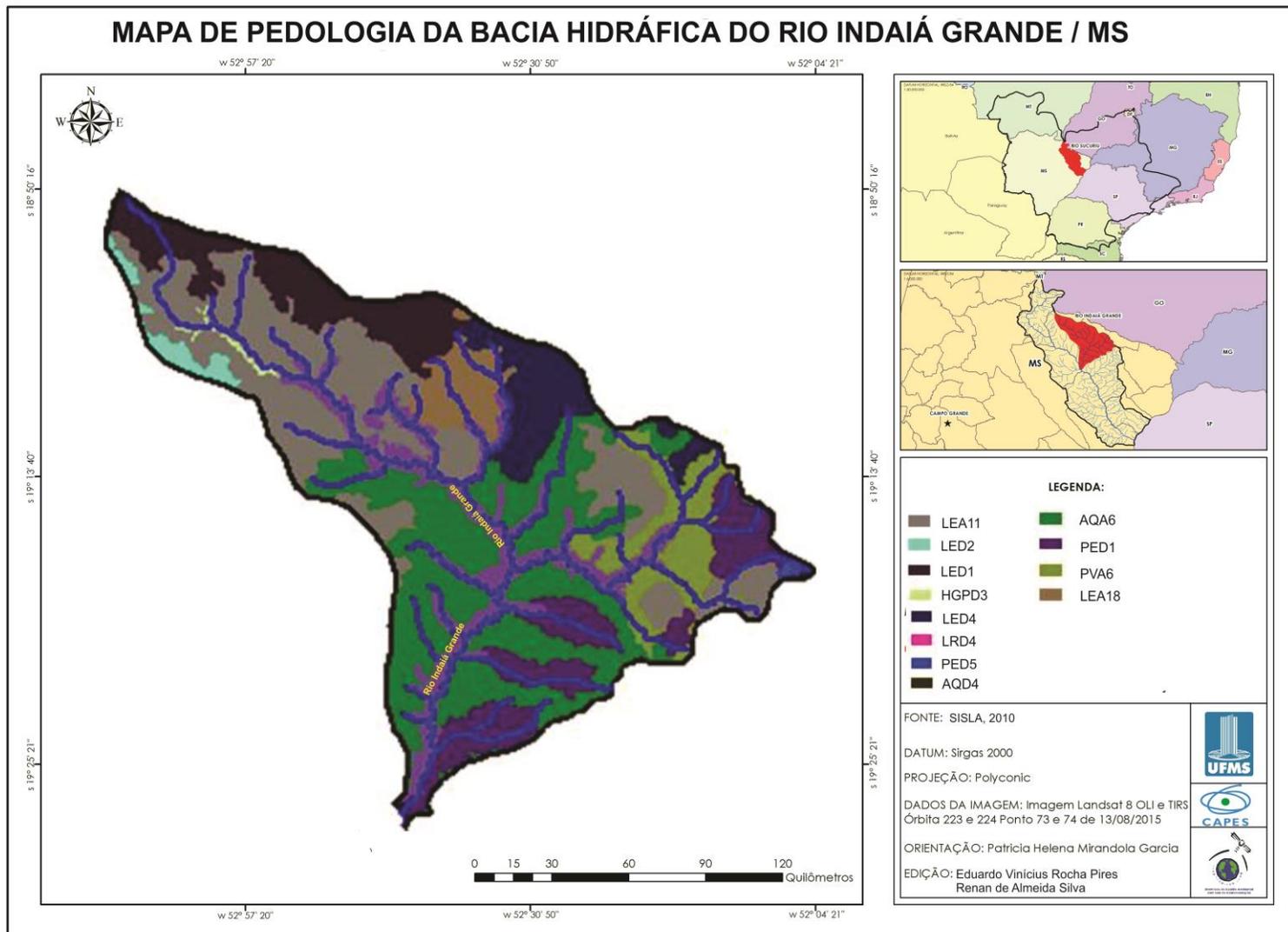


Figura 15: Mapa de Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS
Fonte: IMASUL, 2010. **Elaboração:** PIRES, 2015

A partir dessas informações, então, conclui-se que essas características influenciam a classificação da aptidão agrícola, onde se constata que na AID são terras sem aptidão agrícola, destinada então as reservas da fauna e flora. Já na AII as predominâncias são das terras aptas ao cultivo de pastagem e/ou silvicultura, sendo assim, suscetível a processos erosivos, devido as características geomorfológicas da área de estudo, a qual existem formas tabulares nos altos dos morros, associadas ao arenitos da Formação Santo Anastácio, vertentes rampeadas com declividades mais elevadas, originadas pelos processos erosivos do rio Indaiá Grande e fundo de vale com formas planas e de acumulação, onde ocorre o afloramento dos basaltos e o acúmulo dos sedimentos relacionados com os aluviões mais novos.



Foto 05 – Exemplos de Relevo aplainado (1) e Atividade econômica (2) da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande – MS/ Área de Influência Indireta- PCH Areado
Fonte: PIRES, 2015

4.3.3 – Vegetação Da Bacia Hidrográfica Do Rio Indaiá Grande

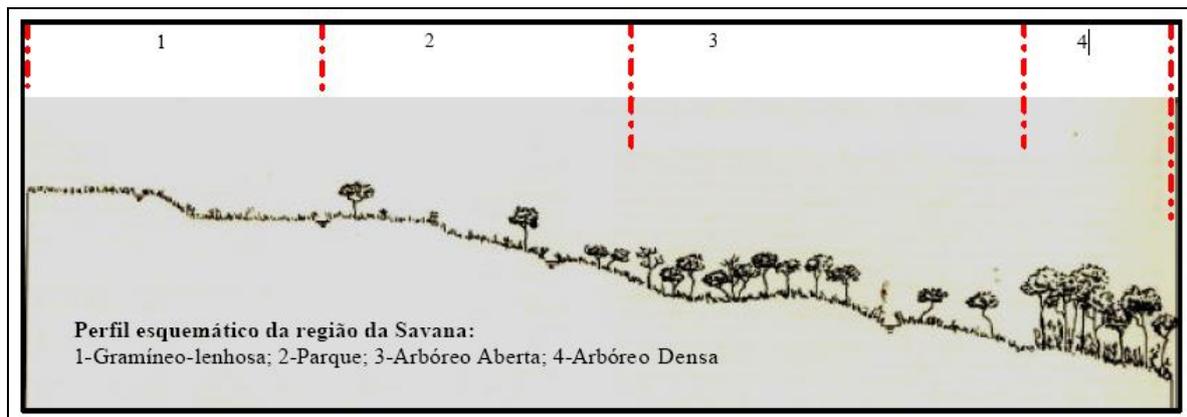
Na Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande, o Bioma predominante é o Cerrado, o qual engloba formações florestais, típicas de cerrado e campestre (vegetação natural florestal e vegetação natural campestre, pelo IBGE (2006), mas segundo RIMA (2010), apresentam espécies também características da Mata Atlântica).

Cerrado é o nome regional dado às savanas brasileiras. Cerca de 85% do grande platô que ocupa o Brasil Central era originalmente dominado pela paisagem do cerrado, representando cerca de 1,5 a 2 milhões de km², ou aproximadamente 20% da superfície do País. O clima típico da região dos cerrados é quente, semi-úmido e notadamente sazonal, com verão chuvoso e inverno seco. A pluviosidade anual fica em torno de 800 a 1600 mm. Os solos são geralmente muito antigos, quimicamente pobres e profundos.

A paisagem do cerrado é caracterizada por extensas formações savânicas, interceptadas por matas ciliares ao longo dos rios, nos fundos de vale. Entretanto, outros tipos de vegetação podem aparecer na região dos cerrados, tais como os campos úmidos ou as veredas de buritis, onde o lençol freático é superficial; os campos rupestres podem ocorrer nas maiores altitudes e as florestas mesófilas situam-se sobre os solos mais férteis. Mesmo as formas savânicas exclusivas não são homogêneas, havendo uma grande variação no balanço entre a quantidade de árvores e de herbáceas, formando um gradiente estrutural que vai do cerrado completamente aberto - o campo limpo, vegetação dominada por gramíneas, sem a presença dos elementos lenhosos (árvores e arbustos) - ao cerrado fechado, fisionomicamente florestal - o cerradão, com grande quantidade de árvores e aspecto florestal. As formas intermediárias são o campo sujo, o campo cerrado e o cerrado *stricto sensu*, de acordo com uma densidade crescente de árvores.

As árvores do cerrado são muito peculiares, com troncos tortos, cobertos por uma cortiça grossa, cujas folhas são geralmente grandes e rígidas. Muitas plantas herbáceas têm órgãos subterrâneos para armazenar água e nutrientes. Cortiça grossa e estruturas subterrâneas podem ser interpretadas como algumas das muitas adaptações desta vegetação às queimadas periódicas a que é submetida, protegendo as plantas da destruição e capacitando-as para rebrotar após o fogo. Acredita-se que, como em muitas savanas do mundo, os ecossistemas de cerrado vêm coexistindo com o fogo desde tempos remotos, inicialmente como incêndios naturais causados por relâmpagos ou atividade vulcânica e, posteriormente, causados pelo homem. Tirando proveito da rebrota do estrato herbáceo que se segue após uma queimada em cerrado, os habitantes primitivos destas regiões aprenderam a se servir do fogo como uma ferramenta para aumentar a oferta de forragem aos seus animais (herbívoros) domesticados, o que ocorre até hoje.

Tais formações são localizadas distantes dos rios, pois foram eliminadas em sua totalidade para ceder lugar às atividades pecuárias, como no caso da vegetação “Savana Arbórea Aberta”, que no caso, predominantemente tem seu aproveitamento para atividades pecuárias.



Figura

a 16 - Perfil esquemático da região de Savanas(Cerrado)

FONTE: Adaptada de RADAMBRASIL (1982a).

A Savana Arbórea Aberta constitui-se da principal característica de um contínuo estrato graminóide que reveste o solo e que seca durante o período de estiagem. A esse estrato, sobrepõe-se um outro, que apresenta árvores mais ou menos espaçadas, baixas, xeromorfas, com grandes folhas sempre verdes. O tronco é tortuoso, esgalhado e de casca corticosa em geral queimada todos os anos.

Essa formação particulariza-se por uma variação fisionômica muito grande, incluindo desde o cerrado propriamente dito, com árvores que variam dos 4 a 8 mestros de altura, formando às vezes um estrato lenhoso denso de arbustos, cipós e taboquinha, até fisionomias arbóreas mais abertas, baixas e limpas, lembrando um parque antrópico.

A formação, então, ocupa extensas áreas, distribuídas por todo o Estado de Mato Grosso do Sul. Ocorre em áreas areníticas da Bacia Sedimentar do Paraná, áreas movimentadas do Pré-Cambriano, e de acumulação inundadas do Pantanal Sul mato-grossense.

