



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA EM REDE DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE – PRODEMA
DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

JADSON FREIRE DA SILVA

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE ENTORNO
DE RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS NO SEMIÁRIDO**

RECIFE
2022

JADSON FREIRE DA SILVA

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE ENTORNO
DE RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS NO SEMIÁRIDO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Orientadora: Prof.^a. Dr^a Ana Lúcia Bezerra Candeias

RECIFE
2022

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Janeide Pereira da Silva, CRB4-1262

S586p Silva, Jadson Freire da.
Proposta metodológica para avaliação das áreas de entorno de reservatórios artificiais no semiárido / Jadson Freire da Silva. – 2022.
223 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Bezerra Candeias.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio ambiente, Recife, 2022.
Inclui referências e apêndices.

1. Meio ambiente. 2. Gestão ambiental. 3. Reservatórios. I. Candeias, Ana Lúcia Bezerra (Orientadora). II. Título.

363.7 CDD (22. ed.) UFPE (BCFCH2022-110)

JADSON FREIRE DA SILVA

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE ENTORNO
DE RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS NO SEMIÁRIDO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Desenvolvimento e Meio Ambiente da
Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito para a obtenção do título de Doutor em
Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: 14/03/2022.

BANCA EXAMINADORA

POR VIDEOCONFERÊNCIA

Prof.^a. Dr^a Ana Lúcia Bezerra Candeias (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

POR VIDEOCONFERÊNCIA

Prof.^a. Dr^a Maria do Carmo Martins Sobral
Universidade Federal de Pernambuco

POR VIDEOCONFERÊNCIA

Prof.^a. Dr^a Janaína Maria Oliveira de Assis
Universidade Federal de Pernambuco

POR VIDEOCONFERÊNCIA

Prof. Dr^a. Gérsica Moraes Nogueira da Silva
Instituto de Estudos Avançados – Universidade de São Paulo

POR VIDEOCONFERÊNCIA

. Prof. Dr. Afonso Feitosa Reis Neto
Instituto Federal do Piauí

POR VIDEOCONFERÊNCIA

Prof.^a. Dr^a Giovana Mira de Espíndola
Universidade Federal de Piauí

Dedico essa Tese para minhas mães e meu pai:

Maria Helena do Livramento

Maria Joanes do Livramento (*in memoriam*)

Ivanildo Freire da Silva (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Não se escreve uma tese sozinho. No tempo de uma tese pode acontecer e irá acontecer momentos maravilhosos e momentos de extrema delicadeza; são nessas horas que aparecerão pessoas essenciais em sua vida e por elas eu agradeço.

Agradeço imensamente a professora Ana Lúcia Bezerra Candeias; que acreditou em mim e no meu potencial até mesmo quando eu nem acreditava em tanto. Muito obrigado pelo apoio e incentivo e conte comigo no que precisar.

Agradeço em especial a Pedro dos Santos Ferreira e Viviane Pedroso Gomes; ambos me iniciaram na vida acadêmica e sem os esforços destes eu não estaria aqui, escrevendo esses agradecimentos agora. Aos amigos Henrique dos Santos, Yenê Medeiros Paz, Afonso Feitosa, Elisabeth Regina, Pedro Paulo, Josimar dos Reis, Rodrigo Queiroga, João Antônio, Tayram Oliveira, Sidney Campelo, Rutt Keles, Aurea Siqueira, Carlos Lima e Luciana Mayla pelas experiências compartilhadas, apoio, reflexões cotidianas e na construção de minha formação enquanto estudante e pesquisador.

Agradeço ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO) da Universidade Federal de Pernambuco, liderado pela professora Josiclêda Galvêncio. O livre acesso e disponibilidade de recursos auxiliaram na minha caminhada acadêmica enquanto aprendizados específicos, local para escrita e equipamentos de processamento.

Agradeço aos familiares que me apoiaram (e estão me apoiando): minha mãe, Maria Helena do Livramento; meu irmão, José Anderson do Livramento Freire da Silva e minha irmã, Mônica Fabiana de Arruda. Agradeço a minha tia, Maria Joanes do Livramento (*in memoriam*) que sentou comigo, lendo e ajustando o meu projeto de doutorado. Agradeço ao meu pai, Ivanildo Freire da Silva (*in memoriam*), por me mostrar e me ajudar na vida como ela realmente é. A minha namorada, Aline Myrela, agradeço a paciência, atenção e compreensão nessa jornada. Aos meus primos, primas (que são muitos – Luci, Luana, Alice, Ângela, Angélica, Andreza, Alexsandra, Giselly, Fábio, Renielson, Mariana, Fabiana), tios e tias (que também são muitos – Ciro Joaquim, João Antônio, Luís Carlos, Maria José, Maria dos Prazeres e Luci Maria), que estiveram comigo em dias felizes e tristes.

Aos amigos de longos anos, Cleiton Leite, Breno Campelo, César Filipe, Bruna Campelo, Eduardo Santos e Hévilá Mendes. Aos amigos e colegas dos cursos de Saneamento Ambiental (IFPE), Geografia (UFPE), Gestão Ambiental (UNINASSAU), Administração (UFRPE), técnicos e professores, agradeço.

RESUMO

Esse documento vem a perpassar reflexões sobre e visando melhorias na gestão ambiental em reservatórios tendo como objetivo uma proposta metodológica através de índice e indicadores de qualidade para planos ambientais hídricos. A ideia iniciou a partir de uma análise bibliométrica dos estudos que envolveram os reservatórios brasileiros em bases de impacto. Seguindo a linha do planejamento territorial, o segundo capítulo trouxe uma análise dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) enquanto sua qualidade, uma vez que esse produto é utilizado em diversos tipos de modelagens na atualidade. Diante as informações trabalhadas, observou-se a excelência dos dados oriundos dos MDEs SRTM-30, TOPODATA e ALOS AW3D30, quando comparados ao LiDAR PE3D, nas diferentes unidades geoambientais estudadas, alcançando fatores de escalas de 1:25000. O terceiro capítulo abordou-se diferentes respostas a potenciais e susceptibilidades das áreas de entorno dos reservatórios em diferentes escalas. A relevância desse capítulo se dá justamente pela busca da tangibilidade e a validação do processamento de dados com qualidade em diferentes tamanhos ao entorno de ambientes hídricos. Observa-se a veracidade em extrair produtos mais sensíveis, frente as metodologias e boas práticas científicas, tais como fragilidades ambientais, potencialidades a agricultura ou suscetibilidade a erosão/desertificação, relacionando-as com a gestão do ambiente. O quarto capítulo amparou-se na legislação vigente, estudos sobre administração estratégica e suas relações com a gestão ambiental. A partir de uma análise dos Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial, apresentou-se de um mapeamento alternativo dos processos, a fixação de indicadores de qualidade de desempenho, a sua respectiva base métrica para mensuração e a confecção de uma proposta metodológica composta de um índice de qualidade denominado Índice de Planejamento sustentável dos Planos Ambientais de Reservatórios de Água (IPARA) sendo este validado através de documentações onde apresentou resultados que poderão auxiliar no monitoramento qualitativo e verificação de diferentes instâncias, sejam elas institucionais/públicas, privadas e sociedade civil, podendo também ser replicado para outros documentos decorrentes e derivados das legislações ambientais em ambientes de interesse.

Palavras-chave: reservatórios, estratégia em meio ambiente, gestão ambiental, IPARA.

ABSTRACT

This document permeates reflections on and aimed at improving environmental management in reservoirs with the goal of a methodological proposal through index and quality indicators for hydrological, environmental plans. The thoughts started from a bibliometric analysis of studies involving Brazilian reservoirs in impact bases (Web of Science and SCOPUS). The most cited studies on reservoirs in Brazil are research on the planktonic community and the ichthyofauna and a lack of works on the subject directly involving hydric policies. Following the line of territorial planning, the second chapter brought an analysis of the Digital Elevation Models (DEM). The excellence of the data from the SRTM-30, TOPODATA and ALOS AW3D30 EDMs was observed compared to LiDAR PE3D in the different environmental units studied, reaching scale factors of 1:25000 (precision above 5 meters). The third chapter focuses on technologies and land planning, where different responses to potentials of reservoirs areas at different scales were aimed. The fourth chapter was based on the current legislation studies on strategic management and its relations with environmental management. The relevance of this chapter is due to the search for tangibility and validation of data processing with quality at different sizes around hydric environments. Besides the notorious information, one can observe the veracity in extracting more sensitive products, given the methodologies and good scientific practices, such as environmental fragilities, agricultural potentialities, or susceptibility to erosion/deforestation, relating them to environmental management. An analysis of the Environmental Plans for Conservation and Use of the Surroundings of Artificial Reservoirs made a methodological proposal of a quality index called Index of Sustainable Planning of Environmental Plans of Water Reservoirs (IPARA). This is validated through documentation where it presented results that can assist in qualitative monitoring and verification of different instances, whether institutional/public, private or civil society. It can also be replicated for other documents and derived from environmental laws in environments of interest. This research is intended to contribute to how documents about the areas around reservoirs are prepared and how this information is researched and extracted, providing society with references about the region that can be used in other sensitive areas of society and economy.

Keywords: reservoirs, environmental strategy, environmental management, IPARA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas na pesquisa.....	42
Figura 2 – Quantitativo de artigos sobre reservatórios do Brasil nas Categorias do WoS.....	45
Figura 3 – Quantitativo de artigos sobre reservatórios do Brasil nas Categorias da Scopus	46
Figura 4 – Periódicos que mais publicam sobre reservatórios na base Web of Science	47
Figura 5 – Periódicos que mais publicam sobre reservatórios na base Scopus.....	47
Figura 6 – Artigos sobre reservatórios Brasileiros nas Bases WoS/Scopus (1999-2020).....	51
Figura 7 – Artigos sobre reservatórios Brasileiros nas Bases WoS/Scopus e a relação ocorrências de secas e desastres (1999-2019)	53
Figura 8 – Áreas de estudo (Quadrantes) escolhidas para análise.....	64
Figura 9 – Fluxograma dos procedimentos para análise bibliográfico.....	75
Figura 10 – Desenvolvimento da pesquisa em MDE no Mundo (Ênfase no Brasil)	83
Figura 11 – Município de Serra Talhada/Pernambuco.....	90
Figura 12 – Área de Estudo Experimental de Serra Talhada.	91
Figura 13 – Informações sobre Precipitação (mm), Temperatura (°C) e Índice de Aridez..	106
Figura 14 – Informações sobre Declividade (°), Uso do solo e Cobertura da terra e solos .	108
Figura 15 – Análise de Suscetibilidade a Desertificação do município de Serra Talhada (Pernambuco).....	110
Figura 16 – Análise de Potencialidade a Agricultura (Permanente/Fruticultura e temporária) para o município de Serra Talhada (Pernambuco)	112
Figura 17 – Análise de Fragilidade Ambiental para o município de Serra Talhada (Pernambuco)	113
Figura 18 – Fluxograma do trabalho	124
Figura 19 – Adaptação da Cadeia de Valor de Porter para desenvolvimento de PACUERAs.	125
Figura 20 – Ambiente de análise documental para o tópico “Zoneamento” sob os indicadores ambientais e �ndice IPARA	143
Figura 21 – Framework para checagem de documentos sob os indicadores ambientais e �ndice IPARA.....	143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Artigos sobre políticas públicas e reservatórios brasileiros na base WoS/ Scopus	54
Quadro 2 – Descrição das métricas aplicadas sobre os indicadores/FCS no trabalho	127
Quadro 3 – Informações sobre a Grande área e Indicadores utilizados na pesquisa.....	129
Quadro 4 – IPARA: Esquema de cálculo de pesos para os indicadores e suas grandes áreas	135
Quadro 5 – SIPARA: Esquema de cálculo de pesos para os indicadores e suas grandes áreas	139
Quadro 6 – Informações adicionais, observações e resultado do IPARA para as regiões de checagem.....	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações gerais dos quadrantes pesquisados.....	64
Tabela 2 – Características metodológicas de extração dos dados nas MDEs	71
Tabela 3 - Diretrizes do valor p para rejeitar a hipótese nula.....	73
Tabela 4 – Precisão em função da escala adotada	74
Tabela 5 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Araripina	76
Tabela 6 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Surubim	76
Tabela 7 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Ibimirim.....	77
Tabela 8 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Lagoa Grande	78
Tabela 9 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Exu/Bodocó.....	78
Tabela 10 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Serra Talhada.....	79
Tabela 11 – Análise das métricas referentes aos artigos encontrados na pesquisa	84
Tabela 12 – Classes, variáveis, base de dados e informações obtidas.....	92
Tabela 13 – Reclassificação dos Usos a partir das informações do MAPBiomas	93
Tabela 14 - Escala nominal e numérica para a comparação de critérios em pares (Saaty, 2008).....	94
Tabela 15 - Índice randômico baseado nos números de critérios matriciais (Saaty, 1987). ..	96
Tabela 16 – Valores máximos de Índices de Consistências de acordo com a estrutura da Matriz	97
Tabela 17 – Classes e atributos ambientais referentes a análise de suscetibilidade a desertificação.....	99
Tabela 18 – Derivação de pesos referentes a análise de suscetibilidade a desertificação (AHP)	99
Tabela 19 – Classes e atributos ambientais referentes a análise de potencialidade a fruticultura	100
Tabela 20 - Derivação de pesos referentes a análise da potencialidade a Fruticultura (AHP)	101
Tabela 21 – Classes e atributos ambientais referentes a análise de potencialidade a agricultura temporária.....	102
Tabela 22 - Derivação de pesos referentes a análise da potencialidade a Agricultura Temporária	102
Tabela 23 – Classes e atributos ambientais referentes a análise fragilidade ambiental	104
Tabela 24 - Derivação de pesos referentes a análise da Fragilidade Ambiental	104

Tabela 25 – Percentual e distribuição de precipitação anual para os ambientes pesquisados	107
Tabela 26 – Percentual e distribuição da temperatura média anual para os ambientes pesquisados	107
Tabela 27 – Percentual e distribuição do Índice de aridez (Thornthwaite & Mather, 1955) para os ambientes pesquisados.....	107
Tabela 28 – Percentual e distribuição da declividade para os ambientes pesquisados.....	109
Tabela 29 – Percentual e distribuição dos Usos e Cobertura da terra para os ambientes pesquisados	109
Tabela 30 – Percentual e distribuição dos solos para os ambientes pesquisados	110
Tabela 31 – Distribuição percentual das classes relacionadas a suscetibilidade a desertificação.....	111
Tabela 32 – Distribuição percentual das classes relacionadas Agricultura (Permanente e temporária).....	112
Tabela 33 - Distribuição percentual das classes relacionadas a Fragilidade Ambiental	113
Tabela 34 - Categorização dos resultados do IPARA	137
Tabela 35 – Filtros de segurança para apoio a formulação do IPARA	137

LISTA DE SIGLAS

ABRAPCH	Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas
AHP	Análise Hierárquica de Processos
ALS	<i>Airborne Laser Scanning</i>
AMBIDATA-INPE	Grupo de Modelagem para Estudos da Biodiversidade
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
APP	Áreas de Preservação Permanente
ASI	<i>Agenzia Spaziale Italiana</i>
ASTER GDEM	<i>Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer</i>
AW3D30	<i>ALOS World 3D – 30m</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGH	Centrais Geradora Hidrelétrica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente (Pernambuco)
CPRH	Agência Estadual do Meio Ambiente
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DATASUS	Ministério da Saúde do Brasil
DLR	<i>Deutschen Zentrums für Luftund Raumfahrt</i>
DoD	<i>U.S. Department of Defense</i>
EGM96	<i>Earth Gravitational Model 1996</i>
EIA	Estudo de Impactos Ambientais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FCS	Fator Chave de Sucesso
FNQ	Fundação Nacional da Qualidade
IA	Índice de Aridez
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDW	Ponderação pelo Inverso da Distância

INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
IPARA	Índice de Planejamento sustentável dos Planos Ambientais de Reservatórios de Água
JAROS	<i>Japan Resources Observation System Organization</i>
JAXA	<i>Japan Aerospace Exploration Agency</i>
LI	Licença de Instalação
LiDAR	<i>Light Detection And Ranging</i>
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MDE	Modelos Digitais de Elevação
METI	<i>Ministry of Economy, Trade, and Industry</i>
NAILS	<i>Network Analysis Interface for Literature Studies</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NGA	<i>U.S. National Geospatial-Intelligence Agency</i>
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OECD	<i>Economic Cooperation and Development</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PACUERA	Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios Artificiais
PALSAR	<i>Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar</i>
PBA	Projeto Básico Ambiental
PCA	Plano de Controle Ambiental
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PE3D	Pernambuco Tridimensional
PNCDME	Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNRH	Política Nacional dos Recursos Hídricos
PPAB	Políticas Públicas Ambientais no Brasil
PPP	Posicionamento por Ponto Preciso
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RAI	Resultado por área individual

RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RIA	Resultado dos Indicadores por Área
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i>
SIPARA	Simplificação do Índice de planejamento sustentável dos Planos Ambientais de Reservatórios de Água
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SR	Sensoriamento Remoto
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>
TanDEM-X	<i>TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurements</i>
UHE	Usinas Hidroelétricas
USGS	Serviço Geológico Norte Americano
VLI	Valor do Indicador Individual
WGS84	<i>World Geodetic System 1984</i>
WoS	<i>Web of Science</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	OBJETIVOS	22
2.1	GERAL:	22
2.2	ESPECÍFICOS:	22
3	HIPÓTESES	23
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
4.1	PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E GESTÃO DE QUALIDADE	24
4.2	UM RESUMO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NO BRASIL ..	26
4.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)	29
4.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS INSTRUMENTOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL E OS RELATÓRIOS E PLANOS AMBIENTAIS	32
4.5	OS PLANOS DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS (PACUERA).....	34
4.6	RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA SOCIEDADE	37
5	COMO O BRASIL ESTUDA OS RESERVATÓRIOS? UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA NAS BASES WEB OF SCIENCE - WOS E SCOPUS (1999 – 2018)	40
5.1	INTRODUÇÃO	40
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	41
5.2.1	Procedimentos de busca/coleta – Web of Science (WoS) e Scopus	41
5.2.2	NAILS - <i>Network Analysis Interface for Literature Studies</i> (Interface de análise para estudos de literatura)	44
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.3.1	Qual o panorama das pesquisas envolvendo reservatórios no Brasil?	45
5.3.2	A ciência produz mais nos desastres? Um estudo sobre a relação das mídias de massa, das pesquisas e dos reservatórios no Brasil	50
5.3.3	Qual o desenvolvimento dos trabalhos sobre políticas públicas e reservatórios? Uma análise nas bases Web of Science / Scopus	54
5.4	CONCLUSÕES.....	58

6	AVALIAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO (MDE) PE3D, SRTM, ASTER GDEM, TOPODATA, TANDEM-X, ALOS PALSAR E ALOS AW3D30 EM REGIÕES HÍDRICAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	60
6.1	INTRODUÇÃO	60
6.1.1	Os Modelos Digitais de Elevação na legislação hidrológica: O caso do Brasil	61
6.2	MATERIAL E MÉTODOS	63
6.2.1	Áreas de estudo	63
6.2.2	Descrição dos dados pesquisados	66
6.2.3	SRTM (SRTM-30 e SRTM-90)	66
6.2.4	ASTER (ASTER GDEM)	67
6.2.5	TOPODATA	68
6.2.6	ALOS AW3D30	68
6.2.7	ALOS PALSAR	69
6.2.8	TanDEM-X-90	69
6.2.9	Pernambuco 3D (LiDAR)	69
6.2.10	Obtenção e avaliação dos dados de referência	70
6.2.11	Comparação e análise estatística dos MDE	71
6.2.12	Procedimentos para obtenção dos dados bibliográficos	74
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
6.3.1	Análise comparativa da qualidade dos dados altimétricos	76
6.3.2	Qual a necessidade de se obter de dados mais precisos: O caso do Brasil	82
6.4	CONCLUSÕES	86
7	UMA ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES E SUSCEPTIBILIDADES NAS ÁREAS DE ENTORNO DOS RESERVATÓRIOS: UMA PROPOSTA DE APOIO AOS PLANOS AMBIENTAIS	88
7.1	INTRODUÇÃO	88
7.2	MATERIAL E MÉTODOS	90
7.2.1	Área de estudo	90
7.2.2	Informações obtidas – base de dados	92
7.2.3	Análise Hierárquica de Processos - AHP	93
7.2.4	Seleção de critérios, pesos e estabelecimento da estrutura hierárquica e metodológica para as potencialidades e susceptibilidades da região.	98
7.2.4.1	Análise da suscetibilidade à desertificação	98

7.2.4.2	<i>Análise da potencialidade à fruticultura (agricultura permanente)</i>	100
7.2.4.3	<i>Análise da potencialidade à agricultura temporária</i>	101
7.2.4.4	<i>Análise da Fragilidade Ambiental</i>	103
7.2.5	Processamento dos dados, Limitações e Observações.	105
7.3	RESULTADOS	106
7.4	DISCUSSÃO.....	114
7.4.1	Considerações sobre as potencialidades e susceptibilidades existentes nos entornos dos ambientes hídricos	114
7.4.2	Como o planejamento integrado, geoprocessamento e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) podem auxiliar os Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais?	117
7.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
8	ÍNDICE E INDICADORES NO AUXÍLIO DA QUALIDADE DOS PLANOS AMBIENTAIS DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS NO SEMIÁRIDO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA	121
8.1	INTRODUÇÃO	121
8.2	MATERIAL E MÉTODOS	123
8.2.1	Procedimentos metodológicos iniciais: base organizacional	123
8.2.2	Procedimentos metodológicos: conceituações gerais	125
8.2.3	Indicadores e FCS para o PACUERA: Proposições e caracterizações	128
8.2.4	Considerações sobre as proposições alternativas para a análise dos PACUERAS	131
8.2.5	Proposição de um Índice para o PACUERA: base teórica.....	134
8.2.6	Proposição de uma simplificação do Índice para o PACUERA (SIPARA): base teórica	138
8.2.7	Limitações e observações gerais	139
8.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	140
8.3.1	Análise das informações – teste de checagem do índice.....	140
8.3.2	Porque criar um indicador para o Plano Ambiental de Uso e Conservação do Entorno de Reservatórios Artificiais (PACUERA)?	145
8.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	147
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE	149
	REFERÊNCIAS	152

APÊNDICE A - PESQUISA APLICADA ATRAVÉS DA ESCOLHA DE 48 PERIÓDICOS AMOSTRAIS	193
APÊNDICE B - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE ARARIPINA.....	205
APÊNDICE C - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE SURUBIM.....	206
APÊNDICE D - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE IBIMIRIM	207
APÊNDICE E - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE LAGOA GRANDE.....	208
APÊNDICE F - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE EXU	209
APÊNDICE G - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE SERRA TALHADA	210
APÊNDICE H - DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “INFORMAÇÕES DO EMPREENDIMENTO”	211
APÊNDICE I – DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “FÍSICO / NATURAL”	212
APÊNDICE J – DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “SOCIAL ECONÔMICA”	214
APÊNDICE K – DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “ZONEAMENTO AMBIENTAL”	215
APÊNDICE L – DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “COMPATIBILIZAÇÃO COM O ENTORNO”	216
APÊNDICE M – DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “POTENCIALIDADES ALTERNATIVAS”	217

APÊNDICE N – ANÁLISE PRIMÁRIA DETALHADA DOS PACUERAS DE DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL SOB OS INDICADORES DO IPARA	218
APÊNDICE O – ANÁLISE SECUNDÁRIA DETALHADA DOS PACUERAS DE DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL SOB OS INDICADORES DO IPARA.....	219
APÊNDICE P – RESULTADO (MÉDIA NUMÉRICA) DAS ANÁLISES DOS PACUERAS DE DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL SOB OS INDICADORES DO IPARA.....	220
APÊNDICE Q – CODÍGOS BASES (PENSAMENTO BASILAR) PARA DESENVOLVIMENTO DO IPARA / SIPARA NO SOFTWARE MICROSOFT EXCEL	221

1 INTRODUÇÃO

Dado o vasto território e suas dinâmicas regionais, o Brasil depende de um grande e capilar planejamento hídrico para amparar as demandas econômicas e sociais. Sendo assim, os reservatórios de água vem sendo utilizado amplamente para promoção do abastecimento hídrico como um todo, visando a perenidade do serviço (REGO FILHO *et al.*, 2015). Contudo, a atual existência de conflitos no múltiplos usos dos reservatórios, o desmatamento das regiões ciliares, os problemas existentes no abastecimento e a crise hídrica fazem emergir a necessidade de proteção desses locais (GALVÃO; BERMANN, 2015; MARENGO; ALVES, 2015).

Ademais, frente aos recentes desastres ocorridos nos últimos anos com reservatórios no Brasil, reacende o requerimento em revisar o processo de vigilância acerca desses empreendimentos. Deste modo, observa-se a reanálise pelas instâncias governamentais e mistas, oriunda da pressão social, da imprensa nacional e/ou internacional, sobre a qualidade dos reservatórios, de modo a emergir novas preocupações no que tange a estrutura e suas repercussões na sociedade, caso esses venham a ceder (TUCCI, 2007; EXAME, 2018).

A ameaça de rompimento na barragem da hidrelétrica da Usina do Carioca em Minas Gerais (EBC, 2022) ou o rompimento de uma barragem de água deixando duas cidades em situação de emergência e 500 desalojados na Bahia (EBC, 2021) são exemplos que devem-se evitar, uma vez que essas calamidades refletem diretamente nas dinâmicas do entorno da área, sejam elas socioeconômicas ou naturais. Diante disso, a verificação das áreas de entorno e os seus respectivos usos voltam a atenção, uma vez que estas são as regiões com influência direta passiva de impactos (PEQUENO *et al.*, 2002). As políticas públicas para planejamento e monitoramento também são discutidas, reapresentando rumos e diretrizes para os represamentos naturais e artificiais, planos de contingência, boas práticas e outras providências.

Desta forma, adentra na discussão o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios Artificiais – PACUERA. Proposto pelas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA Nº 302/2002 e Nº 303/02, o PACUERA tem como objetivo a elaboração de proposições para disciplinar a conservação, recuperação, uso e ocupação do reservatório e seu entorno, sendo procedimento fundamental para licenciamento de usinas hidrelétricas na sua respectiva licença de operação. O plano vem levando em consideração aspectos sociais e desenvolvimentistas, resultando em informações que elenquem os usos múltiplos da água, capacidades de mitigação, compensação e eliminação

das interferências do empreendimento instalado sobre o meio ambiente, indicando assim, soluções ecossistêmicas.

Diante a importância desse documento para o planejamento hídrico, é de total relevância a apresentação de técnicas que atualizem, universalize e proporcione para as diferentes escalas governamentais e privadas, a capacidade plena de observação, análise e verificação desses ambientes lacustres nas esferas documentais, técnicas e *in situ*. Indo na mesma direção da sentença supracitada, essa tese vem com o objetivo de, respeitando as legislações vigentes, uma proposta metodológica para os planos ambientais hídricos, dando o enfoque na criação de um índice de qualidade mediante indicadores fixados. A proposta metodológica envolveu e perpassou em reflexões bibliométricas, verificações de qualidade de dados, produtos do Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e informações publicadas em artigos ou nas instituições competentes.

Além dos capítulos de introdução, objetivos, hipótese e de fundamentação teórica, a tese foi dividida em quatro capítulos. O primeiro capítulo diz respeito a uma análise bibliométrica dos estudos que envolveram no passado – presente os reservatórios no Brasil; a justificativa para o desenvolvimento desse capítulo é a aparente necessidade de se obter informações quantitativas e qualitativas dos trabalhos produzidos ao longo dos anos, bem como observar o que foi escrito e replicado em diversos periódicos e/ou repositórios. O segundo capítulo tem com o objetivo de avaliar a qualidade dos dados dos modelos digitais de elevação (MDE) que foram e são utilizados no território nacional; sabe-se que as MDE são a base para qualquer estudo analítico ambiental, onde a discussão e apresentação de concisas informações possa subsidiar e fundamentar as futuras pesquisas.

O terceiro capítulo abordou diferentes respostas a potenciais e susceptibilidades das áreas de entorno dos reservatórios em diferentes escalas; a relevância desse capítulo se dá justamente pela busca da tangibilidade e a validação do processamento de dados com qualidade em diferentes tamanhos ao entorno de ambientes hídricos. O quarto capítulo deu-se em consideração a legislação vigente e a partir de uma análise dos PACUERAS publicados e capítulos anteriores da tese, a apresentação de um mapeamento alternativo dos processos, a fixação de indicadores de qualidade de desempenho, a sua respectiva base métrica para mensuração e a confecção de uma proposta metodológica composta de um índice de qualidade para a execução do PACUERA, podendo ou não ser replicado para outros documentos decorrentes e derivados das legislações ambientais em ambientes de interesse.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL:

Propor metodologia para auxiliar na análise, qualidade e avaliação documental do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais

2.2 ESPECÍFICOS:

- Analisar o panorama de estudos sobre reservatórios no Brasil nas bases de impacto e as suas contribuições;
- Avaliar a qualidade dos Modelos Digitais de Elevação PE3D, SRTM, ASTER GDEM, TOPODATA, TANDEM-X, ALOS PALSAR E ALOS AW3D30 em regiões hídricas
- Investigar as potencialidades e susceptibilidades ambientais nas áreas de entorno dos reservatórios;
- Estabelecer índice e indicadores no auxílio qualitativo dos Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais

3 HIPÓTESES

- As Geotecnologias podem elevar a sensibilidade das informações de produtos extraídos nas áreas circunvizinhas a reservatórios;
- As informações altimétricas disponíveis contribuem para análises das unidades geoambientais aplicadas em reservatórios;
- Índices e indicadores estratégicos podem ser utilizado para aumento e análise da qualidade de planos ambientais hídricos

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica dessa pesquisa abordará considerações basilares para o desenvolvimento do pensamento e construção do Plano Ambiental de Conservação e Uso de Reservatórios Artificiais (PACUERA). Observa-se conceitos tais como o Planejamento Estratégico e Gestão de Qualidade, importantes para a construção documental como um todo; Políticas Públicas ambientais no território brasileiro, uma vez que sendo um grande país, existem uma complexidade de políticas que podem abarcar não somente o reservatório, mas como também o seu entorno. Ainda sobre legislações, abordar-se conceitos sobre o licenciamento ambiental e seus instrumentos, seja em licenças prévias ou as de operação.

Após os pontos supracitados, é continuada a fundamentação teórica sobre as considerações atuais e metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS e suas contribuições para pensamentos ambientais atuais. Tendo esses expostos, apresenta-se os conceitos do Plano Ambiental de Conservação e Uso de Reservatórios Artificiais enquanto definições e legislações em diferentes âmbitos, como também a importância dos reservatórios para a sociedade.

4.1 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E GESTÃO DE QUALIDADE

Observa-se que a estratégia é intrínseca a condição humana (intencionalmente ou não), sendo datadas, por exemplo, na sobrevivência dos primeiros homens acerca da coleta e caça de animais ou nas diversas investidas militares históricas que moldaram muitas vezes o cenário mundial em questão. Na atualidade, diante as novas necessidades que emergem em diversas condições, a competitividade e a estratégia moldam-se para que se alcancem os objetivos com precisão e agilidade, onde a tecnologia vem sendo uma grande aliada nessa questão.