No centro-oeste brasileiro, é chamada popularmente de “campo cerrado” e é caracterizada por um tapete gramíneo lenhoso contínuo, entremeado de árvores gregárias, geralmente raquíticas, e palmeiras anãs, degradadas pelo fogo anual. Encontram-se principalmente nas áreas areníticas lixiviadas e solos concrecionários de clima tropical, como ocorre com a Savana Arbórea Densa. Outra semelhança entre elas é verificada na composição florística, porém com a estrutura mais aberta e mais baixa, caracterizada por árvores e arvoretas tortuosas, e, na maioria das espécies, o córtex é bastante suberoso, espesso e sulcado, o estrato inferior é constituído de gramíneas, formando um tapete contínuo, associadas a outras herbáceas, subarbustos e arbustos baixos.

Este tipo de vegetação está caracterizado por uma cobertura vegetal xeromórfica, mas se distingue do cerrado em função do espaçamento no andar arbóreo arbustivo, que é mais denso no cerrado.

Ainda ao norte da BHRIG está localizada parte da vegetação denominada pelo RIMA (2010) de parque, devido sua APA do Rio Aporé e APA Aporá-Sucuriú, na qual vegetações naturais florestais são protegidas pelo Decreto Municipal nº 1250 de 23 de maio de 2015 e pela Lei Municipal nº 597, de 21 de dezembro de 2006, localizada no município de Chapadão do Sul.

4.3.4 – Aproveitamento Hidroenergético da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande

Segundo o Relatório de Impactos Ambientais da PCH Areado, 2010, a PCH Areado será instalada no Rio Indaiá Grande, que se insere na macro-bacia do Rio Paraná. A usina será implantada na região nordeste de Mato Grosso do Sul, nos municípios de Chapadão do Sul e Inocência, localizados na margem direita e esquerda respectivamente.

A macro-bacia do Rio Paraná é constituída de chapadões, planaltos e vales, com altimetrias variando de 250 a 850 metros.

Ao norte e nordeste, existem duas áreas que contrastam dentro da bacia, seja pela altitude ou pelas rupturas de declive, seja pelas diferenças de modelados de dissecação. Ao norte, nas imediações da cidade de Chapadão do Sul, encontra-se o nível mais alto, representado por um planalto esculpido em litologias paleozoicas, bem aplanado, com sedimentos pedogeneizados, onde são encontrados solos argilosos. A nordeste, nos arredores das cidades de Inocência e Cassilândia, encontra-se a Serra do Aporé, com altimetria variando de 300 a 600 metros, constituída de rampas e patamares, desenvolvidos sobre arenitos, com modelados planos e de dissecação e solos de textura média e arenosa.

Neste trecho, segundo RIMA (2010), o Rio Indaiá Grande apresenta diversas corredeiras, alta turbulência e elevadas velocidades. Devido à esses fatores, a Bacia Hidrográfica é atrativa para a construção de Pequenas Centrais Hidroelétricas. Atualmente, na BHRIG existem três PCHs em operação: a PCH Indaiá Grande, PCH Indaiazinho e PCH Lajeado.

A PCH Indaiá Grande (Foto 06), bem como a PCH Indaiazinho(Foto 07) estão Localizadas no compartimento MÉDIO Rio Indaiá Grande, as usinas formam o “complexo Indaiás” e foram construídas dentro do prazo e orçamento pela empresa Omega Energia Renovável, tendo sua geração iniciada no primeiro semestre de 2012.



Foto 06: Barragem da PCH Indaiá Grande- Integrante do “Complexo Indaiás”
Fonte: Omega Energia Sustentável, 2012



Foto 07: Barragem da PCH Indaiázinho- Integrante do “Complexo Indaiás”
Fonte: Omega Energia Sustentável, 2012

Já a Pequena Central Hidroelétrica Lajeado (Foto 08), localizada no compartimento ALTO Rio Indaiá Grande, constitui-se de uma barragem que forma um pequeno reservatório. Deste, são captadas as águas por um canal de adução que as levará até uma câmara de carga, que injetará as injetará através de um conduto forçado chegando à casa de força. Ali, a força das águas movimentará duas turbinas geradoras, produzindo a energia elétrica. Depois as águas serão devolvidas ao rio por um canal de fuga ou restituição.



Foto 08: Barragem da PCH Lajeado ainda em construção
Fonte: Hidroelétrica Lajeado Ltda., 2016.

4.3- Mapeamentos de Uso e Ocupação da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande 2010 e 2015

Com o objetivo de levantar os tipos de uso e ocupação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande, para a produção de cartas de uso e ocupação, foram utilizadas imagens Landsat, cartas topográficas do DSG/IBGE e saídas a campo.

Podemos concluir que essa área vem sofrendo intensa modificação antrópica, apresentando mudanças significativas no ano de 2015.

Após o processo de caracterização do sistema, tornou-se necessário analisar e compreender os processos de uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande. O Rio Indaiá Grande, como citado anteriormente, está no compartimento “Alto Sucuriú” (mapa 10), onde, segundo FERREIRA (2011), predomina a cultura permanente “Pastagem”. A partir da análise prévia de SILVA (2012), por meio do mapeamento do uso e ocupação da terra na BHRIG no ano de 2010, foi possível tabular os dados obtidos do ano de 2015, por meio de mapeamento temático no SIG Spring 5.3 (Mapa 11) e comparados com os dados obtidos por SILVA, 2012.

Grande parte da vegetação natural foi desmatada ou substituída por pastagem, cultivo agrícola e áreas de monoculturas florestais exóticas (como eucalipto). Também foi observado que uma parte relevante dessa área não apresentou nem 20% de seu total preservado, o que é exigido por lei.

Ao analisar os dados secundários do documento *Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú* de PAGOTTO (2006), o relatório ressalta que quanto à caracterização da área, foi observado que para o bioma Cerrado as fito fisionomias mais representativas foram, quantitativamente, campos e cerrado sentido restrito.

Na área da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande (BHRIG), observou-se ainda, que apesar dos indícios de alto grau de degradação ambiental, sobretudo devido às atividades agropastoris, ainda existem na região fragmentos de vegetação nativa, de dimensão significativa, quando comparados com outros fragmentos em outros locais do bioma Cerrado.

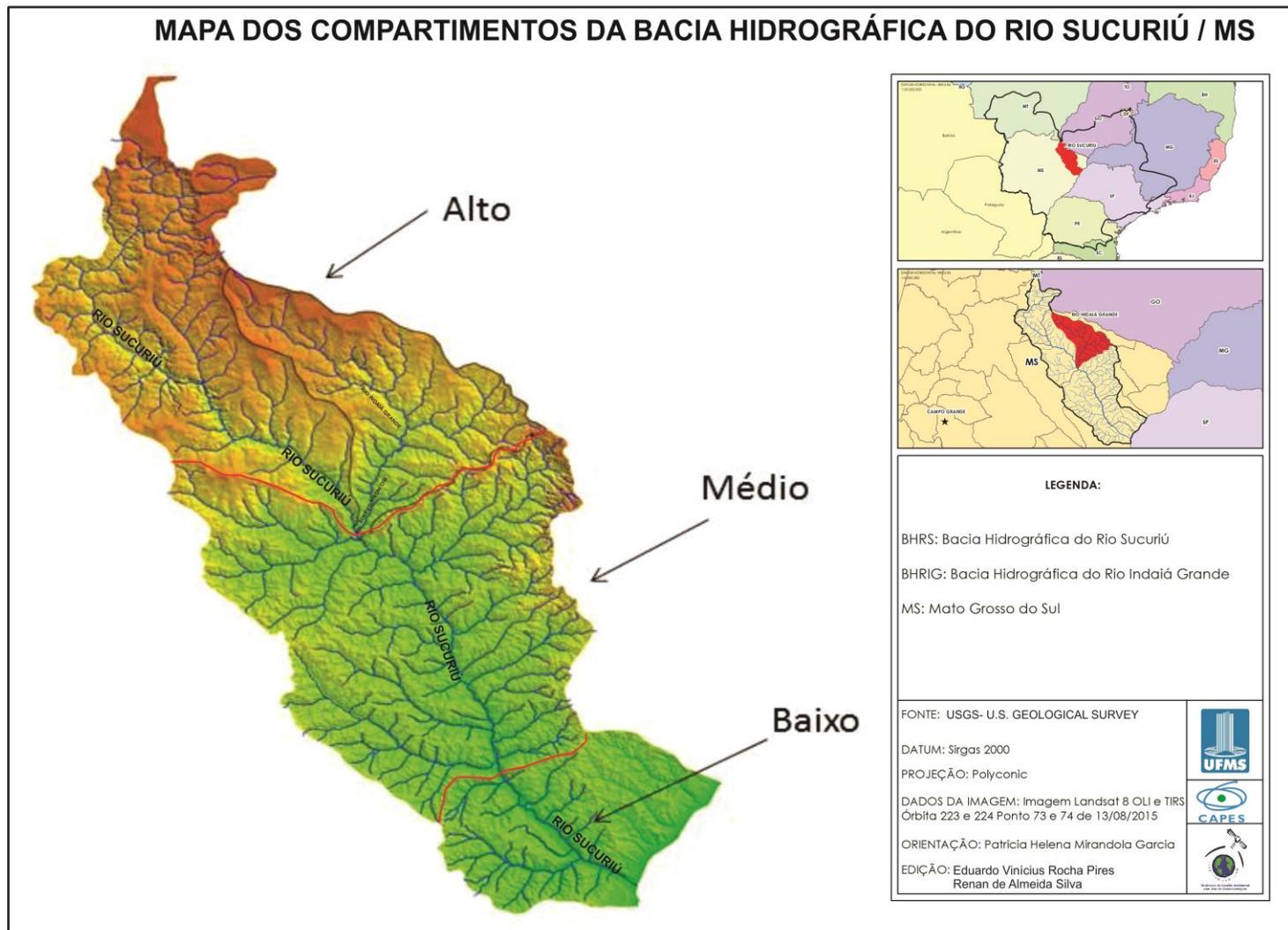


Figura 17: Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú – Compartimentos “Alto, Médio e Baixo”
Fonte: FERREIRA, 2011 **Organização:** PIRES, 2015



Foto 09 - Fragmentos de Vegetação Nativa na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú – MS
Foto: PIRES, 2015

Para entender quantitativamente como as classes que serão alteradas com a construção da PCH Areado se comportam, na área da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande, optamos por mapear a área da BHRIG, a partir da proposta do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com o processamento digital das imagens, seguindo os seguintes procedimentos: A partir de análise visual em gabinete, determinaram-se as classes de uso da terra existente na BHRIG, sendo elas: **pastagem, lavoura temporária, vegetação natural florestal, vegetação natural campestre, água continental, solo exposto e solo úmido.**

Para a elaboração desse mapa temático, foi necessário utilizar o mesmo limiar de segmentação e utilizar as mesmas classes temáticas, baseadas no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE). Foram utilizadas as classes Cultura temporária, Pastagem, Vegetação Natural Floresta, Vegetação Natural Campestre e Solo exposto. (Tabela 11)

ANO	2015		2010	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Vegetação Natural florestal	389,9	9,3%	83,18	14,74%
Cultura Temporária	106,5	2,5%	2095,11	2,09%
Pastagem	1582,1	37,7%	586,64	52,67%
Vegetação Natural Campestre	1742,5	41,4%	747,86	18,80%

Solo Exposto	126,8	3,0%	49,37	3,44%
Áreas Úmidas	237,7	5,7%	136,97	6,99%
Águas Continentais	13,1	0,3%	278,17	1,24%
TOTAL	4197,6	100%	3977,33	100%

Tabela 11: Uso e Ocupação da terra nos anos de 2010 e 2015
Fonte: INPE, 2016. **Org:** PIRES, 2016

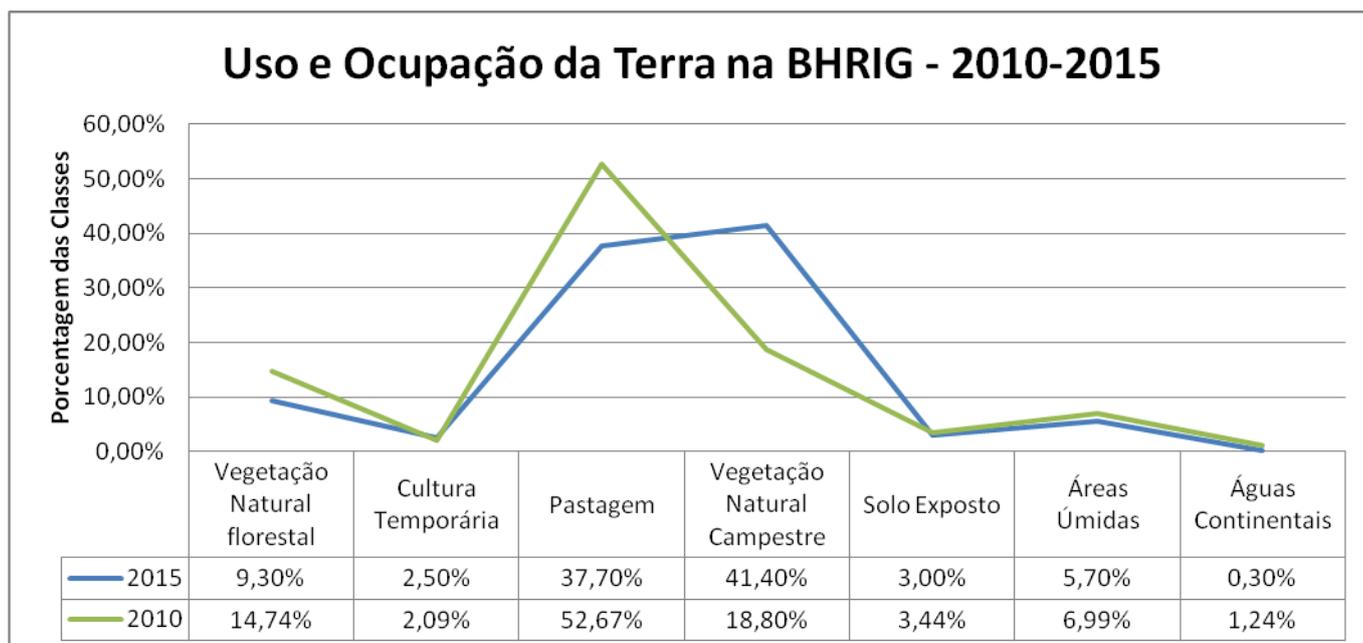


Gráfico 1: Gráfico comparativo do Uso e Ocupação da Terra na BHRIG em 2010 e 2015.
Fonte: Pires, 2016

Segundo SILVA, 2012, ano de 2010, predominou-se o uso de Pastagem e Vegetação Campestre, já que os mesmos são usados como área de pecuária, já classe Lavoura Temporária ocupou uma área de aproximadamente (2,09%). Em Vegetação Natural Florestal, foram consideradas florestas, área de reservas legais e matas ciliares que estão presentes em torno do Rio Indáia Grande, ocupando cerca de 14,74% da área total da BHRIG.

Já no mapeamento atual, 2015, a classe “Cultura Temporária” teve um leve aumento de 0,5% da área da BHRIS, devido a maior produção de milho, soja e sorgo ser na mesma época da análise de 2010. Na classe pastagem, sua área passou a corresponder 37,7% da área total da BHRIG.



Foto 10: Cultura Temporária em Chapadão do Sul –MS (AII da PCH Areado)
Fonte: PIRES, 2015

Na classe Vegetação Natural Florestal, sua área passou dos 9,3%. Já a Classe Vegetação Natural Campestre aumentou para 41,4%, possivelmente pelo da vegetação natural campestre como pastagem. Na classe Solo Exposto, sua área diminuiu.

Segundo o IBGE, 2013, pode-se usar a nomenclatura “solo em preparo” ou “solo preparado”, nomenclatura essa deverá ser usada quando for comprovada que é um solo exposto apenas por um curto intervalo de tempo, pois está sendo preparado para uma nova plantação, como pode-se observar a Foto 11.



Foto 11: Solo em Preparo no município de Chapadão do Sul – MS(AII da PCH Areado)
Fonte: PIRES, 2015

Para a confecção da legenda, utilizou-se o método proposto pelo IBGE no Manual do Uso da Terra. O manual apresenta o desenho esquemático dos fluxos existentes no processo de levantamento e classificação da Cobertura e do Uso da Terra além de propor cores na legenda do mapa de uso e ocupação da terra, para o mapeamento de classes da terra. (Quadro 02)

Nível I	Nível II	
1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1	Área Urbanizada
	1.2	Área de Mineração
2. Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1	Cultura Temporária
	2.2	Cultura Permanente
	2.3	Pastagem
	2.4	Silvicultura
3. Áreas de Vegetação Natural	3.1	Florestal
	3.2	Campestre
4. Água	4.1	Corpos d'água continentais
	4.2	Corpos d'água costeiros

Quadro 01: Cores e Classes do Uso e Ocupação da Terra
Fonte: IBGE, 2006

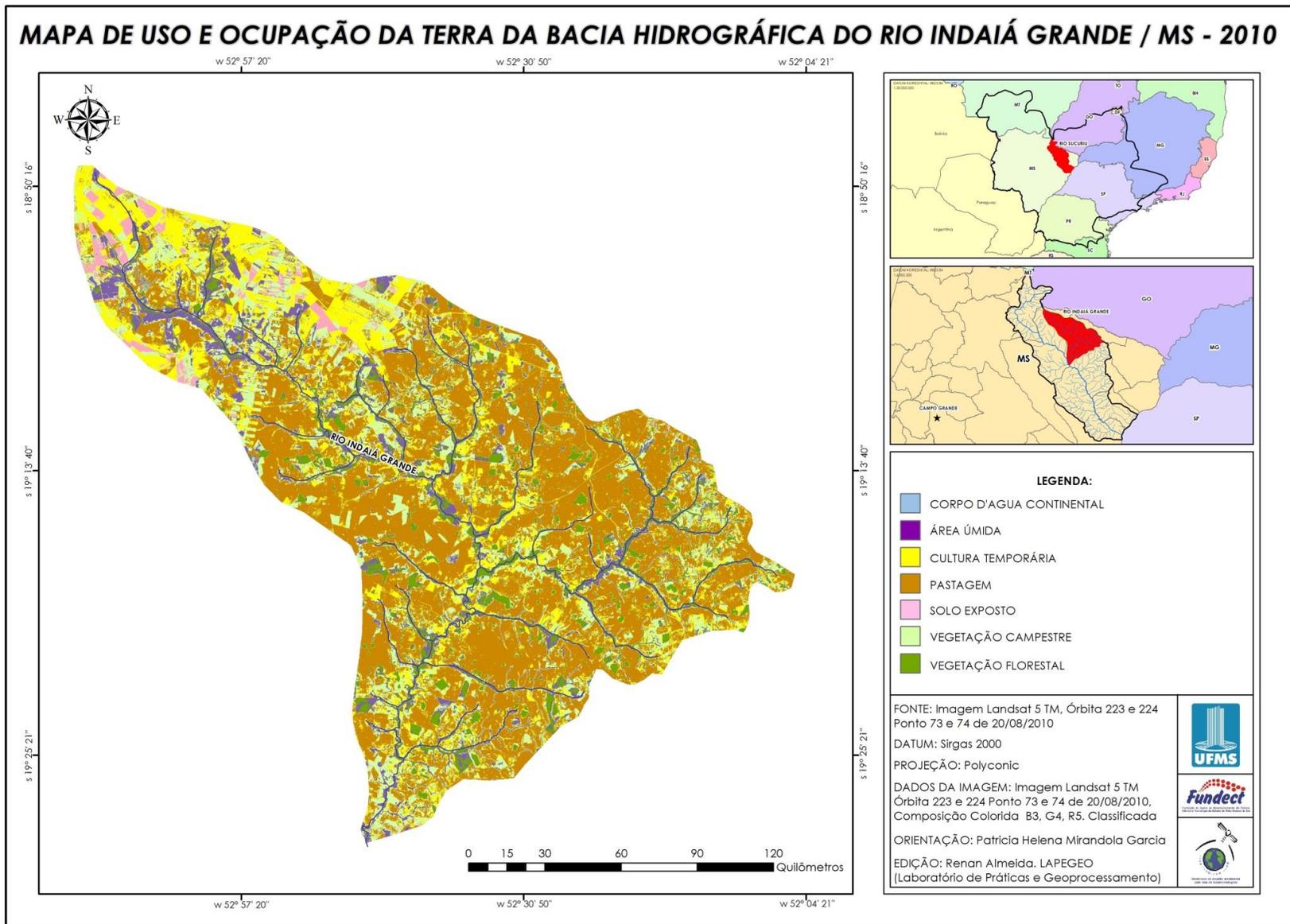


Figura 18: Mapa de Uso e Ocupação da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Indaia Grande/ MS – 2010
 Edição: SILVA, 2016