Na definição promovida pelo dicionário Michaelis (2020), estratégia é “*Arte de planejar e coordenar as operações das forças militares, políticas, econômicas e morais envolvidas na condução de uma guerra ou na preparação da defesa de um Estado ou comunidade de nações*”, levando em consideração uma visão mais militarizada ou também como a “*Arte de utilizar planejadamente os recursos de que se dispõe ou de explorar de maneira vantajosa a situação ou as condições favoráveis de que porventura se desfrute, de modo a atingir determinados objetivos*” para uma ótica mais generalista. De uma forma ou de

outra, debruçando-se nas definições anteriores nota-se que para aplicar a estratégia é necessário, primeiramente, planejar-se.

Assim, a partir da presença do mercado capitalista e a sua respectiva disseminação no globo por intermédio das revoluções industriais e de informação, a estratégia – ou planejamento estratégico vem ganhando corpo, sobretudo no campo empresarial. Porter (2003) demonstra que só há competitividade e resultados satisfatórios em determinada empresa e/ou mercado potencial através de um planejamento estratégico; suas clássicas pesquisas que interligam e apontam como as forças competitivas modelam e remodelam as estratégias (PORTER, 1979; 1980; 1985) para sustentação de desempenho são exemplos claros de como esse tema foi absorvido na esfera das empresas/mercado.

As discussões sobre o conceito de estratégia na corporação (ANDREWS, 1971), do desenvolvimento da matriz SWOT (Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças)) e da relevância de uma análise de ambiente externo e interno (HILL; WESTBROOK, 1997; VALENTIN, 2001), da cadeia de valor (PORTER, 1985), o *Balanced Scorecard* (KAPLAN; NORTON, 1992) e outros assuntos são compilados e utilizados como estratégia em conjunto para produção de mais densidade nos resultados, sendo extrapolados também para as esferas públicas e ambientais, através de adaptações.

A conferência de Estocolmo em 1972 e o relatório *Brutland* em 1987 disseminam o termo Desenvolvimento Sustentável, onde incitaram a aproximação das relações entre indústria e equilíbrio do planeta, novas estratégias de desenvolvimento envolvendo o respeito ao meio ambiente, pensamentos sobre limites de crescimento, preservação para gerações futuras e manutenção do ecossistema. Estes assuntos e outras conferências impulsionaram em meados de 1990 em diversas legislações ambientais em todo mundo (CNUMA, 1972; WCED, 1987; ADAMS, 2006) e aproximaram cada vez mais esse cenário ambiental com a estratégia de mercado – a Gestão Ambiental, com diversos tomadores de decisão exigindo uma postura de responsabilidade frente ao meio ambiente de empresas (público e privadas) e instituições (WEBER, 1999; HOSKISSON *et al.*, 2009; BÁNKUTI; BÁNKUTI, 2012). Atualmente a estratégia atinge o mercado propriamente dito, a pujança sobre a responsabilidade ambiental e as novas tecnologias de informação, tais como o *Big Data* (KUBINA *et al.*, 2015).

Outro ponto levantado nas discussões foi a Gestão de Qualidade no gerenciamento ambiental ou na Gestão Ambiental. Tendo muitos significados, qualidade em sua definição pode ser apontada como atributo que faz algo individualizar-se; características que fazem sobressair-se para com o outro. É grau de satisfação de um indivíduo decorrente a produção

(seja sobre os serviços ou produtos) de outrem (MICHAELS, 2020); de qualquer forma, liga-se a qualidade, seja nas indústrias, nos serviços ou pessoal junto às habilidades, excelências e outras características ímpares de um ser. Nas empresas ou instituições, ter qualidade é muito importante uma vez que se agrega credibilidade, confiança e valor ao objeto à disposição, essa diferenciação através da qualidade também fornece uma vantagem competitiva e é tratada com seriedade no planejamento estratégico por intermédio dos Sistemas de Gestão de Qualidade e suas ferramentas (MACHADO, 2012).

Visando identificar, avaliar, analisar, mensurar, quantificar, codificar e até prever cenários para que condições adversas sejam mitigadas ou solucionadas, as ferramentas da gestão de qualidade entregam segurança não só para a equipe técnica, mas para a instituição como um todo (MACHADO, 2012). As ferramentas de qualidade abarcam processos, procedimentos ou equações, tais como exemplo o fluxograma, Diagrama de Ishikawa (ISHIKAWA, 1985), folhas de verificação, o uso de estatísticas descritivas, *Brainstorming* (OSBORN, 1953), plano de ação 5W2H, índices, indicadores e normas. Estes citados, quando abordados com excelência atingem diretamente no acréscimo de valor entre partes e na Gestão Ambiental, características de qualidade como também de estratégia estão presentes na construção e reflexão de instrumentos de controle, monitoramento e análise, contribuindo na segurança ambiental como um todo.

4.2 UM RESUMO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NO BRASIL

A preocupação com a conservação e preservação do Meio Ambiente se antecede a Constituição Federal de 1988, estando presente, por exemplo, a partir de políticas públicas federais, decisões na esfera macro e/ou políticas nacionais. A Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA (BRASIL, 1981) inicia essa atenção dando diretrizes e direcionamentos importantes para a condução e de um desenvolvimento ambiental harmônico. Observa-se na PNMA os seguintes princípios:

- I - Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- II - Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- III - Planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
- IV - Proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- V - Controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

- VI - Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- VII - Acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- VIII - Recuperação de áreas degradadas;
- IX - Proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- X - Educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. (BRASIL, 1981).

Ademais, além de uma relação harmônica entre a população e a natureza, os objetivos da PNMA abarcam a produção tecnológica ambiental; criação de critérios de qualidade e análise destas; a restauração, conservação e proteção de áreas de interesse ecossistêmico e a punição de poluidores e predadores, seja nas instâncias econômicas como nas jurídicas.

Amparado na PNMA e posterior a CF-1988, a Política Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH (BRASIL, 1997) se apresenta como um relevante instrumento direcionador, uma vez que o planejamento e manejo hídrico reverberam em diversas dinâmicas socioeconômicas e ambientais. Sendo uma lei de 1997, mas que se amparou nos códigos das águas de 1934 (ANA, 2022), o documento final foi aprovado apenas em 2006 devido a máxima participação social, tendo os principais objetivos:

- I - Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;
- IV - Incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. (BRASIL, 1997).

Os objetivos supracitados têm os *Planos de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos* como instrumentos para alcance destes. Dando enfoque aos Planos de Recursos Hídricos, o artigo 6 e 7 (BRASIL, 1997) comentam sobre os mesmos, onde é proposto o pensamento que esses planos visam “*Fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos*” como também o seu caráter de longo prazo, a necessidade de diagnósticos, balanços e metas a se seguir, implementar e acompanhar. Os Planos de Bacia Hidrográfica, Agências de Regulação

Hídrica, Comitês de Bacias Hidrográficas e Conselhos de estados e municípios estão embasados, mesmo que tendo suas autonomias, nessa lei.

Recentemente, duas importantes políticas nacionais foram apresentadas, sendo essas a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PNCDME (BRASIL, 2009; 2015). As grandes discussões internacionais sobre o clima (UNCC, 1997; IPCC, 2001; 2007) causaram e firmaram reflexões e acordos em países relacionados com a causa da redução dos gases danosos ao globo; desta forma, o Brasil desenvolve e apresenta uma legislação específica para o tema de cunho federal, que visa os seguintes pontos:

- I - À compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático;
- II - À redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes;
- III – (VETADO);
- IV - Ao fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa no território nacional;
- V - À implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima pelas 3 (três) esferas da Federação, com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários, em particular aqueles especialmente vulneráveis aos seus efeitos adversos;
- VI - À preservação, à conservação e à recuperação dos recursos ambientais, com particular atenção aos grandes biomas naturais tidos como Patrimônio Nacional;
- VII - À consolidação e à expansão das áreas legalmente protegidas e ao incentivo aos reflorestamentos e à recomposição da cobertura vegetal em áreas degradadas;
- VIII - Ao estímulo ao desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões - MBRE. (BRASIL, 2007).

Através dos instrumentos legislativos da PNMC, se espera não somente mitigar os gases causadores do efeito estufa e outros malefícios, como também alavancar o comércio sustentável do carbono (sequestro de carbono – créditos de carbono). Os setores de geração de energia, transporte público, indústria, serviços de saúde e agropecuária são os que o governo se debruça e tem o maior interesse de atuar junto com as novas políticas climáticas (MMA, 2022).

Ainda trazendo as preocupações e reflexões sobre o tema, mesmo sendo uma problemática existente no Brasil através dos manejos inadequados em regiões semiáridas, o combate à desertificação ganha diretrizes federais em 2015. A Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PNCDME (BRASIL, 2015) é composta por

14 objetivos que tem como base “*prevenir, combater, recuperar, adaptar e mitigar a desertificação e/os efeitos da seca em todo o território nacional*”, orientada pelos princípios:

- I - Gestão integrada e participativa dos entes federados e das comunidades situadas em áreas susceptíveis à desertificação no processo de elaboração e de implantação das ações de combate à desertificação e à degradação da terra;
- II - Democratização do conhecimento acerca da temática do combate à desertificação, em especial quanto ao acesso aos recursos naturais;
- III - incorporação e valorização dos conhecimentos tradicionais sobre o manejo e o uso sustentáveis dos recursos naturais;
- IV - Articulação e harmonização com políticas públicas tematicamente afins aos propósitos do combate à desertificação, em especial aquelas dedicadas à erradicação da miséria, à reforma agrária, à promoção da conservação e ao uso sustentável dos recursos naturais;
- V - Promoção da sinergia e da harmonização entre a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima.

Observa-se no PNRH, PNMC e PNCDME que o mapeamento das áreas, criação de indicadores e índices de controle, produção de ciência e produtos inovadores para benefício e suporte analítico e composições que unam e harmonizem as relações espaço-homem-sociedade-ambiente-economia estão presentes nestes planos como diretrizes a se seguir.

Na atualidade, observa-se uma atuação e apelo dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) nas políticas brasileiras. Os ODS são 17 proposições-objetivos solicitadas e apresentadas em 2015 pela Organização das Nações Unidas - ONU para os países membros, visando o alcance da agenda sustentável 2030, nos quais, esses objetivos estão atrelados a erradicação da fome, pobreza, saúde e bem-estar, educação de qualidade, igualdade, acesso a água e energia limpa, boas condições econômicas e de trabalho, cidades e agricultura sustentáveis e responsáveis, combate as mudanças climáticas, paz mundial e harmonia ecossistêmica (NU-BRASIL, 2022).

4.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

No ano de 2015 diversos países (193) reuniram-se liderados pela ONU – Organização das Nações Unidas para discutir acerca dos problemas em comum do mundo – pobreza, fome, acesso à informação, preservação e conservação de locais essenciais, redução de poluentes, entre outros, no qual foram traçados 17 objetivos globais para alcançar três grandes metas em

melhoria da terra, esse encontro foi denominado de Agenda 2030 sendo um compromisso assumido pelos países participantes.

Acerca das grandes metas que reverberam aos objetivos estão a erradicação da pobreza extrema, o combate a desigualdade e a injustiça e a contenção das mudanças climáticas que já influenciam em diversos ambientes globais, sobretudo aos polos. Desta forma, cria-se os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS como forma de se alcançar essas metas, onde cada ODS mantém uma série de desafios – ou subobjetivos – a se conquistar e se concluir nos próximos 15 anos. Mesmo eles sendo de alguma forma interligados, pode-se agrupar os objetivos por proximidade em assuntos (Meio Ambiente, Tecnologia e Informação, Combate à pobreza e a fome e Cidades Sustentáveis, por exemplo) (NU-BRASIL, 2022).

Os ODS são os seguintes: Erradicação da Pobreza; Fome Zero e Agricultura Sustentável; Saúde e Bem-estar; Educação de Qualidade; Igualdade de gênero; Água Potável e Saneamento; Energia Limpa e Acessível; Trabalho Decente e Crescimento Econômico; Indústria Inovação e Infraestrutura; Redução das Desigualdades; Cidades e Comunidades Sustentáveis; Consumo e Produção Responsáveis; Ação Contra a Mudança Global do Clima; Vida na Água; Vida Terrestre; Paz, Justiça e Instituições Eficazes; Parcerias e Meios de Implementação (NU-BRASIL, 2022). É possível agrupá-los aos como:

- O grupo voltado a Preservação e Conservação do Meio Ambiente: questionamentos dos ODS “Vida na Água” e “Vida Terrestre” podem ser observados em que a prevenção e redução significativa da poluição de ecossistemas marinhos e costeiros, como também o enfrentamento os impactos da acidificação subsídios à pesca ecossistemas terrestres e de água, gestão sustentável de todos os tipos de florestas e combate à desertificação estão inclusos neste escopo.
- O grupo ao Combate às desigualdades sociais onde os ODS Erradicação da Pobreza; Fome Zero e Agricultura Sustentável; Saúde e Bem-estar; Educação de Qualidade; Igualdade de gênero; Trabalho Decente e Crescimento Econômico; Redução das Desigualdades e Paz, Justiça e Instituições Eficazes mantém questionamentos acerca da redução proporcional de homens, mulheres e crianças, de todas as idades, que vivem na pobreza, garantido que estes tenham direitos iguais aos recursos econômicos, emponderando-o(a)s. Na saúde, reduzir a mortalidade infantil, prevenindo e tratando do abuso de substâncias prejudiciais, abuso, exploração, tráfico e todas as formas de

violência e tortura contra crianças e adultos. Na educação, garantindo que todas as crianças completem o ensino primário e secundário livre, equitativo e de qualidade, transparente e voltados a criação de uma sociedade livre de corrupção.

- O grupo que pensa sobre a necessidade da criação de Cidades mais sustentáveis, onde pode-se enquadrar os ODS Água Potável e Saneamento, Cidades e Comunidades Sustentáveis; Energia Limpa e Acessível; Consumo e Produção Responsáveis e Ação Contra a Mudança Global do Clima. Nota-se objetivos como o alcance universal e equitativo a água potável, saneamento e higiene adequado, ao mesmo tempo protegendo o patrimônio cultural e natural, garantindo habitações seguras e modernas no que se refere a infraestrutura de serviços, integrando medidas da mudança do clima nas regiões políticas, nas estratégias e nos planejamentos territoriais e nacionais.
- Inovações e Parcerias: Indústria Inovação e Infraestrutura e Parcerias e Meios de Implementação onde aspectos como a infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, a sua modernização e reabilitação das indústrias para torná-las sustentáveis. Ressalta-se que existe pensamentos para promoção do amparo dos países em desenvolvimento ao alcance na produção de inovação, reduções de dívidas com outros países, aumento de cooperação de produtos em interesse, entre outros.

O Brasil respeita esse acordo e vem trabalhando em diversas frentes para atingir os objetivos propostos e metas estabelecidas. Ademais, as considerações nas políticas públicas e pesquisas sobre os diversificados temas levantados nas ODS podem ser observados em publicações científicas, em mídias convencionais e instrumentos territoriais-ambientais. Mesmo havendo muitos objetivos que podem ser interligados ou correlacionados, os objetivos de número 6 (Água potável e Saneamento), 7 (Energia Limpa e Acessível), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), 13 (Ação contra as mudanças globais do clima), 14 e 15 (Vida na Água e Vida Terrestre, respectivamente) são os principais desafios a se percorrer mediante a interface do meio ambiente, mesmo havendo, em escala maior, interconexão com os demais objetivos (NU-BRASIL, 2022). Assim, os esforços são aplicados para que haja alinhamento das atuais políticas e suas implementações com as respectivas ODS.

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS INSTRUMENTOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL E OS RELATÓRIOS E PLANOS AMBIENTAIS

Ao longo dos anos, observou-se mecanismos de proteção e conservação ambiental sendo criados para amparar as emergentes necessidades socioeconômicas. As legislações ambientais são grandes exemplificações desses mecanismos, onde através destas é possível tornar harmônicas as relações antrópicas, naturais e sociais por intermédio de estudos e relatórios técnicos previamente estabelecidos. As fases de licenciamento ambiental fazem solicitar documentações essenciais para o estabelecimento de empreendimentos em locais de interesse.