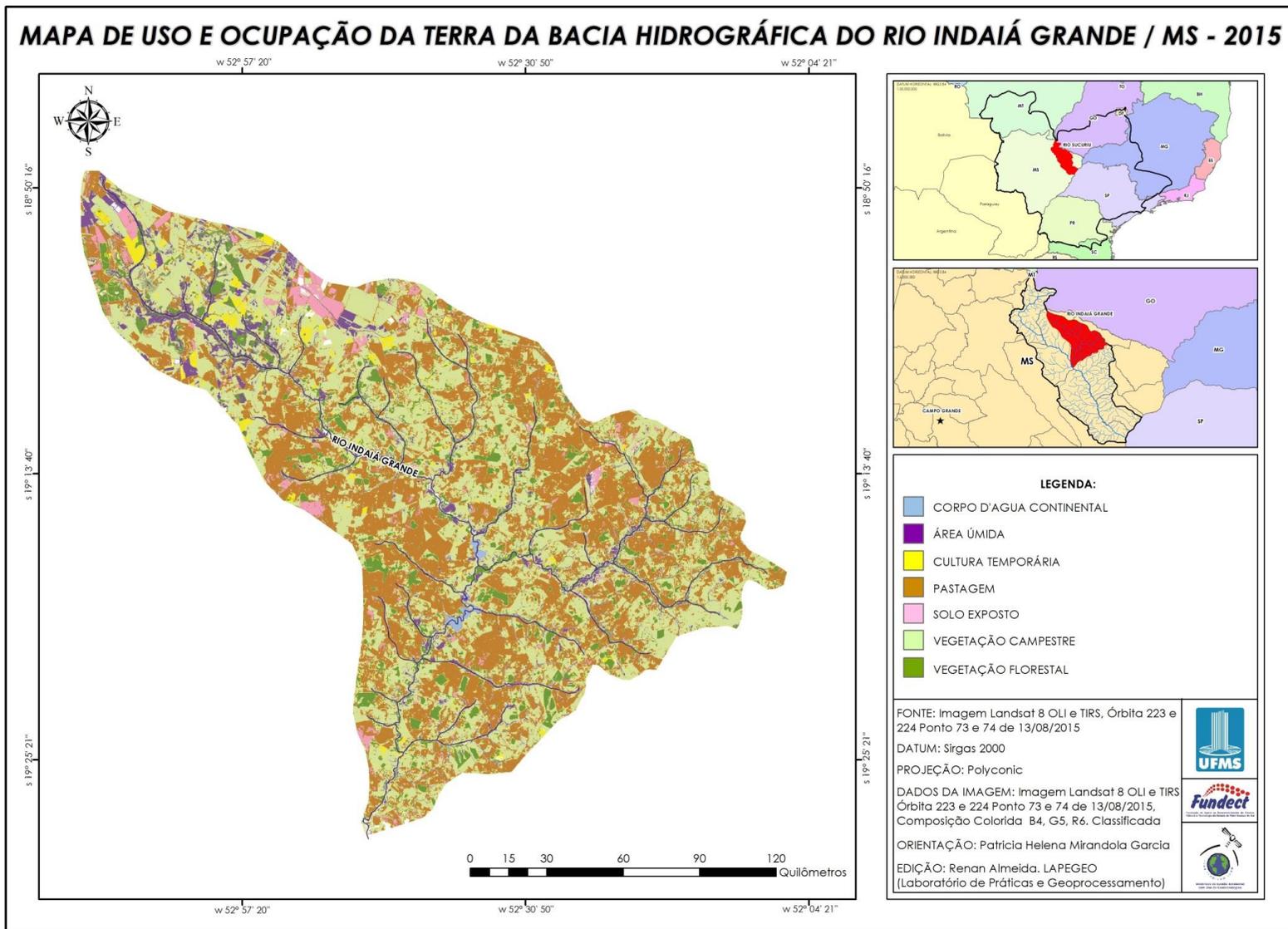


Figura 19: Mapa de Uso e Ocupação da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Indaia Grande/ MS -2015
 Edição: SILVA, 2016

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS NA AID e AII

Para os estudos aplicados a essa pesquisa, a qual tem o objetivo de delimitar as áreas que sofrem influências da PCH Areado com uso de geotecnologias, foram definidas as seguintes áreas, tanto de modo geral, quanto para considerar especificidades dos meios físicos, bióticos e socioeconômico, com base no Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul e fazendo algumas adaptações coerentes à pesquisa, para auxiliar na precisão da delimitação.

A identificação e a análise de alterações se iniciam a partir do resultado do cruzamento dos elementos do projeto identificados no EIA/RIMA da PCH Areado com o Diagnóstico Ambiental realizado a partir da Matriz de Identificação e Avaliação de Alterações Ambientais Gerados por PCH. A partir daí, foram elaboradas as previsões e avaliadas as respectivas grandezas das alterações.

A identificação abrange as diversas fases de implantação do empreendimento, ou seja, o planejamento, a construção, o enchimento do reservatório, e a operação da usina, sendo classificada a ocorrência das alterações como “baixa magnitude” e “alta magnitude”.

A partir daí, no processo de avaliação, deverão ser contemplados tanto as alterações negativas como as positivas, de acordo com a metodologia adotada de ORTIZ FLÓREZ, 2014 no que se refere a Alterações Permanentes e Alterações Transitórias. Além disso, para cada etapa de implantação do empreendimento foi identificado o efeito esperado com relação a cada uma das alterações, a partir dos aspectos a seguir relacionados.

- Natureza (negativa e positiva);
- Forma (direta e indireta);
- Duração (curta, média e longa);
- Temporalidade (imediate ou durante a construção, médio prazo ou quando do enchimento do reservatório e longo prazo ou durante a operação);
- Reversibilidade (reversíveis e irreversíveis);
- Abrangência (local associada à AID, e regional, considerando a AII).
- Importância (pequena, média e grande);
- Magnitude (pequena, média e grande);

A avaliação das alterações, por sua vez, deverá estar associada a um prognóstico, traçando possíveis cenários durante todo o tempo de ocorrência desses momentos distintos, que foram divididos em 12 possíveis a serem analisados e identificados de forma sistêmica e, após o estabelecimento de pesos, acima citados.

As alterações a serem identificadas, analisadas e de alguma forma criado uma proposta de mitigação para cada, são:

- Perdas de terras potencialmente agriculturáveis;
- Perdas de Benfeitorias;
- Aumento Temporário de Oferta de Empregos;
- Aumento da Arrecadação Municipal;
- Interferência da Inundação na Interligação das Fazendas;
- Alteração do Patrimônio Natural;
- Interferência na dinâmica de deposição dos sedimentos a montante e a jusante do empreendimento;
- Início e/ou aceleração de processos erosivos;
- Perda de Mata Ciliar;
- Perda dos Habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos;
- Alteração no ambiente aquático no trecho entre a casa de força e a barragem; e
- Risco de acidentes com animais silvestres e/ou domésticos

Para o melhor entendimento das informações do item 4.4.1 e demais, sugerimos a utilização do anexo I

4.4.1 ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)

A Área de Influência Direta (AID) compreende as alterações incidentes diretamente sobre os recursos naturais, a rede de relações sociais e pelas propriedades atingidas pelo empreendimento (reservatório, APP, estruturas civis e canteiro de obras).(RIMA – PCH – Areado, 2013)

A PCH Areado será instalada no curso do Rio Indaiá Grande, que se insere na Macro-Bacia do rio Paraná. A usina estará localizada na região nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul, entre os municípios de Chapadão do Sul (margem direita) e Inocência (margem esquerda). Neste trecho, o rio Indaiá Grande possui corredeiras, alta turbulência e elevadas velocidades. (foto 06 e 07)



Foto 12 e 13: Rio Indaiá Grande no trecho onde se encontram corredeiras, alta turbulência e elevadas velocidades
Fonte: PIRES, 2015

Os usos das águas mais corriqueiros na AID da PCH Areado são a dessedentação animal e o abastecimento humano. Sendo a atividade agropecuária dominante na região, ampla parte das propriedades rurais da AID tem pelo menos 1 açude de reserva de água utilizada para a destinação animal ou, em alguns casos, para a piscicultura, embora nenhum deles seja utilizado para fins comerciais.

Portanto, para a identificação e avaliação dos impactos que possivelmente serão gerados após a construção da PCH Areado, em trabalho de campo, foi utilizado a Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas que serão descritos pela Fase do Empreendimento e Classificação dos Impactos e Alterações, dividindo em Modificação do Regime, Transformação de terra e construção e Extração de recursos.

Ao identificar a fase do empreendimento na AID das futuras instalações da PCH Areado, devem-se levar em consideração os fatores supracitados no que se refere à sua delimitação.

No ponto identificado, localizado nas coordenadas 19° 31' 48.4''S e 52° 29' 31.9''O, a fase do empreendimento, segundo a Matriz Adaptada e a análise em campo, é de Planejamento, devido ao atual estado do projeto, o qual ainda não começou a ser construído.

Porém, mesmo na fase de Planejamento, somente os Impactos enumerados A, H e I (Classe A – Modificação do Regime), A, B, F e Q (Classe B- Transformação de terra e construções) ocorrem com menor intensidade ou de forma nula.

Já as demais alterações das classes A, B e C a ocorrência é de maior intensidade, pois existe a alteração do meio pela construção de uma UGE utilizada para as necessidades em uma das sedes da Fazenda Stella 1, porém, já desativada. (Foto 08 e 09)



Foto 14 e 15: Casa de máquinas – UGE Fazenda Stella 1.(08) Tubulação e Turbina da UGE Fazenda Stella 1 desativada.(09)

Fonte: PIRES, 2015

Foi criado também, causando assim alterações nas classes A e B de uma forma mais intensa antes mesmo da construção da PCH Areado, um canal de adução de aproveitamento da vazão do Rio Indaiá Grande e uma pequena barragem para a geração de energia pela UGE. (Foto 10 e 11)



Foto 16 e 17: Canal de adução de aproveitamento de vazão do Rio Indaiá Grande. (10) Barramento da UGE-Stella 1.(11)

Fonte: PIRES, 2015



Foto 18 e 19: Alterações e Impactos enquadrados de 6 a 9.

Fonte: PIRES, 2015

4.4.1.1 Classificação Das Alterações NA AID

Após a identificação da fase do empreendimento na AID das futuras instalações da PCH Areado e a magnitude das ocorrências das alterações nesta fase, toma-se como necessária a classificação dessas alterações.

Fazendo o compilado de Informações e o cruzamento de dados das duas matrizes (Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas x Matriz de Identificação de Alterações Ambientais Gerados por PCH), têm-se as seguintes alterações divididas pelas classes e fases do empreendimento.

Na classe **Natureza(Classse A)**, essas alterações são classificadas por negativa ou positiva. Foram classificadas como negativas as alterações 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12. Já as alterações 3, 4 e 11 foram impossíveis de se classificar, pois, nessa fase do empreendimento, elas não se enquadram como alterações existentes.

Na classe **Forma(Classse B e C)**, essas alterações são classificadas por direta e indireta. Com exceção das alterações 3, 4 e 11, que não se enquadram na fase atual do empreendimento,

todos as outras alterações são classificadas como de forma direta, devido estarem na AID das futuras instalações da PCH Areado e por possuir as construções e modificações causadas pela UGE Stella 1.

Na classe **Duração (Classe C)** as alterações são classificadas como permanente ou temporária, tendo o auxílio de ORTIZ FLÓREZ, 2014 para essa classificação, as alterações 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10 e 12 foram consideradas permanentes. A alteração 5 e 11, nesta fase do planejamento, foi considerada temporária, pois, as feições do rio poderão mudar após a implantação, enchimento do reservatório e operação da PCH. As alterações 3 e 4 não se enquadram.

Na classe **Temporalidade (Classes B e C)** as alterações foram classificadas como de curto ou longo prazo. Com exceção das alterações 7 e 8, considerados de Longo Prazo, e 3, 4 e 11, considerados como fora do enquadramento nesta fase do empreendimento, os outros listados foram considerados de Curto Prazo.

Na classe **Reversibilidade (Classes A, B e C)** as alterações foram classificadas irreversível e reversível. Com exceção da alteração 8, que é reversível, quando criado um plano de prevenção e/ou recuperação de áreas com processos erosivos iniciados ou já acelerados. As alterações 3, 4 e 11 não são consideradas. Já as alterações 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10 e 12 são consideradas irreversíveis.

Na classe **Abrangência (Classes A, B e C)** as alterações foram classificadas como Local e Regional. Nas alterações 1, 2, 5, 6 e 8 a abrangência foi considerada local. Nas alterações 7, 9, 10 e 12 a abrangência foi considerada regional. Nas alterações 3, 4 e 11 não são enquadradas à fase “Planejamento”.

Na classe **Magnitude (Classes A, B ou C)** as alterações foram classificadas por Alto, Médio e Baixo. Foram considerados de Alta magnitude as alterações 7, 9, 10 e 12. De magnitude Média foram considerados as alterações 1, 2, 6 e 8. De Baixa magnitude, foi considerada a alteração 5.

Na classe **Importância (A, B ou C)** as alterações foram classificadas por Alto, Médio e Baixo. Desconsiderando as alterações 3, 4 e 11, as alterações 7, 9, 10 e 12 foram consideradas de Alta importância. Já as alterações 2, 5, 6 e 8 foram consideradas de Média importância. Somente a alteração 1 foi considerada de baixa importância.

4.4.2 Área De Influência Indireta

A Área de Influência Indireta compete à maior parte da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande, com exceção da AID.

Devido à abrangência dessa área, foi feito, em um segundo momento, mapeamentos de uso e ocupação da terra nos anos de 2010 e 2015, para melhor interpretação da dinâmica do uso da terra e a sua influência no Subsistema Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande.

De forma prévia, foram escolhidos dois pontos (PIG03 e PIG04) da AII à jusante da AID para a utilização da Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas e a Matriz de Identificação e Avaliação de Alterações Ambientais Gerados por PCH.

IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS À JUSANTE DA AID – PCH AREADO		
NOME	LOCALIZAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO FOTOGRÁFICA
PIG03	19°32'6.03"S 52°29'55.83"O	
PIG04	19°32'42.81"S 52°30'15.56"O	

Quadro 02: Identificação dos Pontos à jusante da AID- PCH Areado

Fonte: PIRES, 2014

Ao identificar a fase do empreendimento nos pontos da AII localizada à jusante das futuras instalações da PCH Areado, devem-se levar em consideração os fatores já citados no que se refere à sua delimitação, ou seja, os quadrantes de 13km².

Nos pontos identificados, Quadro 4, a fase do empreendimento, segundo as Matrizes utilizadas e a análise em campo, é de Planejamento, devido ao atual estado do projeto, o qual ainda não começou a ser construído.

No PIG03, a ocorrência das alterações H e I (Classe A) e F, P e R (Classe B) são de menor intensidade, devido à fase atual do empreendimento ser a de planejamento. Portanto a ocorrência de perdas agriculturáveis, a interferência da inundação na interligação das fazendas e os riscos de acidentes com animais silvestres e/ou domésticos são de menor incidência e/ou nulo. Já alterações de classe C não ocorrem nessa fase do empreendimento, pois neste ponto não existe nenhuma Benfeitoria.

Alterações de classe A e B, de modo geral, ocorrem com maior intensidade (Alta Intensidade). Essa ocorrência de maior intensidade é devido ao uso do rio para dessedentação animal, causando assim alteração do Patrimônio Natural, Interferência na dinâmica de deposição de sedimentos a montante e a jusante do empreendimento (devido ao pisoteio do gado), início e aceleração de processos erosivos, perda de mata ciliar e perda dos habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos.



Foto 20 e 21: início e aceleração de processos erosivos, perda de mata ciliar e perda dos habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos no ponto PIG03.

Fonte: PIRES, 2015

No PIG04, a ocorrência das alterações são de menor intensidade, já que no local não existem benfeitorias nem área inundada que possa interferir na interligação das fazendas. Já as da classe B, ocorrem com maior intensidade (Alta Intensidade), também devido ao uso do rio para dessedentação animal, causando assim alteração do Patrimônio Natural, Interferência na dinâmica de deposição de sedimentos a montante e a jusante do empreendimento (devido ao pisoteio do gado), início e aceleração de processos erosivos, perda de mata ciliar e perda dos habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos.



Foto 22 e 23: Início e aceleração de processos erosivos, perda de mata ciliar e perda dos habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos no ponto PIG04.
Fonte: PIRES, 2015

4.4.2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ALTERAÇÕES NA AII

Após a identificação da fase do empreendimento nos dois pontos à jusante na AII das futuras instalações da PCH Areado e a magnitude das ocorrências das alterações nesta fase, toma-se como necessária a classificação das mesmas.

Na classe **Natureza (classe A)**, no Ponto PIG03 e PIG04, essas alterações são classificadas por negativa ou positiva. Foram classificadas como negativas as alterações 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12. Já as alterações 3, 4 e 11 foram impossíveis de se classificar, pois, nessa fase do empreendimento, elas não se enquadram como alterações existentes.

Na classe **Forma (classe B e C)**, nos pontos PIG03 e PIG04, essas alterações são classificadas por direta e indireta. Com exceção das alterações 3, 4 e 11, que não se enquadram na fase atual do empreendimento, todas as outras alterações são classificadas como de forma direta, devido estar à jusante das AID das futuras instalações da PCH Areado e por existir muitas áreas com deposição de sedimentos e alguns outros processos erosivos nas margens do Rio Indaiá Grande.

Na classe **Duração (Classe C)** as alterações foram classificadas como permanentes ou temporárias, tendo o auxílio de ORTIZ FLÓREZ, 2014 para essa classificação, as alterações 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 12, no PIG04 foram consideradas permanentes. As alterações 2, 3 e 4 não se enquadram.

Na classe **Temporalidade (Classe B e C)** as alterações foram classificadas como de curto ou longo prazo. Com exceção das alterações 7, considerados de Longo Prazo em ambos os pontos, e 3, 4 e 11, considerados como fora do enquadramento nesta fase do empreendimento, as outras alterações listadas foram consideradas de Curto Prazo.

Na classe **Reversibilidade (Classe A, B e C)** as alterações foram classificadas irreversível e/ou reversível. Com exceção da alteração 8, que é reversível, quando criado um plano de prevenção e/ou recuperação de áreas com processos erosivos iniciados ou já acelerados. As alterações 3, 4 e 11 não são consideradas. Já a 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10 e 12 são considerados irreversíveis.

Na classe **Abrangência (Classe A, B e C)** as alterações foram classificadas como Local e/ou Regional. Nas de número 1, 2, 5, 6, 9, 10 e 12, nos pontos PIG03 e PIG04 a abrangência foi considerada local. Nas de número 7 e 8 a abrangência foi considerada regional em ambos os pontos. Nas alterações 3, 4 e 11 não são enquadradas à fase “Planejamento”.

Na classe **Magnitude (Classe A, B e C)** as alterações foram classificadas por Alta, Média e Baixa. Foram consideradas de Alta magnitude as alterações 1, 6, 7, 8, 9, 10 e 12. De magnitude Média foi considerada a alteração 2. De Baixa magnitude, foi considerada a alteração 5.

Na classe **Importância (Classe A, B e C)** foram classificadas por Alta, Média e Baixa. Desconsiderando as de número 3, 4 e 11, as alterações foram consideradas de Alta importância. Já a alteração 2 foi considerado como Nulo.

4.4.3 PRINCIPAIS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS E PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO PARA A AID E AII

A partir das imagens coletadas, da interpretação dos mapas de uso e ocupação da terra nas áreas de instalação da PCH Areado, da utilização da Matriz de Identificação de Alterações Ambientais em PCH e da Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas (Leopold, 1971 apud MIRANDOLA, 2012), foi feita a tabulação dos dados das duas matrizes e, a partir dos levantamentos, direcionada quais são as principais alterações ambientais nas áreas de influência e as propostas de mitigação dessas alterações.



Foto 24: Primeiro ponto à montante da AID.

Fonte: PIRES, 2015

Distante 2km do trecho do Rio Indaia Grande, onde será instalada a PCH Areado, foi feito o registro fotográfico dessa área, pois já está inserida na futura área de influência direta das instalações da PCH.

QUADRO DE CRUZAMENTO DE DADOS TABULADOS PELAS MATRIZES DE ANÁLISE

LOCAL	MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO DE ALTERAÇÕES AMBIENTAIS EM PCH	MATRIZ DE ANÁLISE AMBIENTAL PARA BACIAS HIDROGRÁFICAS
AID	<ul style="list-style-type: none"> • Na Área de Influência Direta, as alterações constatadas se dão na fase de Planejamento, pois a PCH foi analisada, nesta pesquisa, a partir de seu momento zero. • As classes, divididas em Natureza, Forma, Duração, Duração, Temporalidade, Reversibilidade, Abrangência, Magnitude e Importância. • As principais alterações levantadas usando a Matriz de Identificação de Alterações Ambientais em PCH, na AID, em todas as classes, foram: perdas de terras agriculturáveis, alteração no patrimônio natural, interferência na dinâmica de deposição de sedimentos a montante e a jusante do empreendimento, início e/ou aceleração de processos erosivos, perda de mata ciliar, perda de habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos e risco de acidentes com animais silvestres e/ou domésticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando a Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas, utilizaram-se três fases de análise: Modificação de Regime, Transformação de terra em Construção e Extração de recursos. • As principais alterações levantadas usando essa Matriz foram: Na fase Modificação de Regime foi identificada Modificação do habitat, alteração da cobertura superficial, alteração da drenagem, controle. Na fase Transformação de terra e construção foram identificados Cabos e elevadores, Barreiras inclusive cercas, Dragagem e retificação dos canais, Canais, Barragens e açudes, Erosão/ravinamento e Assoreamento de canais. Na fase Extração de recursos nenhuma alteração dessa fase, incluída na matriz, foi identificada.