Segundo o IBAMA (2018) os documentos que podem ser solicitados são seccionados em três grupos de licenças, sendo denominados de Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO); onde as documentações presentes no grupo de LP são o Estudo de Impactos Ambientais (EIA), o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e o Relatório Ambiental Simplificado (RAS); para o grupo do LI estão o Projeto Básico Ambiental (PBA), o Plano de Controle Ambiental (PCA), o Relatório de Controle Ambiental (RCA), o Plano de Compensação Ambiental, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e o Inventário Florestal; na LO, os Relatórios Finais de Implantação dos Programas Ambientais e das Atividades de Supressão de Vegetação e o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) podem ser solicitados mediante a complexidade do empreendimento, tipo do mesmo, tamanho, e/ou impacto social econômico e ambiental, por exemplo.

O Estudo de Impactos Ambientais (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) comumente concatenado como EIA-RIMA é um dos principais instrumentos legais para implementação de empreendimentos com possíveis ou prováveis danos ao meio ambiente. Segundo o Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro - INEA-RJ (2022) o EIA-RIMA é utilizado para o planejamento ambiental de modo que haja mitigação entre o empreendimento e o ambiente natural, devendo ser apresentado de forma clara e objetiva, seja visualmente ou no âmbito da escrita, sendo intuitiva e imparcial no que tange as características negativas e positivas do empreendimento a ser analisado.

O Instituto Água e Terra (2022) do Paraná elencou todas as diretrizes legais que auxiliam na formação documental do EIA-RIMA, sendo essas a seguir. Anteriores a Constituição Federal de 1988 (CF-1988) (BRASIL, 1988) estão presentes a Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus

fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências (BRASIL, 1981); a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 01, de 23 de janeiro de 1986, que estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de empreendimentos com significativos impactos ambientais (CONAMA, 1986) e a resolução CONAMA nº 09, de 03 de dezembro de 1987, que dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental (CONAMA, 1987).

Posterior a CF-1988, que em seu inciso IV, artigo 225 já demonstrou interesse em manter uma *“exigência de estudo prévio de impacto ambiental para obra ou atividade potencialmente causadora de significativo impacto ambiental”*, as Leis Federais de número 9.985, de 18 de julho de 2000 (*Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências*), a de nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (*Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências*) e o nº 140, de 08 de dezembro de 2011 (*Cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora*) (BRASIL, 2000; 2006; 2011) acrescentaram condicionantes na criação e manutenção da natureza.

Em 2012, o Novo Código Florestal (BRASIL, 2012) promulgado pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, vem a dispor de *“normas para proteção da vegetação nativa em áreas de preservação permanente, reserva legal, uso restrito, exploração florestal e assuntos relacionados”*. Posteriormente, o Decreto Federal nº 8.437, de 22 de abril de 2015 (BRASIL, 2015), regulamenta *“o disposto no art. 7º, caput, inciso XIV, alínea “h”, e parágrafo único, da Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União”*. Observa-se que existe uma gama legislativa que desenvolve os pensamentos e atualizam as leis de acordo com as necessidades temporais no que se refere ao licenciamento ambiental – entrada de empreendimentos em ambientes naturais; a consideração acerca das populações, da fauna e flora, das melhoras econômicas e sociais e a qualidade ecossistêmica são pontos a se considerar nestas leis.

O Relatório Ambiental Simplificado (RAS) é elaborado em empreendimentos de impacto ambiental de pequeno porte e foi definido pela resolução CONAMA de número 279/2001 (BRASIL, 2001), apresentando características generalizadas do empreendimento,

bem como diagnósticos ambientais, seus impactos e as medidas de controle e mitigação. Segundo o IBAMA (2018), o RAS é utilizado em LPs de “*usinas hidrelétricas, usinas termelétricas, sistemas de transmissão de energia elétrica (linhas de transmissão e subestações), usinas eólicas e outras fontes alternativas de energia*”.

Derivativos dos procedimentos iniciais presentes na Licença Prévia apresentam em maior nível de detalhe os projetos ambientais em questão para o empreendimento a se instalar. O Projeto Básico Ambiental (PBA) e o Plano de Controle Ambiental (PCA) envolvem as medidas de controle e programas ambientais, como também os projetos executivos expostos nas documentações da LP, respectivamente; para atividades de menor impacto ambiental ou de impacto ambiental não significativo, o Relatório de Controle Ambiental (RCA) precede o RAS no que tange as documentações na LP. O Plano de Compensação Ambiental, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e o Inventário Florestal são documentações que expõem diretrizes, considerando as boas práticas, para redução e mitigação das atividades executadas ou em execução na implementação do empreendimento (IBAMA, 2018).

Na Licença de Operação (LO) os relatórios finais são executados de acordo com a finalidade do empreendimento. O Relatório Final de Implantação dos Programas Ambientais e o Relatório Final das Atividades de Supressão de Vegetação (quando couber) para empreendimentos gerais e no caso de licenciamento de Usinas Hidrelétricas e Pequenas Centrais Hidrelétricas, o PACUERA (IBAMA, 2018). Nessas documentações observa-se um compilado de dados oriundos das licenças anteriores, compromissos assumidos, condicionantes e exigências legais a se seguir. Os supracitados além de fazerem parte dos processos de licenças de empreendimentos, são documentos importantes para as novas composições de informações locais, atualização de dados, políticas públicas, relação com a sociedade e apoio técnico-acadêmico, devendo, desta forma, ser confeccionado no mais alto grau de qualidade.

4.5 OS PLANOS DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS (PACUERA)

De acordo com Almeida e Gomes (2018) observam-se diversas conceituações acerca das Políticas Públicas, mas que elas estão interligadas a decisões públicas influenciadas pelas ideologias, interesses e necessidades de nichos, estes podendo ser oriundo do mercado ou da sociedade civil (HOWLETT; RAMESH; PERL, 2013; RAMOS; SCHABBACH, 2012; SILVA; BASSI, 2012; SECCHI, 2014), reverberando em diferentes áreas da sociedade

(ambiental, educacional, saúde, entre outras). Na análise de Ferreira e Salles (2016) acerca do histórico das Políticas Públicas Ambientais no Brasil – PPAB, nota-se que há indícios dessas políticas desde o início dos anos 1900, contudo, as grandes discussões e criações que permeiam até os dias atuais foram contribuições mais recentes, de meados de 1970.

Sobre os escritos de Monosowski (1989), Ferreira e Salles (2016) dividiram em cinco grandes abordagens as PPAB: (i) após a industrialização, a administração dos recursos naturais, onde não havia exatamente uma consciência ambiental de preservação em prol do desenvolvimento econômico e social – *exploração e apropriação de recursos naturais* (SÁNCHEZ, 2008); (ii) controle de poluição da indústria, em que mesmo estando na época da ditadura militar, o período foi marcado pela criação da primeira secretaria de meio ambiente (Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA, pelo Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973) (BRASIL, 1973) na qual atuou visando controlar por intermédio de padrões fixados um dos percalços observados em curto prazo pelo rápido desenvolvimento da indústria: a poluição. (iii) planejamento territorial, uma vez que as áreas urbanas estavam sofrendo com intensa antropização que veio a afetar a qualidade de vida da população, assim, estabeleceram-se critérios ecológicos para aplicação de novos ambientes industriais em zonas urbanizadas, contudo, essa regulação só abarcou o espectro urbano uma vez que a zona rural estava livre para a chegada do molde desenvolvimentista brasileiro presente (MONOSOWSKI, 1989).

Após as grandes discussões mundiais sobre como estava sendo prejudiciais os moldes desenvolvimentistas adotados pelas nações acerca do Meio Ambiente junto a necessidade de repensar e unir a ética socioambiental nas empresas e instituições, em meados de 1970 ~ 1980 com maior ênfase aos anos de 1980 intensificou-se ainda mais estas discussões reverberando para países não só desenvolvidos, mas para em desenvolvimento (na época eram chamados de *Países de Terceiro Mundo*). No Brasil em detrimento a efervescência desses assuntos são criadas políticas e órgãos que, diferente dos anteriores, mantiveram maior criticidade e força de atuação sobre o modelo de desenvolvimento nacional. Sobre a pesquisa clássica Monosowski (1989), Ferreira e Salles (2016) categorizam esse período em questão de Política Nacional de Meio Ambiente (iv), marcado pela criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e da Constituição Federal – CF de 1988, que no artigo 225 junto aos itens do parágrafo 1º tecem considerações não só para a sociedade presente, mas também para futuras gerações (BRASIL, 1981; 1988).

Depois que a CF/1988 foi promulgada e os itens ambientais expostos junto a considerações internacionais e nacionais, nota-se o período de Consolidação (v) (FERREIRA; SALLES, 2016), onde o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em 1989, a Agência Nacional de Águas (ANA) em 2000 e mais tarde o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) em 2007, tais como outras instâncias foram criadas. Além disso, legislações e resoluções foram também desenvolvidas e aplicadas, fazendo com que o Brasil tenha uma das mais complexas e avançadas legislações ambientais do mundo (EBC, 2011).

Em relação a proteção do reservatório e seu entorno, observa-se inicialmente o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais (PACUERA) oriundo das resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA Nº 302/2002 e Nº 303/02 e consolidado pelas Leis Federais de número 12.651 de 25 de maio de 2012 (Artigo 5 parágrafos 1 e 2), as quais estabelecem normas gerais de proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente – APP e as Áreas de Reserva Legal e a Lei de número 12.727, de 17 de outubro de 2012, que altera alguns pontos da Lei de nº 12.651, de 25 de maio de 2012; tendo como objetivo a elaboração de proposições para disciplinar a conservação, recuperação, uso e ocupação do reservatório e seu entorno. O PACUERA vem levando em consideração aspectos sociais e desenvolvimentistas, resultando em informações que elenquem os usos múltiplos da água, descrição da área em diversas condições edafoclimáticas, capacidades de mitigação, compensação e eliminação das interferências do empreendimento instalado sobre o meio ambiente, indicando assim, soluções ecossistêmicas.

Observando analiticamente, as resoluções CONAMA de números 302 e 303 que se dispuseram acerca das *“definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno”* e suas complementações (CONAMA, 2002AB) apresentam além de considerações sobre as áreas de preservação permanente a recomendação da produção do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais (PACUERA) para reservatórios artificiais com finalidade a geração de energia e abastecimento público (CONAMA, 2002A), contudo, a resolução não se aprofunda enquanto as exigências para documentação, deixando a cargo de outros órgãos ambientais (estados), acarretando uma não padronização de informações e como consequência, a abertura de documentos superficiais quando comparados a outros documentos no mesmo tema sob território nacional. Ademais, mesmo a resolução comentando em artigo anterior sobre a necessidade de haver áreas de preservação permanente para ambientes hídricos destinados a abastecimento público abaixo de 5 hectares (Artigo 3 §6, CONAMA,

2002A), ela não adentra explicitamente de a necessidade desses locais haver ou não estudos de impacto tal como o PACUERA.

Em Pernambuco, verificam-se legislações pertinentes acerca do Meio Ambiente bem como os territórios hídricos. O Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA/PE), a Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco (ALEPE) e Agência Estadual do Meio Ambiente (CPRH) dispõe de diferentes e diversos aconselhamentos e diretrizes para diversos temas que envolvem o Meio Ambiente e a sociedade, economia, boas práticas de uso e conservação. Entendendo a delegação do CONAMA 302-303/2002 para os órgãos estaduais no que tange as áreas de entorno dos reservatórios artificiais, não se observa na Política Estadual de Recursos Hídricos (LEI Nº 12.984/2005) (ALEPE, 2005) e nas resoluções CONSEMA disposições sobre o PACUERA (CONSEMA, 2021). Nota-se através da Agência Estadual do Meio Ambiente uma apresentação superficial das definições do supracitado no que se refere a legislação federal amparada, conceitos e sua composição básica (CPRH, 2021), sem um aprofundamento nem obrigações claras e explícitas, o que reforça a necessidade de documentos que consigam expor esse assunto com mais especificidade e profundidade para melhores esclarecimentos e como consequência, conservação ambiental

4.6 RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA SOCIEDADE

A contribuição dos recursos hídricos para a manutenção e permanência da sociedade é presente. Através dos rios e lagos e seu entendimento foi possível às primeiras fixações humanas, controle e manejo de cultivos agrícolas e domesticação de animais. Civilizações nasceram e se mantiveram em torno de grandes rios, tal qual o Tigres e Eufrates, Nilo, Ganges, Amazonas e São Francisco (MACKLIN & LEWIN, 2015; MALLET, 2017; KUMAR, 2017; RAYNAL-VILLASENOR, 2020), revelando as relações água e homem como nítidas e perenes até os dias atuais.

O avanço das cidades, revoluções industriais e novas demandas fizeram necessários mecanismos de armazenamento da água. Dessa forma foram construídos arquiduques, represamentos, poços e represas – reservatórios, datados em escritos seculares (THOMPSON, 1954; HAUCK, 1989). No Brasil as barragens e os reservatórios junto aos sistemas integrados de regulação e de suporte à segurança hídrica se incluem, sendo os responsáveis por entregar água potável para as grandes e pequenas cidades. Por conceito, as barragens são as estruturas

físicas destinadas ao represamento da água; os reservatórios, por sua vez, são o resultado desse represamento (ANA, 2021).

As tecnologias e as dinâmicas fizeram dos reservatórios não somente fonte de água, mas também de energia. Através das usinas hidrelétricas, é possível obter consideráveis potenciais de energia elétrica para composição e utilização no solo nacional e de países em acordo. A navegabilidade, turismo, agricultura, pesca e pesquisa também são grandes exemplos de campos e temas explorados acerca dos reservatórios artificiais (CESAMA, 2021).

Notada pelas grandes construções, observa-se reservatórios de diversos tamanhos e nomenclaturas. Voltado a produção de energia, verifica-se as Usinas Hidroelétricas (UHE), destinadas a 30 MW e / ou reservatório acima de 3 km²; as PCHs (Pequena Central Hidrelétrica), destinadas a 5 MW até 30 MW com reservatório de até 13 km² e CGHs (Central Geradora Hidrelétrica) com atividade elétrica de até 5 MW (CETESB, 2021). Dantas (2020) clarificando a COGERH (2008) apresenta uma discussão sobre o dimensionamento e gestão dos reservatórios para os açudes do Ceará, classificando-os sobre a capacidade de armazenamento hídrico em “*macro porte (> que 750.000.000 m³); grande porte (de 75.000.000 a 750.000.000 m³); médio porte (de 7.500.000 a 75.000.000 m³); e de pequeno porte (de 0.5 a 7.500.000 m³)* “. O CONAMA Artigo 3 §6, 302/2002 apresenta atenção em relação ao tamanho para reservatórios destinados a abastecimento público abaixo de 5 hectares.

Em relação ao enquadramento ambiental acerca da qualidade e uso hídrico, observam-se as grandes classes “águas doces”, “águas salinas” e “águas salobras”, com uma rede de resoluções, leis e diretrizes claras e que apontam situações essenciais para manutenção do recurso em relação a sua disponibilidade e função na sociedade. Sobre as condições e análise do enquadramento, percebe-se que existem dificuldades enfrentadas pelos estados para implementar e aplicar esses procedimentos e diretrizes apresentadas nas resoluções e legislações, sendo estas (i) falta de capacidade técnica 32%, (ii) falta de metodologia 26%, (iii) falta de ações de gestão 26%, (iv) falta de recursos 11% e (v) falta de coordenação das ações (ANA, 2007). Contudo, esses desafios devem ser enfrentados mediante revisão e atualização documental, capacitação e absorção de pessoal, alinhamento e padronização de diretrizes entre estados e o monitoramento e reconhecimento contínuo.