AII	<ul style="list-style-type: none"> • Na Área de Influência Indireta, as alterações constatadas se dão também na fase de Planejamento. • As principais alterações levantadas usando a Matriz de Identificação de Alterações Ambientais em PCH, na AII, em todas as classes, foram: perdas de terras agriculturáveis, alteração no patrimônio natural, perda de mata ciliar, perda de habitats da fauna e aumento do risco de acidentes com animais peçonhentos e risco de acidentes com animais silvestres e/ou domésticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando a Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas, utilizaram-se três fases de análise: Modificação de Regime, Transformação de terra em Construção e Extração de recursos. • As principais alterações levantadas usando essa Matriz foram: Na fase Modificação de Regime foi identificada Modificação do habitat, alteração da cobertura superficial. Na fase Transformação de terra e construção foram identificados Aeroportos, Rodovias e pontes, estradas e picadas, Linhas de Transmissão, Cabos e elevadores, Barreiras inclusive cercas, Barragens e açudes, Erosão/ravinamento. Na fase Extração de recursos foi identificada a alteração Abertura de poços e remoção de fluídos, devido ao uso de poço artesiano usado para utilização doméstica da sede da Fazenda Stella II.
-----	--	---

Quadro 03: Quadro de cruzamento de dados tabulados pelas Matrizes de análise de alterações ambientais
Org.: PIRES, 2016



Foto 25: Local onde a PCH Areado será implantada

Fonte: IMASUL, 2010

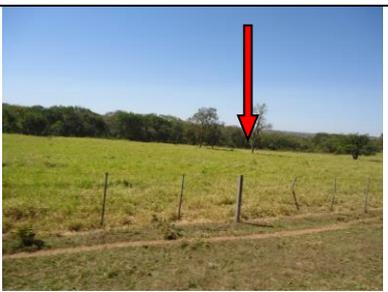
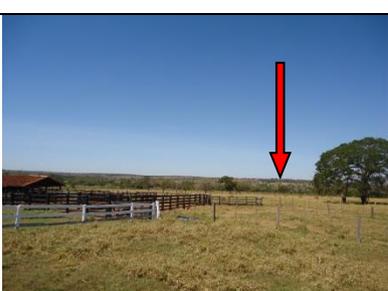
LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DA AID E AII DA PCH AREADO



- Estrada MS-316.
- Divida de Município entre Chapadão do Sul e Inocência.
- Ambas estão inseridas na AII e AID da PCH Areado.



- Ao fundo, canal principal do Rio Indaiá Grande, onde, segundo a prospecção baseada em seu EIA/RIMA e ORTIZ FLÓREZ, 2013, será afetada diretamente.
- Na imagem, está localizada a Fazenda Stella, local onde será, à jusante, construída a PCH Areado.

	<ul style="list-style-type: none"> • Área de Pastagem para o gado dentro da Área de Preservação Permanente. • Local também inserido na AID.
	<ul style="list-style-type: none"> • Área de uso pra pecuária • Em destaque, ao fundo, encontra-se o canal principal do Rio Indaiá Grande
	<ul style="list-style-type: none"> • Barramento para acúmulo de água para uso na pecuária • Próximo à AID
	<ul style="list-style-type: none"> • Canal Principal do Rio Indaiá Grande • Local onde será construída a PCH Areado

Quadro 4: Levantamento Fotográfico da AID e AII
Fonte: PIRES, 2014

Para uma melhor compreensão das alterações que ocorrerão no momento em que o enchimento da barragem seja iniciado e alcançado sua cota máxima, foi elaborado, segundo informações levantadas a partir das caracterizações fisiográficas da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande, um perfil transversal do local onde será instalada a barragem da PCH Areado, inserindo, também, os limites das futuras APP's, à partir do leito do rio, que passa a se estender devido a criação do reservatório.(Figura 20)

PERFIL TRANSVERSAL DA ÁREA DE CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM DA PCH AREADO

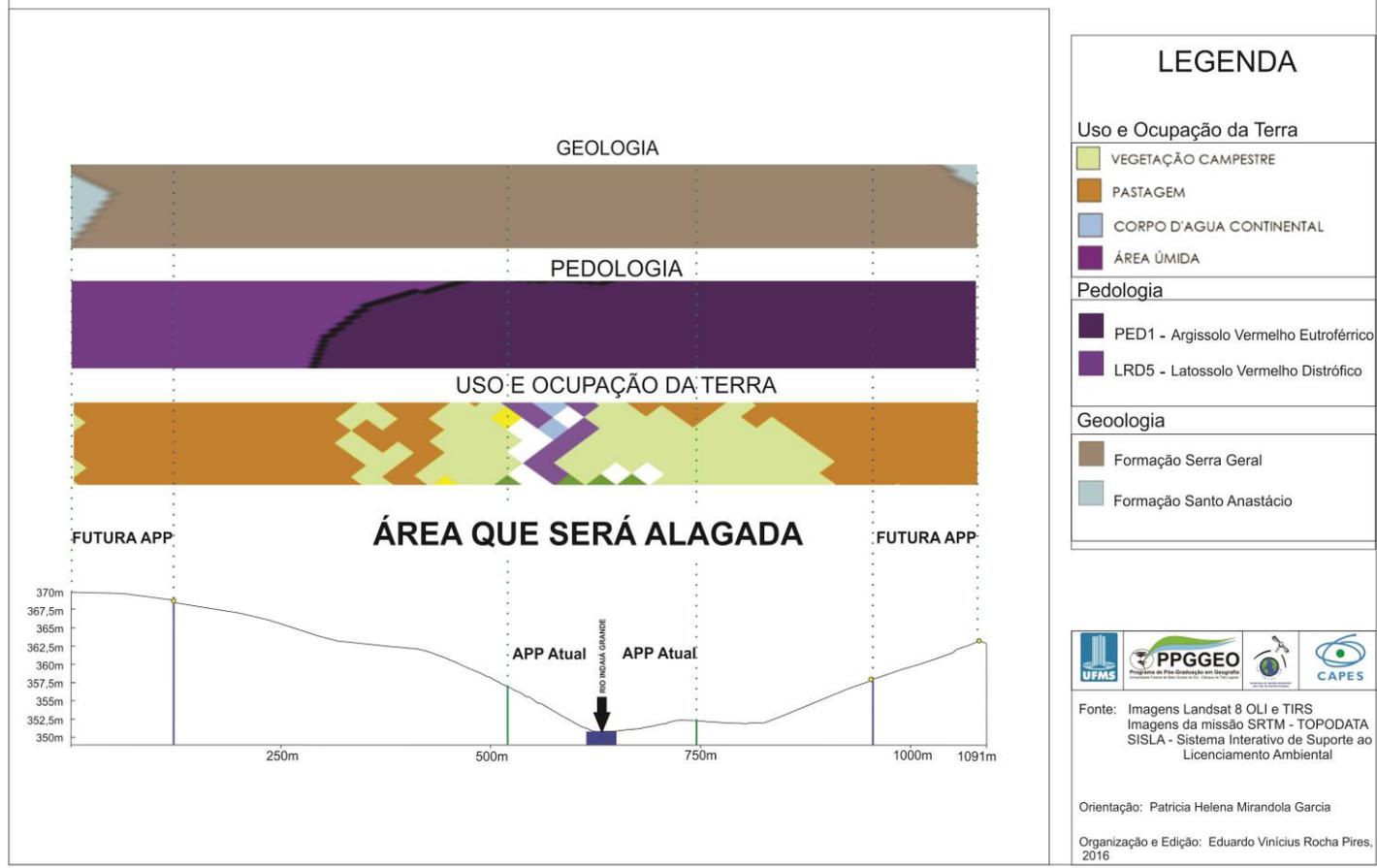


Figura 20: Perfil Transversal da Área de Construção da Barragem da PCH Areado
Edição: PIRES, 2016

No presente perfil, as informações contidas nas três escalas de análise, mostram a situação atual do uso e ocupação da terra, a pedologia e a geologia, conseqüentemente, as áreas que serão suprimidas e a nova Área de Preservação Permanente, que deverá ser recomposta.

Ao analisar holisticamente, pode-se afirmar que, atualmente, na área onde deveria existir a classe Vegetação Natural Floresta(mata ciliar), existe a classe Vegetação Natural Campestre, o que auxilia a criação de gado, saucando em alguns pontos, erosões consideráveis, devido o pisoteio do gado.

Outra constatação de grande importância é que, onde será considerada como Área de Preservação Permanente após o enchimento do reservatório, predomina a classe Pastagem que, no caso, deverá ser feito no local uma intensa ação de plantio e recomposição de vegetação similar à vegetação nativa, para que não ocorra outros problemas ambientais ou que, ao menos, os diminua.

As propostas de mitigação para as futuras alterações nas Áreas de Influência Direta e Indireta foram feitas à partir dos dados primários levantados utilizando a Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas e Matriz de Identificação de Alterações Ambientais em PCH e pelos dados secundários do Relatório de Impacto Ambiental – RIMA da PCH Areado, 2010 e 2012.

As propostas se deram à partir do término das coletas de dados qualitativos à partir da Matriz. Portanto, é possível gerar propostas de mitigação que contemple os danos que serão causados, pois em um estudo sistêmico necessita de dados do Sistema, do Subsistema e da Parte componente.

Para a presente pesquisa, os dados secundários e primários do Sistema e do Subsistema já são presentes e o levantamento da Parte Componente AID foi levantado dois pontos da Parte Componente da AII à jusante da AID.

Sabendo-se que as alterações no meio, gerarão processos erosivos, modificação da paisagem, instabilidade das encostas, elevação no lençol freático a montante do barramento, as propostas de mitigação desses impactos deve ser ainda mais minuciosa, haja vista que essas alterações causarão alterações do fluxo da água, elevação do nível de base, redução de vazão, supressão da vegetação nas áreas que serão alagadas e possíveis alterações na mata ciliar.

Contudo, a principal proposta a ser colocada como forma mitigadora de futuros danos ao meio é, após a fase de alagamento – que não deverá passar das delimitações previamente mostradas à população por meio do EIA/RIMA- recompor a vegetação que

foi suprimida, com espécies nativas, respeitando as normas ambientais para que minimize os impactos ou até mitigá-los e que, ao mesmo tempo, seja feita uma proposta de compensação ambiental, como já é feito em várias outras Áreas de Influência de PCHs, além de fazer um programa de monitoramentos dessas áreas que serão recuperadas, para uma recuperação responsável e dentro das normas do CONAMA, para que o sistema consiga se recompor em um menor tempo e de forma mais uniforme.