Independente do seu tamanho-classificação e uso principal, o recurso hídrico, os rios e os reservatórios são ambientes que devem receber atenção elevada, uma vez que mesmo sendo construções de pequeno porte, estas juntas podem acarretar modificações significativas

se igualando aos impactos das grandes construções (LATINI & PEDLOWSKI, 2016; CRUZ, 2018). Ademais, problemas com saneamento e poluição ambiental transmitem enfermidades através dos veículos hídricos para a população, sobretudo as menos favorecidas (CESAMA, 2021) que não tem uma estrutura mínima para suas necessidades básicas – fisiológicas.

5 **COMO O BRASIL ESTUDA OS RESERVATÓRIOS? UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA NAS BASES *WEB OF SCIENCE* - WOS E *SCOPUS* (1999 – 2018)**

5.1 INTRODUÇÃO

Os reservatórios são territórios de extrema importância para uma determinada região. De água ou de outros fluídos, a necessidade de monitoramento e de análises destes ambientes o fazem alvo de estudos, sobretudo quando acidentes podem ocorrer e atingir dinâmicas socioeconômicas e naturais de seu entorno. Segundo a Agência Nacional das Águas – ANA (2021), os reservatórios de água são regiões acumuladas de fluídos hídricos voltados ao consumo humano oriunda de uma barragem, esta definida como uma estrutura física que represa o curso da água.

Ao longo dos anos foram publicados trabalhos científicos sobre o tema reservatórios no Brasil. Entender quais os rumos das pesquisas se faz relevante, bem como observar os estudos de tendências ou lacunas pouco investigadas. Diante dos desafios de encontrar precisamente essas informações, a bibliometria (ou análise bibliométrica) se inclui, como uma técnica que permite a gestão em diferentes temas e grupos, sendo definida por Okubo (1997) como um método que possibilita o indivíduo analisar estatisticamente os manuscritos executados em uma linha de tempo.

Observa-se artigos sobre análises bibliométrica nas grandes áreas da ciência brasileira tais como em Educação (CERICATO, 2016), Economia e Administração (FRANCISCHETTI *et al.*, 2017; BRANDÃO; FARIA, 2013), Planejamento e Governança (DALLABRIDA, 2016), Saúde, bem-estar e sociedade (PINTO JÚNIOR *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2016; IGLESIAS; AVELLAR, 2014; OLIVEIRA; SANTOS, 2011; GARBIN *et al.*, 2008; AKERMAN *et al.*, 1994) e em Meio Ambiente (SOUSA; RIBEIRO, 2013; CAVALCANTI, 2018; BRIENZA JÚNIOR *et al.*, 2010; SOUZA; ZIONI, 2003), promovendo meta-análises, panoramas em recortes temporais, observando tendências, gerando dados sensíveis e dando respaldo a novas afirmações.

Frente a definição de reservatórios e da importância do monitoramento das pesquisas para o planejamento, o objetivo deste trabalho é analisar via bibliometria o panorama temporal dos estudos sobre reservatórios no Brasil nas bases *Web of Science* - WOS e *Scopus*. O trabalho busca elucidar três questionamentos secundários: (i) quais os assuntos mais abordados nos artigos sobre o tema; (ii) se o aumento de pesquisas está relacionado aos

desastres ocorridos, e (iii) qual a situação do desenvolvimento de trabalhos em bases de impacto sobre políticas públicas e reservatórios.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Executou-se nesse trabalho o procedimento metodológico intitulado Análise Bibliométrica ou bibliometria. Segundo Okubo (1997) a análise Bibliométrica é um estudo que envolve a estatística sobre os manuscritos já executados em tempos, onde através dessa técnica é possível produzir índices e tendências de produção do conhecimento. Além disso, a possibilidade de monitorar autores, palavras chaves e como a aplicação de determinados assuntos são implicados sobre uma região são exemplos de benefícios da bibliometria.

Escolheu-se como ferramentas bibliométrica as bases de dados *Web of Science* - WoS e Scopus para obtenção das informações acerca dos reservatórios. Segundo Lopes *et al.* (2012) a WoS foi por mais de quarenta anos a maior base de revistas multidisciplinares do mundo, cobrindo periódicos que mesclam as humanidades e as ciências exatas. Entre as suas vantagens estão a cobertura temporal e regional, possibilidade da análise de métricas e índices de citação das humanidades (ARCHAMBAULT, 2009). Em concorrência a WoS, o grupo *Elsevier* lança a base Scopus, que segundo Lopes *et al.* (2012) teve a intenção inicial a pesquisa por autor e assunto. As principais vantagens dessa base é a alta cobertura dos artigos sobre a ciência e tecnologia e a inclusão de periódicos mais novos, sobretudo dos países europeus.

As duas grandes bases citadas juntas conseguem cobrir de forma significativa os periódicos mais importantes do globo nos dias atuais, o que justifica sua adesão nesta pesquisa. Desta forma, coletou-se as informações no intervalo temporal oriundos da coleção principal (*Core Collection*) período 1945 – 2020; os da Scopus, 1954 – 2020.

5.2.1 Procedimentos de busca/coleta – Web of Science (WoS) e Scopus

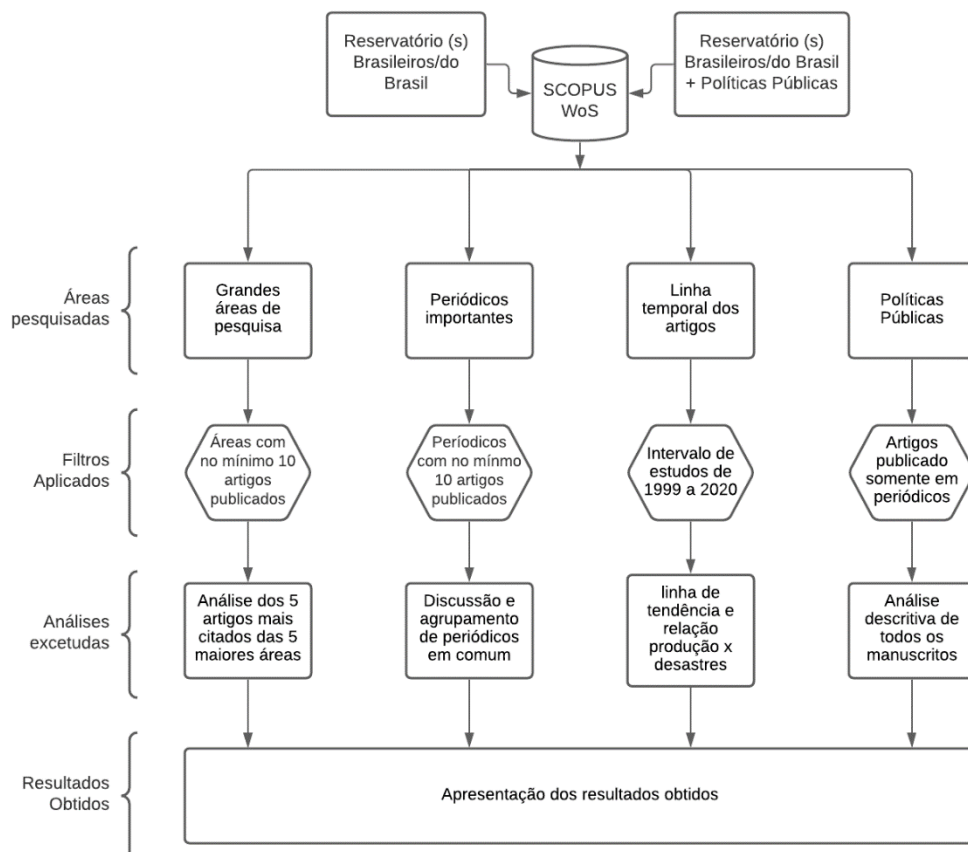
Para obtenção dos artigos envolvendo os reservatórios brasileiros em sua forma geral, utilizou-se na base Web of Science utilizou-se as palavras chaves: *Title: ("Reservoir") or ("Dam*") and Title: (Brazil*)*; na Scopus, aplicou-se as palavras chaves equivalentes: *(Title ("Reservoir") or ("Dam*") and Title (brazil*))*. Utilizou-se dos códigos curingas (“” e *) para uma busca direcionada, uma vez que a aplicação dos “” na palavra indica para a base WoS a

nomenclatura exata que deve ser buscada; o * indica a pesquisa das palavras que variam a partir de uma nomenclatura base (ex: para Brazil* acha-se Brazilian ou Braziliens).

Para obtenção de artigos envolvendo os reservatórios brasileiros e as políticas públicas em especificidade, utilizou-se as palavras chaves no WoS: *Title: ("Reservoir") or ("Dam*") and Title: (Brazil*) and Topic: (Polic*)*, a equivalência no Scopus manifesta-se como: *Title ("Reservoir") or ("Dam*") and Title (brazil*) and Title -abs-key (polic*)*.

Ademais, aplicou-se filtros junto a pesquisa dos artigos envolvendo os reservatórios brasileiros em forma geral. O fluxograma proposto na Figura 1 demonstra como foi dada o estudo das áreas, filtros aplicados e análises executadas. As categorias ou ambientes analisados foram os seguintes: (i) Áreas/Grandes áreas (No WoS o campo pesquisado foi o “*Categorias do Web of Science*” e sua equivalencia na SCOPUS é “*Artigos por área específica*”), (ii) Periódicos relevantes (No WoS pesquisa-se “*Título da fonte - periódico*” com sua equivalencia de pesquisa na SCOPUS como “*Artigos por periódicos*”), (iii) Quantidade de artigos – ano (WoS chama-se “*Linha temporal dos Artigos*”, SCOPUS “*Documentos por ano*”) e (iv) A relação de pesquisas sobre reservatórios brasileiros e políticas públicas.

Figura 1 – Fluxograma das etapas na pesquisa



Para o levantamento documental dos artigos sobre reservatórios no Brasil nas bases supracitadas em toda série temporal, aplicou-se o filtro base da pesquisa referente a exclusão de artigos oriundos de livros, eventos – anais e documentos governamentais, contando somente artigos publicados em periódicos, encontrando dessa forma 575 artigos na WoS e 1076 na Scopus. A partir dessa informação foi possível executar os filtros específicos necessários para desenvolvimento da pesquisa a seguir:

(i) Para o estudo do tópico “*Categorias do Web of Science / Artigos por área específica*” analisou-se as métricas com contagem mínima de 10 artigos, por esse motivo, compilou-se sobre as “*Categorias - Áreas*” do Web of Science e Scopus os Cinco (5) artigos mais citados das Cinco (5) categorias mais publicadas para leitura plena e desenvolvimento analítico. A recomendação da categoria “*Mais citados*” foi oriunda do *software* NAILS que justifica os mais citados como pesquisas de qualidade que reverberam no passado-presente recebendo notória relevância;

(ii) Para o estudo do tópico “*Título da fonte – periódico / Artigo por periódico*”, aplicou-se o filtro recomendado pelo NAILS da computagem mínima de 10 artigos sobre o tema publicado no periódico. Desta forma, os espaços amostrais para as métricas alcançam o universo de 160 artigos (WoS) e 367 (Scopus). Os periódicos informados nos agrupamentos são apresentados enquanto sua área temática.

(iii) Para o estudo do tópico “*Linha temporal dos artigos / Documentos por ano*” (1999 – 2020), utilizou-se o intervalo de 20 anos reduzindo o espaço amostral dos artigos para 529 (WoS) e 936 (Scopus). Nesse caso, somou-se os resultados de ambas as plataformas e executou-se estatísticas, tal como a linha de tendência linear e o erro padrão. A escolha temporal para esse tópico deu-se pela disposição das informações sobre as calamidades e desastres envolvendo reservatórios brasileiros.

(iv) Para o estudo dos artigos envolvendo as Políticas Públicas e Reservatórios do Brasil, respeitou-se o filtro base, buscando somente artigos

em periódicos (excluindo artigos em anais, capítulos de livros, editoriais, notas de correção e artigos repetidos por exemplo) encontrando no WoS 17 artigos e na Scopus, 20. Pela quantidade de artigos, elencou-se todos os artigos em um quadro por grande área e aplicou-se análise descritiva dos documentos.

Os noticiários expostos e relacionados na pesquisa cobriram apenas plataforma digital, sejam de veículos privados ou governamentais. Utilizou-se o software NAILS, da *Nails Project Open Science - Network Analysis Interface for Literature Studies* uma vez que o mesmo permite uma varredura de palavras chaves importantes para períodos em questão.

5.2.2 NAILS - *Network Analysis Interface for Literature Studies* (Interface de análise para estudos de literatura)

Auxiliando no processamento documental, utilizou-se o software NAILS - *Network Analysis Interface for Literature Studies*. Segundo Salminen, Knutas e Hajikhani (2019) o projeto NAILS disponibiliza em código aberto na linguagem R ferramentas para a realização de estatísticas e análises em dados de citações, sobretudo na base WoS, uma vez que a mesma mantém um dos maiores bancos de periódicos das ciências sociais aplicadas.

Os produtos do processamento via NAILS auxiliaram na apresentação das informações sobre periódicos importantes, áreas importantes, artigos relevantes, linha de tendências e desvio padrão. O link para o sítio virtual do projeto é o <http://nailsproject.net/>; para mais informações, o trabalho de Knutas et al. (2015) e o GitHub da página <https://github.com/aknutas/nails> são as grandes referências.

A partir do NAILS desenvolveu-se e publicizaram pesquisas em periódicos de impacto em diferentes áreas, o que reforça a notoriedade do método e do software em questão. D'Amato *et al.* (2017) e Kolle (2016) discutindo os conceitos de sustentabilidade, economia ecológica e economia circular e poluição do ar, respectivamente. Kasurinen & Knutas (2018) analisando as tendências da gamificação mediante as novas pesquisas publicadas e Castro et al. (2017) com o estudo do processo de avaliação empresarial – benchmarking são alguns exemplos de projetos acadêmicos finalizados junto a técnica. No Brasil, observa-se a tradução das práticas do software para o português e os procedimentos para facilitação, implementação e disseminação no Brasil na pesquisa de Freire-Silva, Miranda e Candeias (2019) e a execução bibliométrica sobre processos de economia solidária (ROSSITER & FREIRE-SILVA, 2020).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Qual o panorama das pesquisas envolvendo reservatórios no Brasil?

Os resultados sobre as métricas dos artigos publicados envolvendo os reservatórios brasileiros estão expostos na Figura 2, para as categorias da base de dados Web of Science; Figura 3, para as categorias da base de dados Scopus e nas Figuras 4 e 5 acerca dos periódicos que mais publicam estudos com reservatórios no Brasil.

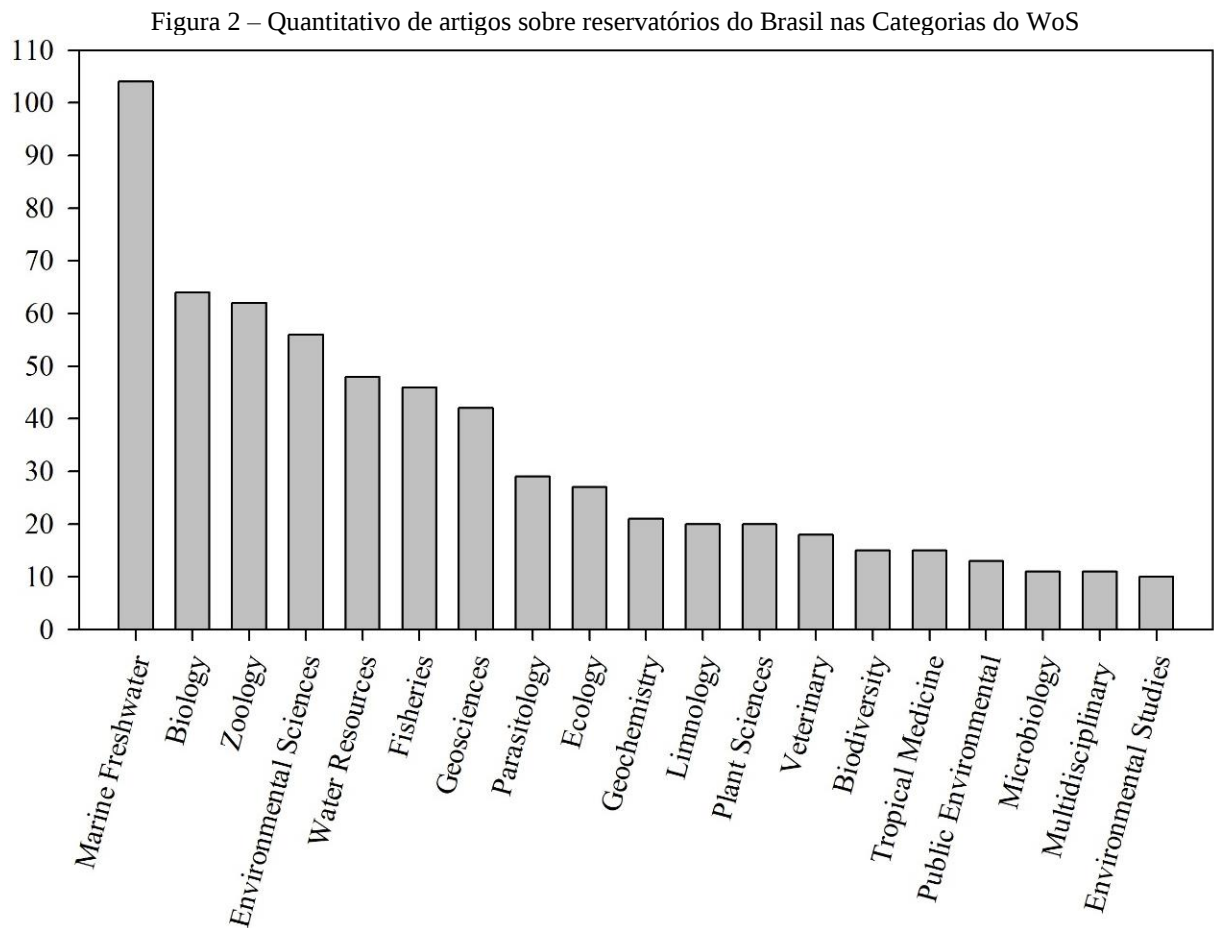
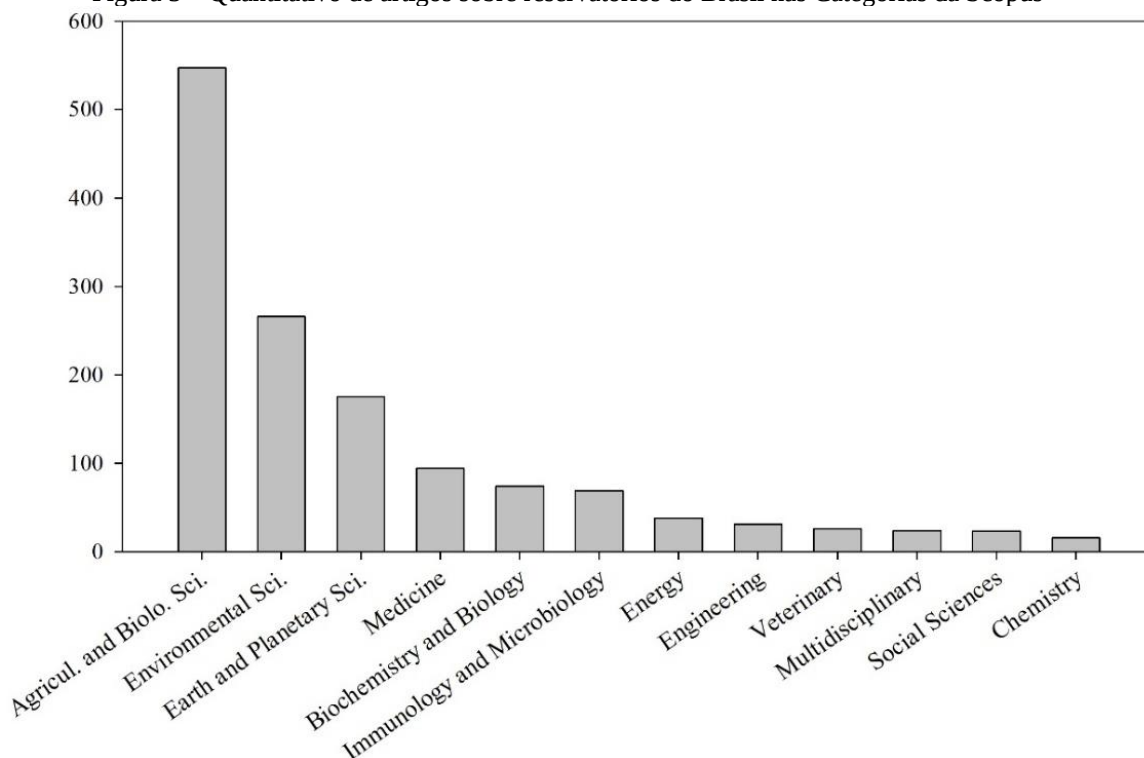


Figura 3 – Quantitativo de artigos sobre reservatórios do Brasil nas Categorias da Scopus



Segundo a Figura 2, pesquisas sobre os recursos marinhos ($n=104$) sobressaem-se entre as demais, seguidas dos temas Biologia ($n=64$), Zoologia ($n=62$), Ciências Ambientais ($n=56$), Recursos hídricos ($n=48$), sobre peixes ($n=46$) e Geociências ($n=42$) na base WoS. Frente a WoS, a base Scopus é muito mais concentrada, no sentido que os estudos sobre de reservatórios encontram-se em três grandes áreas: Ciência Agrícola e Biológica ($n=547$), Ciências Ambientais ($n=266$) e Ciências Exatas e da Terra ($n=175$). Os estudos mais voltados às questões sociais nos ambientes represados são observadas em baixa quantidade, podendo apresentar-se mais facilmente nas categorias Multidisciplinar ($n=11$;24) (Figura 2, 3) e Pesquisas Sociais ($n=23$) (Figura 3).

Segundo as Figuras 4 e 5, os periódicos nas duas bases de dados se concentram nas Ciência Biológicas – Recursos Costeiros.

Figura 4 – Periódicos que mais publicam sobre reservatórios na base Web of Science

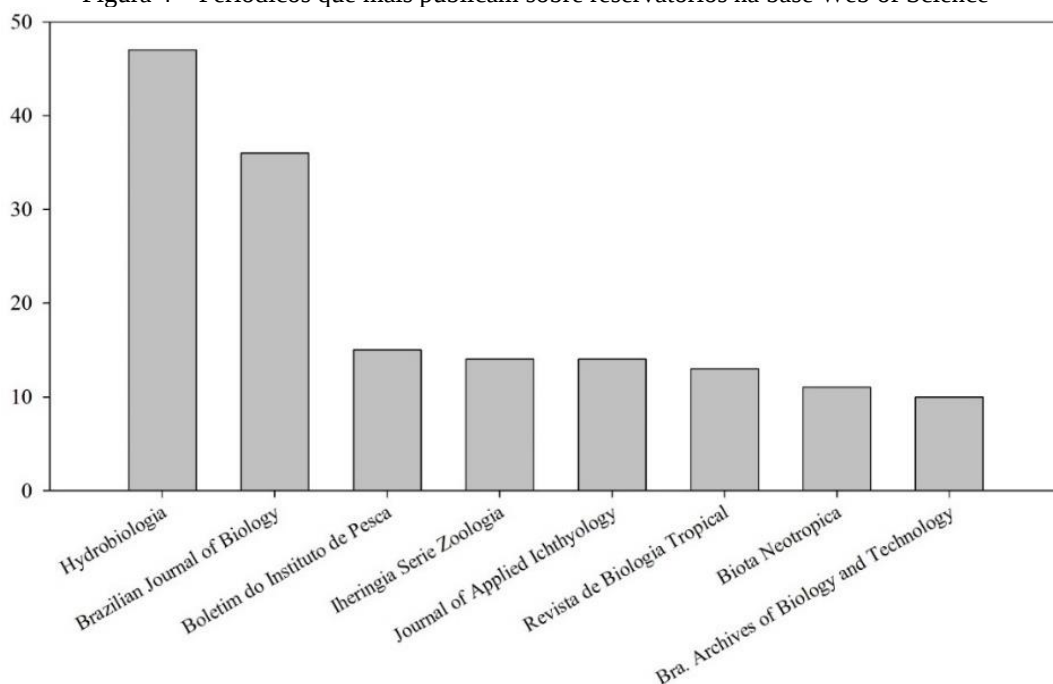
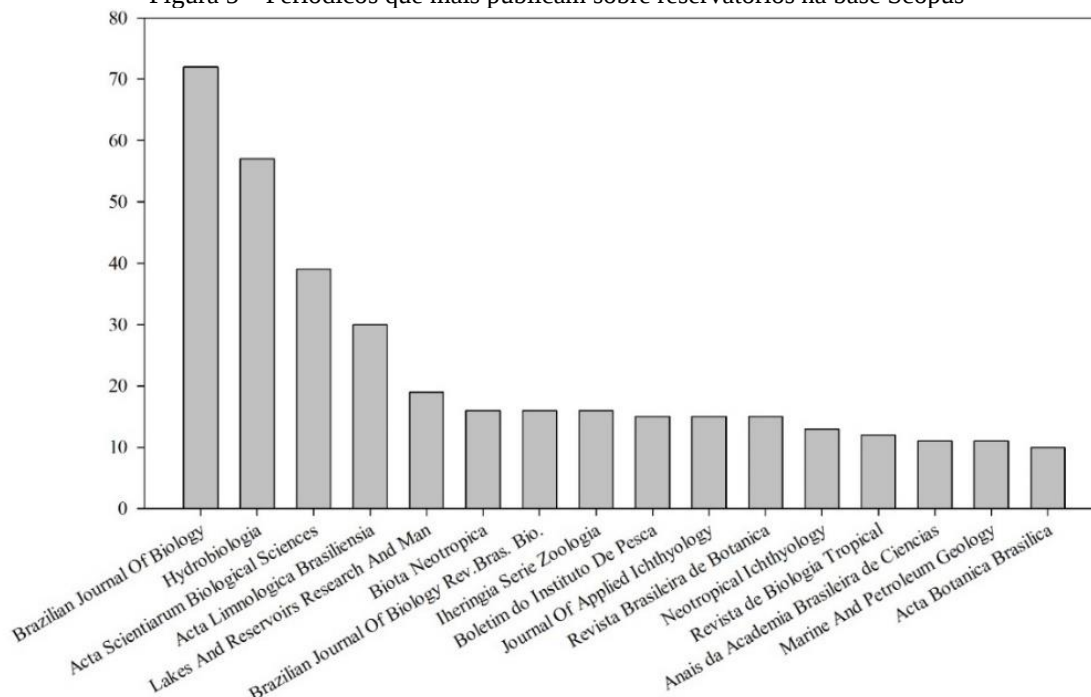


Figura 5 – Periódicos que mais publicam sobre reservatórios na base Scopus



Sabe-se que os direcionamentos presentes nos periódicos, sejam eles no seu título ou nas suas políticas editoriais os fazem relevantes nos seus campos de pesquisas alvos. Desta forma, somando as métricas das duas bases de dados pesquisadas neste artigo (Figura 4 e 5), nota-se que o primeiro campo concentrado de periódicos (*Brazilian Journal of Biology*,

Hydrobiologia, *Acta Scientiarum Biological Sciences*, *Biota Neotropica*, *Revista Brasileira de Botânica*, *Revista de Biologia Tropical*, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, *Acta Botânica Brasilica* e *Brazilian Archives of Biology and Technology*), voltados as Ciências Biológicas cobrem aproximadamente dois terços dos trabalhos (n=365). O segundo grande campo, os dos periódicos de recursos costeiros/marinhos, *Zoologia* e de estudos aquáticos (*Iheringia Seria Zoologia*, *Acta Limnologica Brasiliensia*, *Lake and Reservoir Research and Management*, *Boletim do Instituto de Pesca*, *Journal of Applied Ichthyology*, *Neotropical Ichthyology*, *Marine and Petroleum Geology*), compõe um terço do universo dos artigos em pesquisa (n=162).

Analizando os cinco artigos mais citados nas cinco principais bases do WoS relacionados (Recursos Marinhos, Biologia, Zoologia, Ciências Ambientais e Recursos hídricos) (Figura 2) aos reservatórios do Brasil, nota-se que uma das grandes áreas de pesquisas são sobre os plânctons, podendo estes serem em águas eutróficas (BOUVY *et al.*, 1999; BOUVY; PAGANO; TROUSSELLIER, 2001), junto ao acompanhamento das características físicas e químicas do reservatório (NOGUEIRA *et al.*, 2010; CHELLAPPA; BORBA; ROCHA, 2008) e suas interações com animais aquáticos (FIGUEREDO; GIANI, 2005). Além disso, a análise de toxicidade das cianobactérias oriundas do fitoplâncton (MOLICA *et al.*, 2002; SOTERO-SANTOS *et al.*, 2006), as dinâmicas ecológicas junto às suas relações e implicações na diversidade de espécies (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI; ABE, 2008; THOMAZ *et al.*, 1999) e como os sedimentos podem impactar na vida útil do reservatório (BINI *et al.*, 1999; ARAÚJO; GUNTNER; BRONSTERT, 2006) também se mostram nos resultados da pesquisa.

As pesquisas acerca do manejo e monitoramento da ictiofauna incluem-se no escopo dos assuntos mais trabalhados em reservatórios. É sabido que os peixes são os principais impactados com o represamento, tendo risco de desaparecimento ou alta mortandade. Frente a isso, estudos sobre a plasticidade trófica em momentos pré e pós enchimento (LUZ-AGOSTINHO *et al.*, 2006; LOUREIRO-CRIPPA; HAHN, 2006), seus ciclos de reprodução sob ambientes modificados (BAZZOLI; GODINHO, 1991), avaliação da quantidade de mercúrio (KEHRIG *et al.*, 1998; PORVARI, 1995; KASPER *et al.*, 2009) e o cultivo ou a utilização dos grandes reservatórios para alavancar dinâmicas econômicas locais (AZEVEDO-SANTOS; RIGOLIN-SÁ; PELICICE, 2011; DIAS *et al.*, 2005) vêm sendo tratados com atenção.

Na segunda década dos anos 2000 as pesquisas que têm como base as tecnologias emergem para dar suporte aos estudos com reservatórios. Fearnside (2000) e Kemenes,

Forsberg e Melack (2011), avaliaram a quantidade emitida de CO₂ das hidrelétricas, uma visão pioneira naquele período, pois se havia um consenso que os reservatórios direcionados a geração de energia detinham não emitiam poluentes. O Sensoriamento Remoto aparece nos trabalhos de Rodrigues et al. (2011) e Lima-Neto, Wiegand e Araújo (2011), onde os autores estimaram as capacidades mínimas e máximas de um reservatório e acompanharam as dinâmicas sedimentológicas, respectivamente. Segundo Costa-Malveira, Araújo e Guentner (2012) essas tecnologias promovem com mais facilidade as políticas em prol da sustentabilidade.