2016

CAPÍTULO 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL- CPTL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

TRÊS LAGOAS, MS- BRASIL
JULHO DE 2016



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento e a implementação de uma PCH são de longo prazo para o desenvolvimento da nação. RIMA (2010),

Obras como a construção de uma Pequena Central Hidrelétrica, geram consideráveis alterações. Cabe aos empreendedores, com o auxílio dos órgãos públicos e/ou privados diagnosticarem previamente as futuras alterações, para saber se essas alterações trarão impactos permanentes ou transitórios.

Se os aspectos ambientais forem devidamente equacionados, tendo por resultado as necessárias soluções, o licenciamento ambiental do empreendimento ocorrerá de forma mais rápida e tranquila do que nos casos em que a preocupação básica for apenas o atendimento às exigências e condicionantes dos órgãos ambientais para obtenção do documento de licenciamento.

As considerações e apontamentos pertinentes à pesquisa, seguiram a metodologia de MIRANDOLA (2006), na qual organiza as considerações em 04 itens:

- 1- Quanto a coleta de dados
- 2- Quanto à metodologia empregada
- 3- Quanto aos mapeamentos
- 4- Quanto às recomendações.

- **Quanto à coleta de dados**

Há sempre uma preocupação excedente quando o tema abordado é a coleta de dados, sejam dados primários ou secundários. No Brasil, uma das grandes dificuldades é o acesso às informações de obras não estatais, mesmo que a requisição seja feita para um órgão estatal responsável pelas questões ambientais, que autoriza ou não o licenciamento ambiental das obras.

No caso do Estudo de Impacto Ambiental, não foi possível o acesso devido às burocracias de acesso à informação, restando somente a utilização dos relatórios executivos de fácil acesso na esfera cibernética.

Os dados necessários para as caracterizações geoambientais como geomorfologia, geologia, vegetação, pedologia e uso e ocupação da terra, foram de mais fácil acesso, devido à disponibilidade no Atlas Multirreferencial do Mato Grosso do Sul (SEPLAN, 1990), no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na Agência

Nacional de Energia Elétrica(ANEEL) e no Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental(SISLA – IMASUL).

Um dos problemas encontrados foi, além do acesso à informação de dados secundários provenientes das instituições privadas responsáveis pelos estudos ambientais para o licenciamento ambiental, foi o acesso ao local onde a usina será instalada, localizado na zona rural do município de Inocência-MS.

Outra dificuldade foi realizar a interpretação de dados coletados no RIMA(2010; 2012), para que a pesquisa não caísse na tendência dos dados coletados e conseguisse ver não apenas os bônus do empreendimento, mas também dos ônus, principalmente, sobre a ótica ambiental.

- **Quanto à metodologia empregada**

Segundo MIRANDOLA(2006), estabelecer projetos ambientais associados à TGS- Teoria Geral dos Sistemas e as geotecnologias tem aspectos positivos quando voltado para Bacias Hidrográficas.

O levantamento de dados secundários e primários, realizado em gabinete e campo, com a utilização da Matriz de identificação e avaliação de alterações geradas por PCH e a Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas para identificar alterações em diferentes níveis de análise, foi de grande valia, pois por meio dessas ferramentas de quantificação pode-se obter alguns resultados que possibilitaram identificar as principais alterações da área de estudo.

Portanto, foi de suma importância utilizar uma metodologia sistêmica na presente pesquisa e que aborde o objeto de pesquisa e contemple todos os objetivos propostos pois, fica claro as:

- ❖ **Individualizações:** no que se refere aos estudos e levantamentos secundários e primários do Sistema (Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú), do Subsistema (Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande) e das Partes Componentes (Área de Influência Direta e Indireta da PCH Areado);

- ❖ **Hierarquização:** no que se refere aos enfoques na análise e delimitação do objeto de estudo – caso das delimitações e cruzamento de dados coletados em campo e os dados secundários, voltados com destaque para as Áreas de Influência Direta e Indireta;e

- ❖ **Caracterização:** no que se refere à utilização das Matrizes de análise para a caracterização das alterações e dos mapeamentos de uso e ocupação da terra e das características geoambientais da área delimitada.

Para a etapa de levantamento de dados secundários, mostrou-se de suma importância o levantamento das pesquisas já realizadas anteriormente em laboratório sobre o Sistema Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e seus subsistemas, possibilitando uma análise mais coerente e integrada no refinamento das informações e posteriormente suas interpretações. Nota-se a importância de se ressaltar que, para que fosse possível a concretização do objetivo principal da pesquisa, o levantamento de dados secundários foi escolhido como primeira etapa, para que a próxima etapa seja de confirmação, solução de dúvidas e correção de erros dos dados pré-existentes.

Já na etapa de levantamento de dados primários em trabalho de campo, além de solucionar e/ou confirmar dúvidas e erros, auxiliou para que ocorresse o registro fotográfico da área de estudo e confirmação de dados pré-existentes. A partir daí, com os dados obtidos a partir do levantamento de dados secundários e confirmados com os levantamentos de dados primários em campo, mapeou-se as áreas e, o que serviu de base para a realização da compilação e comparação dos dados anteriores. Tendo essas informações tabuladas, as alterações ambientais são identificadas e conseqüentemente as propostas de mitigação.

Para o mapeamento simulação das áreas que serão afetadas pela construção da PCH Areado, então, criou-se a etapa Levantamento de Suporte Tecnológico para Mapeamento e Dados da Área. Nesta etapa, elencou-se materiais e técnicas pertinentes para a realização e continuação da pesquisa, que disponibiliza, processa e cria dados geoambientais especializados, como o SISLA - Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental, que possui dados geoambientais do Estado de Mato Grosso do Sul, os SIGs Global Mapper e Spring que são utilizados para o processamentos das

informações. Para a confirmação das especializações, utilizou-se o Software Google Earth Pro, com interface amigável e de fácil utilização.

Na etapa denominada Processo de delimitação das Áreas de Influência Direta e Indireta, fez-se a utilização dos dados secundários dos Relatórios de Impacto Ambiental de 2012 e 2010 e, conseqüentemente, o uso do suporte tecnológico levantado da etapa anterior, criando assim o croqui das Áreas de influência Direta e Indireta da PCH Areado e o Perfil transversal no local da barragem, simulando as áreas que serão suprimidas pelo reservatório da barragem em sua cota máxima.

Na etapa “Matriz de identificação e avaliação de alterações geradas por PCH” foi elaborada uma matriz de identificação e avaliação de alterações geradas por PCH a partir da metodologia utilizada no RIMA da PCH Areado, 2012 e ELETROBRAS, 2000, para que a mesma sirva como complemento do instrumento de análise Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas, adaptada por MIRANDOLA, 2012 apud LEOPOLD, 1971.

Essa Matriz foi utilizada em campo, para o auxílio das interpretações das características da área onde se encontra o objeto de estudo, compilando e cruzando os dados obtidos a partir da última etapa: o Mapeamento do Uso e Ocupação da Terra no SIG Spring, que possibilitou a geração de dados de dados primários e conseqüentemente, uma análise integrada das áreas que serão influenciadas diretamente e indiretamente pela Pequena Central Hidrelétrica Areado.

- **Quanto aos mapeamentos**

Os principais objetivos foram alcançados após os mapeamentos e criação de croquis, devido a facilidade de criação de dados primários utilizando as geotecnologias.

Para o refinamento de dados e da escala, primeiramente foi levantado os dados da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, seguindo da Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá Grande e por final a delimitação das Áreas de Influência Direta e Indireta das futuras instalações da PCH Areado.

Após essa delimitação, os dados obtidos foram cruzados para que assim pudesse ser feito o levantamentos das características atuais das Áreas de Influência, fazendo-se possível o levantamentos das áreas afetadas (suprimidas pelo reservatório ou apenas afetadas indiretamente) e possibilitando indicações e recomendações de futuras

ações de mitigação e/ou diminuição de impactos que serão geradas pelas alterações causadas pelas construções e pelo enchimento do reservatório.

Para realização desse mapeamento das áreas de influência direta e indireta só foi possível utilizando imagens de radas da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) que, com o auxílio de SIGs é possível a extração de dados topográficos, como curvas de nível, e assim a delimitação das cotas máximas do reservatório e, assim, as Áreas de Influência DIRETA e INDIRETA.

Fica evidente a importância dos Sistemas de Informação Geográfica para esse processo de delimitação e mapeamento, devido a facilidade de informação e manuseio das mesmas, nas diferentes interfaces nos softwares livres utilizados na pesquisa.

- **Quanto as recomendações**

Um estudo ambiental bem realizado, com as alterações do empreendimento sobre o meio ambiente e deste sobre a PCH e seu reservatório associado corretamente enfocados, com a previsão e também a implantação das indispensáveis medidas e dos programas de mitigação, compensação e controle, é muito importante e indispensável, evitando a atuação de organismos, inclusive não governamentais, que poderão vir a embargar uma obra.

A execução dessas medidas e programas também pode se refletir em uma garantia ao investidor de que ele não terá surpresas no futuro que venham a onerar o seu orçamento, com necessidade, muitas das vezes, de uma paralisação temporária ou até definitiva de seu empreendimento, por causa, por exemplo, do assoreamento total de seu reservatório após poucos anos de vida, por não ter ele se preocupado previamente com questões como essa no seu projeto.

Segundo RIMA (2010), o reservatório da PCH Areado afetará aproximadamente duas corredeiras, que além da importância cênica, tem a função de oxigenar as águas, depurando as impurezas orgânicas que ele carrega.

Uma dessas corredeiras, já sofre influência direta antes mesmo das construções da PCH Areado, haja vista que anteriormente, foi construída uma UGE e aberto um canal de aproveitamento da vazão do Rio Indaiá Grande nas imediações da área onde futuramente será construída a PCH, o que pode ter interferido na dispersão de espécies que lá se localizavam e/ou ainda se localizam.

Um outro exemplo de impacto refere-se a grandes mamíferos, como Antas e Onças, na região que vão ao local para se alimentar e dormir. Seu habitat natural será tomado pelo reservatório na AID e na AII não terão acesso ao rio, aumentando assim as probabilidades de incidentes com a população rural, assim como cita os impactos da Classe A da Matriz de Análise Ambiental para Bacias Hidrográficas e alterações de número 6, 10, 11 e 12 da Matriz de Identificação e Avaliação de Alterações Ambientais Gerados por PCH.



Foto 26: Sinais de grandes mamíferos (pegadas de Anta e de Onça Parda) na região onde a PCH Areado será implantada.

Fonte: PIRES, 2015

Segundo o mapeamento de uso e ocupação da terra, a região à ser construída a PCH Areado é composto basicamente por áreas de pastagens e/ou vegetação natural campestre, que é aproveitado para a pecuária, e por esse motivo, algumas áreas de proteção permanente são violadas. Portanto, a mata ciliar remanescente será extinta, então esta pesquisa propõe que após a geração do reservatório da PCH Areado, a APP do mesmo seja recomposta – 100 metros à partir do limite máximo do reservatório (360m de altitude).