Comparando com as pesquisas na plataforma WoS (Ciência Agrícola e Biológica, Ciências Ambientais e Ciências Exatas e da Terra, Medicina, Bioquímica e Biologia) (Figura 3), percebe-se que os artigos mais citados sobre reservatórios brasileiros se direcionam na Scopus a grande área das Ciências da Natureza, uma vez que a química, física e biologia sobressaem-se como as mais citadas. No campo Agricultura e Ciências Biológicas, as pesquisas sobre plânctons são dominantes. A ocorrência de fitoplânctons durante períodos de seca (BOUVY *et al.*, 2000; BOUVY; PAGANO; TROUSSELLIER, 2001), sua composição de espécies e a sucessão sazonal e temporal em um reservatório de água potável eutrófico (BOUVY *et al.*, 1999; CALIJURI; SANTOS, JATI, 2002; SILVA; TRAIN; RODRIGUES, 2005) ou suas interações com os peixes (FIGUEREDO; GIANI, 2005), são os trabalhos mais citados na base.

Os estudos da ictiofauna estão presentes através das pesquisas químicas e biológicas, no qual levantam-se como exemplos a avaliação de mercúrio dos peixes em situação de represamento (KEHRIG *et al.*, 1998), as macrófitas servindo como subsídio alimentício da ictiofauna (CASATTI, MENDES E FERREIRA, 2003; PELICICE; AGOSTINHO, 2006) e análises da estrutura genéticas de peixes em reservatórios (LEUZZI *et al.*, 2004). Tecnologia, Geologia e Petróleo formam o último campo de trabalhos mais citados relacionados a reservatórios brasileiros na plataforma Scopus. Fearnside (2002) e Kemenes, Forsberg e Melack (2011) avaliando a emissão de CO₂ em hidrelétricas representam os artigos que utilizam as novas tecnologias em prol da gestão dos reservatórios. Salem et al. (2000), Sylvia e Anjos (2000) e Lima e Ros (2002) relacionam como os processos geológicos diagenéticos ou as alterações do sedimento em relação ao tempo contribuíram na qualidade mineralógica dos reservatórios. Diferente dos trabalhos anteriores, os trabalhos de Sette et al. (2006), Cunha *et al.* (2006) e Korenblum *et al.* (2005) avaliaram e analisaram reservatórios de petróleo, sejam na composição das comunidades de bactérias, sua biodegradação ou na produção de substâncias antimicrobianas.

Em resumo, os estudos mais citados sobre os reservatórios no Brasil baseiam-se primeiramente nas pesquisas da comunidade planctônica (com Bouvy sendo a referência) e nos trabalhos acerca da ictiofauna (Kehrig, Pelicice, Luz-Agostinho, Loureiro-Crippa e Hahn os mais citados). Fearnside (2002) e posteriormente Kemenes, Forsberg e Melack (2011) introduzem novas análises e sua importância na gestão e políticas ambientais de implementação de novos barramentos, sendo referência para diferentes campos de pesquisas. A relação da química através das análises de qualidade da água/petróleo e geologia por intermédio da sedimentologia e mineralogia também fazem parte do escopo dos trabalhos mais relevantes e citados.

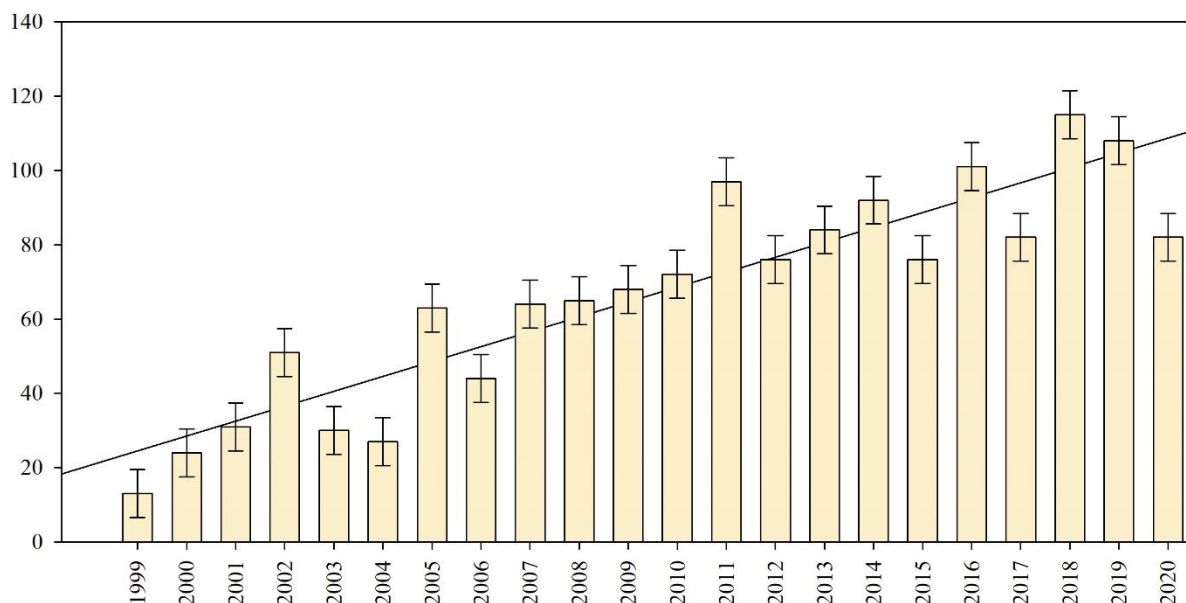
5.3.2 A ciência produz mais nos desastres? Um estudo sobre a relação das mídias de massa, das pesquisas e dos reservatórios no Brasil

As catástrofes ocorridas no Brasil na segunda década dos anos 2000 com os reservatórios de rejeitos de minérios provocaram o aumento da discussão sobre o tema no país nos dias atuais. As grandes mídias contribuíram diretamente nesse assunto, onde cobriram em tempo real as perdas socioeconômicas e naturais, propagando para a população novos cenários e situações que outros reservatórios se encontravam.

Além dos reservatórios de rejeitos de minério, os de água foram alvos de exposição, sobretudo os da região Nordeste. Observou-se que dentre as 139 barragens de água com alto risco, 107 se alocam no nordeste (UOL, 2019b). Esse risco percola por todas as regiões nacionais (G1, 2019a; FOLHA, 2018a). Sobre os reservatórios de rejeito de minérios, a Revista Veja (2019) comenta que após o desastre de Brumadinho, a Agência Nacional das Águas - ANA emitiu relatório contabilizando 3387 barragens de finalidades variadas para priorização de monitoramento, onde 205 são usadas para conter rejeitos de mineradoras e estão em grau de alto risco (ANA, 2019b).

Diante a preocupação da sociedade civil, entidades governamentais e grandes veículos de mídias acerca da situação dos reservatórios no Brasil, fica o questionamento: as universidades e institutos de pesquisas elevam sua produção acadêmica em periódicos de impactos, direcionando-a aos desastres? A Figura 6 expõe a quantidade de artigos publicados nas bases Web of Science e Scopus sobre o tema “Reservatórios no Brasil – Brasileiros” durante os últimos o período de 1999 – 2020 para discussão junto aos desastres ocorridos.

Figura 6 – Artigos sobre reservatórios Brasileiros nas Bases WoS/Scopus (1999-2020)



*Data da coleta dos dados: 15/12/2020

De acordo com a Figura 6, nota-se uma tendência linear de aumento dos artigos no decorrer dos anos, nos quais grande parte dos anos aproximam-se ou estão acompanhando a referida tendência. Dos anos estudados, apenas seis apresentaram quantificações que ultrapassam a tendência (2002, 2005, 2011, 2014, 2016 e 2018), sendo importante analisá-los em especificidade para explicação da anomalia. Em paralelo com as pesquisas no Brasil, ocorreram diversos desastres naturais e crimes ambientais sob território nacional envolvendo os reservatórios, estando até acima da média mundial (UOL, 2015a), que destruíram regiões e expuseram a sociedade a condições momentâneas de vulnerabilidade. Rompimentos de barragens e condições climáticas adversas estão inclusas nesse escopo catastrófico e podem auxiliar a explicação do padrão observado.

Sobre o rompimento de barragens, os jornais O Sul (2019), Globo (2019) e O Tempo (2015) elencaram os acontecimentos dessas tragédias nos últimos vinte anos: em 2001 rejeitos de minério atingiram a cidade de Nova Lima (MG), causando morte de cinco pessoas; em 2003 rejeitos industriais na cidade de Cataguases (MG), acarretaram mortes na fauna e flora e descontinuação temporária da energia da cidade; em 2004 o rompimento do reservatório de água na cidade de Alagoa Nova (PB), matou cinco pessoas e deixou desabrigados aproximadamente 3 mil. Rejeitos de minério em 2007 na cidade de Mirai (MG), contaminaram as águas dos afluentes e desabrigaram mais de 4 mil pessoas; em 2008 o

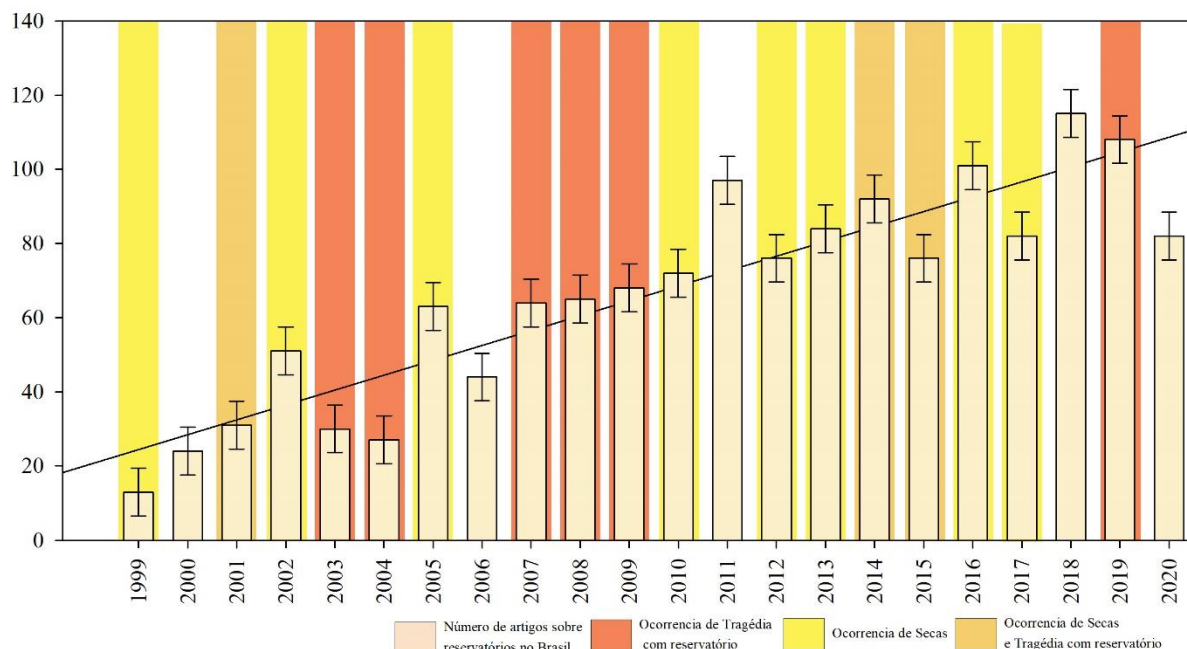
reservatório de água na cidade de Vilhena (RO), causou diversos danos faunísticos e na mata ciliar.

Outros desastres com rompimento de barragens ocorreram no início da segunda década do século XXI. Em 2009 o reservatório de água na cidade de Buriti dos Lopes (PI) rompeu, matando nove pessoas e desalojando milhares; em 2014 outro reservatório de água na cidade de Laranjal do Jari (AP), matou quatro operários; os rejeitos de minério em 2014 alcançaram a cidade de Itabirito (MG), matando três pessoas. O desastre de Mariana (MG) em 2015 matou 19 pessoas e causou com o derramamento de rejeitos um dos maiores danos ambientais do mundo, inviabilizando os processos ecossistêmicos e socioeconômicos dependentes do rio Doce em todo seu percurso. Ainda em Minas Gerais, em 2019 acontece a tragédia de Brumadinho, que até o presente momento ocasionou a morte de 246 pessoas e 24 desaparecidos (G1, 2019b; EM, 2015a). Na pesquisa de Fonseca (2019) é relatado um problema preocupante para a gestão territorial nos estados: para cada quatro reservatórios cadastrados no sistema nacional, faltam dados sensíveis como altura da barragem, capacidade máxima e classificação de risco em aproximadamente três delas.

As secas, fenômeno natural que altera as dinâmicas de gestão hídrica no país, vem atingindo diretamente os reservatórios no que se refere a lâmina d'água e resultando em consequências socioeconômicas severas, ocorrem de forma contínua sobretudo no Nordeste do Brasil. Houveram secas em 1996 – 1999, 2001-2002, 2005, 2007, 2010 e 2012-2015, segundo a lista atualizada de Marengo et al. (2016) e da CEPED – UFSC (2015). Martins, Magalhães e Fontenele (2017) apontam que o último período de seca no Brasil começou em 2010 com um único período de normal climatológica em 2011, cessando apenas em 2017, no qual atingiram diversificados estados do Brasil e seus respectivos corpos hídricos. Lavouras perdidas, população promovendo saques, fome, mortandade de animais, crise energética e perdas econômicas são exemplos de situações que a sociedade vivenciou (CEPED – UFSC, 2015).

Observando a tendência natural de crescimento dos artigos sobre o tema nas duas bases de periódicos mais importantes na atualidade, os registros de períodos com secas em diferentes regiões do Brasil e os evidentes desastres/calamidades climáticas nos reservatórios, é inconclusivo afirmar que a ciência do Brasil venha a produzir em maior quantidade nos periódicos de impacto em decorrência dos desastres que atingem os reservatórios, sejam eles produtos naturais ou antropogênicos. A Figura 7 auxilia a afirmação anterior.

Figura 7 – Artigos sobre reservatórios Brasileiros nas Bases WoS/Scopus e a relação ocorrências de secas e desastres (1999-2020)



*Data da coleta dos dados: 15/12/2020

Segundo a Figura 7, dentre os anos pesquisados (1999 – 2020), apenas 5 não tiveram catalogadas significativas ocorrências de secas/desastres e 11 apresentaram alguma ocorrência de secas, essas principalmente atuando no Nordeste do Brasil ou atingindo regiões não comuns, como o Sudeste, Norte e Centro – Oeste. Sobre as tragédias envolvendo reservatórios, 9 ocorrências foram verificadas, essas resultaram em perdas humanas e estruturais. Mesmo existindo a presença de desastres nos anos em quase todo universo amostral (17 anos), os respectivos acompanham a subida gradual estimada na linha de tendência com algumas ressalvas (2002, 2005, 2011, 2014, 2016 e 2018).

A alta dos artigos representados na linha de tendência ao longo dos anos ou/e alguns períodos de pico podem ser explicados pela hipótese da inclusão de periódicos na área em questão nas respectivas bases de dados. Além disso, ao com o passar dos anos a facilidade de se trabalhar e de se obter informações via tecnologia pode ser um dos motivos a se questionar sobre o crescimento gradual de pesquisas sobre o tema. Não obstante, isso não quer dizer que não há pesquisas sobre os desastres ocorridos – há a existência –, contudo, os pesquisadores e os grupos de pesquisa, segundo as bases de dados SCOPUS e Web of Science continuam a publicar seus temas de base.

5.3.3 Qual o desenvolvimento dos trabalhos sobre políticas públicas e reservatórios?

Uma análise nas bases Web of Science / Scopus

No artigo de Souza (2002) são levantadas várias denominações clássicas definindo Políticas Públicas. Os mais antigos, tais como Lynn (1980) e Peters (1986) definem Políticas Públicas como um conjunto de ações governamentais que irão atingir diretamente a maior parcela da população ou recortes específicos. Mead (1995) define como um subcampo incluso na área da política que discute o governo em relação às questões públicas. Contudo, Souza (2002) resume as Políticas Públicas como “ *o campo do conhecimento que busca, ao mesmo tempo, "colocar o governo em ação" e/ou analisar essa ação (variável independente) e, quando necessário, propor mudanças no rumo ou curso dessas ações (variável dependente)* ”.