A formação do reservatório, em que se pese seu tamanho reduzido em relação à outras PCHs, irá alagar terras próximas ao Rio Indaiá Grande, afetando diretamente a vegetação existente na região.

Portanto, caberá para mitigação dessas alterações, programas de recuperação de áreas degradadas, de recomposição florestal na APP do reservatório e também programas de compensação ambiental, como a criação de parques naturais, protegidos como compensação pela instalação de empreendimentos de significativa alteração ambiental.

No Estado de Mato Grosso do Sul é possível encontrar projetos semelhantes, como Parque Natural Municipal do Salto do Sucuriú, localizado no município de Costa Rica. O PNMSS foi criado como um programa de compensação ambiental pela construção da PCH Costa Rica, alavancando a economia local, pois além de uma área de conservação, serve de ponto turístico para a região do Alto Sucuriú.

A matriz proposta nesse estudo é relevante, pois identifica as alterações e a qual permite avaliar a eficiência das medidas mitigadoras, auxiliar no cálculo dos custos ambientais do empreendimento e também possibilita a agilidade do processo de licenciamento ambiental.

A representatividade qualitativa das alterações será proporcional ao número de alterações identificadas em cada meio (físico, biótico e antrópico) e irá modificar de acordo com as características de cada tipo de empreendimento. Adotando-se as medidas mitigadoras, as alterações poderão ser reduzidas consideravelmente nas fases de planejamento, implantação e operação da PCH Areado.

Em suma, a partir da tentativa de enquadrar um estudo de alterações ambientais através de uma matriz de análise ambiental, em uma escala pré-definida, a subjetividade de um avaliador para outro se considera um fator preponderante para que os resultados sejam os mais próximos possíveis da realidade. Por isso, faz-se necessário a qualidade a interpretação e interpolação dos dados de quem participa de um projeto na qual influencia um grande sistema, como o caso do Rio Indaiá Grande.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz, Nacib. **Geografia e planejamento**. In: 2 geografia e planejamento. Instituto de geografia da Universidade de São Paulo. Edaneer: São Paulo, 1969.

ANEEL. Acompanhamento de autorização de PCH's. Disponível em <http://www.aneel.gov.br>. Acessado em 15 julho 2015.

_____. **Resolução No 652, de 9 de dezembro de 2003. Estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH)**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2003652.pdf>. Acessada em 5 agosto 2015.

_____. **Resolução No 433, de 26 de agosto de 2003. Estabelece os procedimentos e as condições para início da operação em teste e da operação comercial de empreendimentos de geração de energia elétrica**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2003433.pdf>. Acessada em 10 outubro 2014.

BANDEIRA, J. V.; SALIM, L. H. **A dragagem de PCH's, visando a sua perenização, e o despejo dos sedimentos nos cursos d'água a jusante, para a manutenção dos equilíbrios: ambiental e sedimentológico**. Revista PCH Notícias & SHP News número 35. Itajubá, 2007.

BERNASKI, S.; WATZLAWICK, L. F. **A arte cartográfica e sua utilização nas análises ambientais**. 2010. Disponível em: http://web03.unicentro.br/especializacao/Revista_Pos/Engenharia/PDF/1-Ed2_EN-ArteCar.pdf. Acesso em: 20 jun. 2015.

BERTALANFFY, L.v. - **Teoria Geral dos Sistemas**. Vozes, Petrópolis, 1972.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da e BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. 5ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 340p. 143

_____ e SILVA, A. S. da. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**. In: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. 5ª

edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 282p. BRASIL. Código Florestal Brasileiro. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, Diário Oficial da União, 2012.

_____. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

BRAZ, A. M. ; ÁGUAS, T. A. ; COSTA, K. C. ; RODRIGUES, A. C. ; PIRES, E. V. R. ; MIRANDOLA, Patrícia Helena . **Análise Multitemporal Com Utilização Das Geotecnologias Na Bacia Hidrográfica Do Córrego Taboca, Município De Três Lagoas/ Ms 2009 E 2013**. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 2014, Poços de Caldas - MG. Anais Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. Poços de Caldas - MG, 2014. v. 6.

BRAZ, A. M. ; SILVA, R. A. ; PIRES, E. V. R. ; VIEIRA, P. H. ; MIRANDOLA, Patrícia Helena . **Comparação no uso dos Classificadores Bhattacharya e Maxver no SIG SPRING. Um Exemplo Aplicado à Bacia Hidrográfica do Rio Carro Queimado Três Lagoas/MS..** In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2013, Vitória - ES. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2013. v. XV.

CALDERANO FILHO, B. **Visão Sistêmica como Subsídio ao Planejamento Agro-Ambiental da Microbacia do Córrego Fonseca no Município de Nova Friburgo-RJ**. 2003, 235p. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CAMARGO, L. H. R de. **A Geoestratégia da Natureza: a geografia da complexidade e a resistência à possível mudança do padrão ambiental planetário**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 240p.

CÂMARA, G. e MONTEIRO, A. M. V. **Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação**. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. (org.). Introdução a Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, 2001. 345p. Disponível em: mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/Sergio/2004/.../ Acesso em:05/03/2010.

CHORLEY, J., HAGGET, P. **Models, Paradigms and the New Geography**. In.: _____. Integrated Models in Geography. London, Methuen, 1962.

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

_____. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 236p.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **O canal fluvial**. In:_____. Geomorfologia Fluvial. 1. ed. v. 1. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

CUNHA, L. H. e COELHO, M. C. N. **Política e Gestão Ambiental**. In: CUNHA, S. B. da e GUERRA, A. J. T (Org.). A Questão Ambiental: diferentes abordagens. 5ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

DAVIDCHUK, V.N. e LINNIK, V.G. **O bloco paisagístico do sistema de informação geográfica**. Revista da Universidade Estadual de Moscou. N.5, 1989.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)**, 2006.

FARIA, Felipe Aguiar Marcondes de. **Metodologia de prospecção de pequenas centrais hidrelétricas**. / F.A.M. de Faria. -- ed.rev. -- São Paulo, 2011.

FERREIRA, C.C. **Uso de imagens de sensoriamento remoto para mapeamento do uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Alto Sucuriú- MS-BR**. II Simpósio Internacional da Cartografia na Geografia. São Paulo. 2010.

FITZ, P. R. **Cartografia Básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 143p.

_____. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160p.

IMASUL, Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **RIMA da PCH Areado – MS**. Campo Grade, 2010.

IZIPPATO, F. J. ; PIRES, E. V. R. ; SILVA, R. A. ; MIRANDOLA, P. H. . **Geotecnologias Aplicadas Na Análise Multitemporal No Subsistema Bacia Hidrográfica Do Córrego Dom Tomaz No Município De Três Lagoas/Ms (1985 Á 2011)**. Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 07, p. 287-304, 2011.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia Física: ciência humana?** – 2ª Ed. São Paulo: Contexto, 1991.

MIRANDOLA AVELINO, P. H. **Análise geo-ambiental multitemporal para fins de planejamento ambiental: um exemplo aplicado à bacia hidrográfica do Rio Cabaçal, Mato-Grosso, Brasil.** Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

ORTIZ FLÓREZ, Ramiro. **Pequenas Centrais Hidroelétricas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

PACCA, S.A.(1996). **A Integração das Pequenas Centrais Hidrelétricas ao Meio Ambiente e os Aspectos Legais Relacionados.** São Paulo. Dissertação (mestrado).Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia, Universidade de São Paulo.

PAGOTTO, Teresa Cristina Stocco; SOUZA, Paulo Robson de. **Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú : subsídios à conservação e ao manejo do Cerrado : área prioritária 316-Jauru.** Campo Grande, MS : Ed. UFMS, 2006

PIRES, E. V. R. ; SILVA, R. A. ; BRAZ, A. M. ; MIRANDOLA, Patrícia Helena . **Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Lajeado Amarelo - Três Lagoas (MS) com uso de Geotecnologias para fins de Planejamento Ambiental.** In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2013, Vitória - ES. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2013. v. XV. p. 2013.

PIRES, E. V. R. **Geprocessamento aplicado a análise do uso e ocupação da terra para fins de planejamento ambiental na bacia hidrográfica do córrego prata – três lagoas (MS).** REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.1528 – 1538. Manaus, 2012.

PIRES, E. V. R. ; SILVA, R. A. ; MIRANDOLA, P. H. ; IZIPPATO, F. J. . **Geotecnologias Aplicadas Para Fins De Planejamento Ambiental: Análise Multitemporal Da Bacia Hidrográfica Do Ribeirão Brioso – Ms.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 07, p. 392-405, 2011.

RODRIGUES, Marcos. **Anais da quarta conferência latino-americana sobre sistemas de informação geográfica/segundo simpósio brasileiro de geoprocessamento.** São Paulo: Epusp, 1993.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da e CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 3º Edição. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SEPLAN - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Atlas multirreferencial - Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: SEPLAN, 1990. 25p

SILVA, R. A. ; PIRES, E. V. R. ; IZIPPATO, F. J. ; MIRANDOLA, P. H. **Geoprocessamento Aplicado A Análise Do Uso E Ocupação Da Terra E Apps De Nascentes No Rio Indáia Grande Chapadão Do Sul/Cassilândia/Inocência (Ms)**. Revista GeoNorte, v. 01, p. 1497-1508, 2012.

SPERANZA, Eduardo Antonio. **SISLA - Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental : manual do usuário - V. 2.0**. Eduardo Antonio Speranza, João dos Santos Vila da Silva - Campinas : Embrapa Informática Agropecuária, 2011.

TIAGO FILHO, G. L.; NUNES, C. F. **A aplicação dos mecanismos de desenvolvimento limpo – MDL em projetos de implantação de pequenas centrais hidrelétricas – PCH's em sistemas isolados no Brasil**. In: VI Simpósio Brasileiro Sobre Pequenas e Médias Centrais. Belo Horizonte, MG, Anais... Belo Horizonte, 2008.

TIAGO FILHO, G. L.; NOGUEIRA, F. J. H. **Microcentrais Hidrelétricas**. Itajubá, MG. FAPEPE, 2007.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

ANEXOS (PRESENTES NO CD ANEXADO À DISSERTAÇÃO)

- ANEXO I** LEI Nº 9.074, DE 7 DE JULHO DE 1995
- ANEXO II** LEI Nº 9.648, DE 27 DE MAIO DE 1998
- ANEXO III** NOTA TÉCNICA DA ANEEL Nº 057/2014
- ANEXO IV** NOTA TÉCNICA ANEEL Nº 009/2015
- ANEXO V** RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 376, DE 25 DE AGOSTO DE 2009
- ANEXO VI** RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 652, DE 09 DE DEZEMBRO DE 2003
- ANEXO VII** MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS POR PCH