Farah (2016) discorre que na última década a importância que a Política Pública recebeu exigiu esforços que refletem não só em estudos das políticas propriamente ditas, mas também em novas pesquisas que possam subsidiar formulações, implementações e avaliações destas. Ressalta-se que estas pesquisas devem ser propostas por diferentes atores das grandes áreas e disciplinas, uma vez que estes detêm saberes especializados para cada setor a abordar. O pensamento de Farah (2016) vai de encontro com as pesquisas na área de reservatórios brasileiros que se identificam como promoção de Políticas Públicas: nota-se através do Quadro 1 que todos os artigos são do século XXI e a sua grande predominância se dá na segunda década do mesmo século. A autora comenta que esse aspecto vem crescendo pelo fato do “boom” (diz respeito ao crescimento repentino) de cursos e da sua respectiva produção científica que visa sobretudo a melhoria da vida dos atores comuns.

Quadro 1 – Artigos sobre políticas públicas e reservatórios brasileiros na base WoS/ Scopus

Áreas Abordadas	Referências
Metais pesados	Hortellani et al. (2013)
	Cardoso-Silva et al. (2016)
	Leal et al. (2018)
Aquicultura e Biodiversidade	Callisto et al. (2005)
	Brabo et al. (2014)
	Oliveira-Sousa et al. (2015)
	Roriz et al. (2017)
Políticas Públicas e fomento a manutenção dos serviços ecossistêmicos	Celeste, Curi e Curi (2009)
	Lobato et al. (2015)
	Souza et al. (2017)
	Brito, Miraglia e Semensatto (2018)

Geotecnologias, Geoprocessamento e Sensoriamento remoto	Gunkel et al. (2018)
	Araújo, Mamede e Lima (2018)
	Fearnside (2002)
	Ditt et al. (2008)
	Deus et al. (2013a)
	Ometto et al. (2013)
	Alcântara et al. (2013)
	Ogashawara et al. (2014a)
	Ogashawara et al. (2014b)
	Miranda e Mauad (2015)
	Prado e Novo (2015)
	Koch et al. (2018)

Estudar reservatórios, sobretudo os grandes reservatórios é indiretamente promover Políticas Públicas. Essa afirmação se dá devido o desenvolvimento de pesquisas que vão atuar na mudança, melhoria ou publicidade de informações para uma parcela da população. O acompanhamento dos níveis de metais pesados em reservatórios, por exemplo, é de total importância, uma vez que esses podem acumular no corpo humano e/ou nos animais de consumo humano, ocasionando doenças que refletirão em custos adicionais ao Estado e a longo prazo, mortandades. Sobre esse assunto o Quadro 1 mostram as pesquisas de Hortellani *et al.* (2013) para a represa Billings, uma das maiores provedoras de água da região do ABC – São Paulo; Cardoso-Silva *et al.* (2016) e Leal *et al.* (2018) nas represas Paulo de Paiva Castro e Guarapiranga, reservatórios que subsidiam o abastecimento humano da região metropolitana da cidade de São Paulo, uma das cidades mais populosas do Brasil. Ressalta-se que outras cidades mantêm trabalhos semelhantes sobre o tema não podendo ser descartados.

A análise da biodiversidade e dos processos da aquicultura fazem parte do escopo das políticas públicas. A aquicultura pode ser uma forma de mitigação para os indivíduos atingidos pela relocação oriunda do preenchimento da barragem ou no suporte a economia secundária, visando fixar o homem a região e manter o bem-estar existente no período anterior ao preenchimento do reservatório. Contudo, conhecer e acompanhar as dinâmicas da biodiversidade se faz necessário, pois a atuação econômica no meio ambiente traz consigo impactos que a longo prazo podem inviabilizar o corpo hídrico; para tal, deve-se estudar da microfauna a macro, e os trabalhos de Callisto *et al.* (2005), Brabo *et al.* (2014), Oliveira-Sousa *et al.* (2015), Roriz *et al.* (2017) e muitos outros exemplificam a necessidade destas pesquisas.

As pesquisas limnológicas executadas em reservatórios são importantes para as análises da biodiversidade. Definida por Esteves (2011) como o estudo ecológico das massas aquáticas continentais, a limnologia tem como objetivo entender como funciona os sistemas

aquáticos e seus impactos, e dessa forma propor soluções que zelem os locais e promova o bem-estar. O conceito de limnologia se assemelha com alguns aspectos do conceito de políticas públicas, uma vez que a aplicação de análises limnológicas em um determinado local é contribuir para as políticas públicas, mesmo o artigo não identificando diretamente essa premissa.

Mesmo tendo indícios no começo do século XXI com o trabalho de Fearnside (2002) e posteriormente Ometto *et al.* (2013) que analisaram a emissão de Gases do efeito estufa e suas implicações nas políticas energéticas, as tecnologias como suporte às políticas públicas em reservatórios brasileiros deu-se predominantemente na segunda década. As imagens de satélites e os modelos computacionais criaram um novo cenário de monitoramento em velocidade, reduzindo custos de visitas em campo e conseguindo abarcar decisões próximas a estas. A gratuidade das imagens de resolução média/baixa favoreceram os grandes reservatórios, todavia, técnicas modernas trazem essa realidade para barragens menores.

Sobre as geotecnologias, nota-se no Quadro 1 uma quantidade elevada de trabalhos sobre o tema quando comparados os outros, contudo, usa-se as geotecnologias para diferentes objetivos. Através das imagens de satélite buscou obter a análise de áreas circundantes de reservatórios auxiliando a política ambiental (DITT *et al.*, 2008), monitoramento (ALCÂNTARA *et al.*, 2013), detecção de cianobactérias e algas (OGASHAWARA *et al.*, 2014ab), poluentes (PRADO; NOVO, 2015). A modelagem computacional fomenta trabalhos para gestão hídrica e diferentes cenários (KOCH *et al.*, 2018) e gestão de algas em reservatórios (DEUS *et al.*, 2013a).

A formulação de novas políticas, essas envolvendo indicadores, propostas de ementas, novas leis e gestão integrada só são vistas no início da segunda década. Aspectos como manutenção dos serviços ecossistêmicos e fomento a gestão e governança hídrica são os objetivos mais abordados nos trabalhos do Quadro 1 (CELESTE; CURI; CURI, 2009; LOBATO *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2017; BRITO; MIRAGLIA; SEMENSATTO, 2018; GUNKEL *et al.*, 2018; ARAÚJO; MAMEDE; LIMA, 2018).

Kemp, Parto e Gibson (2005) explicam que o termo governança se caracteriza no modo que o indivíduo pode agir através de interações - deliberação, negociação, auto-regulação - em prol de decisões coletivas, sendo um termo que não é sinônimo de governo (TORTAJADA, 2010), mas da junção da sociedade geral, setor privado e público em comum sinergia (BATCHELOR, 2007). Gouveia, Selva e Paz (2018) comentam que definição de governança adentra as ideias das ciências ambientais, sobretudo pela relação sociedade-

natureza que ela pertence, buscando um papel catalisador no gerenciamento dos recursos naturais.

Governança Hídrica por sua vez, é denominada por Pahl-Wostl e Knieper (2011) e Campos e Fracalanza (2010) como o caminho adotado que visa conciliar as intenções governamentais e as demandas sociais. Segundo Tortajada (2010) as semelhanças observadas nas definições de governança hídrica e convencional se dá por causa da constante evolução dos conceitos e as novas utilizações do mesmo. No estudo de Gouveia, Selva e Paz (2018) é revelado que no mundo os artigos com o termo governança chegam ao quantitativo de centena de milhares; quando se especifica para governança ambiental, o quantitativo reduz para uma dezena de milhar e, quando restringe para o Brasil as informações encontradas são na ordem da centena, mostrando com clareza a carência da visão dos pesquisadores para as políticas públicas e a relação dos artigos com a mesma.

Os serviços ecossistêmicos junto a Governança são os termos mais utilizados em nas pesquisas que se unem as políticas públicas. Segundo Andrade e Romeiro (2009, p. 09) os serviços ecossistêmicos são “*os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas*”, onde os benefícios são múltiplos, sejam eles na obtenção de alimentos, abastecimento de água, utilização de minérios, turismo, regulação climática, fluxo de energias e/ou materiais e outros itens que quando utilizados possam prover bem-estar a sociedade (MA, 2003). É por meio das funções ecossistêmicas que dar-se-á os serviços ecossistêmicos e essas são diretamente ligadas às políticas públicas, sejam elas ambientais (ou não).

Andrade e Romeiro (2009) elencaram as funções ecossistêmicas em quatro: regulação (de gás, climática, de oferta d’água, de retenção e formação do solo, nutrientes, tratamento de resíduos, polinização, controle biológico, etc.); habitat (refúgio e berçário), produção (Alimentos, matéria orgânica, recursos genéticos, etc.) e informação (Recreação, informação estética, informação artística e cultural, informação histórica e espiritual, ciência e educação) (DE GROOT *et al.*, 2002). Por ser uma estrutura de alta complexidade, um reservatório pode deter todas as funções ecossistêmicas consigo e isso ressalta e respalda nos dias atuais o fomento das pesquisas acadêmicas que se identificam como provedora de política públicas.

Deste modo, observa-se uma miscelânea de artigos com alta relevância que estudam os reservatórios e apontam percalços e soluções nestes, independente do seu porte. Quando comparado a assuntos mais gerais, nota-se uma carência de trabalhos do tema envolvendo políticas hídricas nas bases de dados científicas mais consolidadas tal como o *Web of Science*, o que não diz necessariamente que hajam poucos, mas que muitos não se identificam como parte do escopo das políticas. É essencial que o Brasil, considerado um país continental e com

uma das maiores reservas hídrica do globo incentivem os seus pesquisadores a relacionarem com mais frequência esse assunto, de modo que contribuam com as tomadas de decisões e processos de governança em diferentes esferas.

5.4 CONCLUSÕES

Na busca em elucidar os questionamentos levantados como objetivos do trabalho, expõem-se:

(1). Os estudos mais citados sobre os reservatórios no Brasil baseiam-se primeiramente nas pesquisas da comunidade fitoplantônica e nos trabalhos acerca da ictiofauna; a introdução das políticas públicas, tecnologias, química, petróleo e geologia também fazem parte do escopo dos trabalhos mais relevantes e citados. Sobre os periódicos que publicam mais sobre o tema, o campo das ciências biológicas seguido dos recursos costeiros/marinhos, Zoologia e de aquicultura destacam-se.

(2). Observando a tendência natural de crescimento dos artigos sobre o tema nas duas bases de periódicos mais importantes na atualidade, os registros de períodos com secas em diferentes regiões do Brasil e os evidentes desastres nos reservatórios, é inconclusivo afirmar que a ciência venha a produzir em maior quantidade em decorrência dos desastres que atingem os reservatórios, sejam eles produtos naturais ou antropogênicos.

(3). Quando comparado a assuntos mais gerais, nota-se uma carência de trabalhos do tema envolvendo políticas hídricas nas bases de dados científicas, o que não diz necessariamente que sejam poucos, mas que muitos não se identificam como parte do escopo das políticas.

É essencial que o Brasil, considerado um país continental e com uma das maiores reservas hídrica do globo incentivem os seus pesquisadores a relacionarem com mais frequência esse assunto, de modo que contribuam com as tomadas de decisões e processos de governança em diferentes esferas. Para o futuro, sugere-se uma ampliação dessa pesquisa para bases de dados mais generalizadas, de modo que abarque periódicos importantes não indexados nas bases estudadas nesse primeiro ambiente.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE pela aprovação do projeto e concessão de bolsa ao primeiro autor. A

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela Rede Virtual Privada (VPN) que possibilitou o acesso aos artigos nas bases de dados mais importantes e como consequência o desenvolvimento deste artigo.

6 AVALIAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO (MDE) PE3D, SRTM, ASTER GDEM, TOPODATA, TANDEM-X, ALOS PALSAR E ALOS AW3D30 EM REGIÕES HÍDRICAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

6.1 INTRODUÇÃO

As características existentes nos ambientes áridos e semiáridos do globo os fazem alvo de políticas públicas e privadas que envolvam a análise, monitoramento e verificação de áreas potenciais a atividades que consigam prover desenvolvimento econômico e suprir as necessidades básicas da população. Assim os reservatórios, ambientes lacustres que mantêm direcionamentos para armazenamento hídrico (SPERLING, 1999) incluem-se, sendo uma das mais importantes implementações do território, uma vez que para haver vida deve haver água.

Diante a necessidade de acompanhar os ambientes de captação hídrica, bem como estudar novas áreas para aplicação de reservatórios, a tecnologia vem provendo diversos benefícios à sociedade. O Sensoriamento Remoto (SR) é um exemplo disso, no qual, a tangibilidade de inferir remotamente sobre determinado local ou região e tomar decisões que possam transmitir um melhor estado de bem-estar social é uma das variadas qualidades que esta técnica mantém. No geral, os dados distribuídos através do Sensoriamento Remoto são oriundos dos sensores acoplados em satélites tendo o planejamento e análises de ambientes como seus principais usos; contudo, missões pontuais para detecção de altimetria (Modelo Digital de Elevação – MDE/DEM) fazem parte do escopo do SR, apresentando importância para pesquisas e análises territoriais.

Os MDEs são representações matemáticas da topografia, extraídas por meios ativos e passivos, onde os métodos de fotogrametria, radargrametria, estereoscopia, interferometria, lasers e nuvens de pontos são os mais utilizados. Observa-se os MDEs servindo de subsídio em pesquisas e políticas, sobretudo os modelos que são gratuitos, como o SRTM, ASTER GDEM e seus derivados (FARR *et al.*, 2007; TACHIKAWA *et al.*, 2011a). Utiliza-se MDEs em diversos estudos, estes podendo ser para zoneamento agroecológico, mudanças climáticas, planejamento urbano, processos geológicos/geomorfológicos, hidrologia, sensoriamento remoto, entre outros. Através de programação Python, Fu *et al.* (2018) classificaram a geomorfologia de uma província na China com o SRTM; por intermédio de modelos digitais de alta precisão, Vannier *et al.* (2018) monitoraram os processos evolutivos dos solos antes e depois das chuvas.

Utilizando um conjunto de dados, O’Loughlin *et al.* (2016) desenvolveram um modelo digital de elevação derivado do SRTM com capacidade de minimizar as incorreções

encontradas nas análises de vegetação. Ainda com o DEM SRTM, Balzter *et al.* (2015) com auxílio das imagens Sentinel mapearam variados usos em florestas na Europa. Mokarran e Hojati (2017) desenvolveram um algoritmo de análise morfométrica a partir do modelo digital de elevação SRTM e ASTER GDEM para observar o fluxo das terras agricultáveis no norte do Irã.

Nos estudos hidrológicos, os Modelos Digitais de Elevação auxiliam na análise e no desenvolvimento de novos produtos em ambientes de interesse. Observa-se estudos em bacias hidrográficas (MOURA-BUENO *et al.*, 2016; CHOWDHURY *et al.*, 2017), reservatórios de grande e pequeno porte (LI; LI; YAO, 2018), inundações (SANYAL *et al.*, 2014, YAN *et al.*, 2015; SAKSENA *et al.*, 2015; COSTABILE *et al.*, 2015), batimetria (KHATTAB *et al.*, 2017), modelagem hidrológica (JARIHANI *et al.*, 2015), conceitos e comparações (SHARMA; TIWARI, 2014; ZHAO *et al.*, 2017; ZAIDI *et al.*, 2018).

6.1.1 Os Modelos Digitais de Elevação na legislação hidrológica: O caso do Brasil

Além das pesquisas acadêmicas, documentos que auxiliam o licenciamento ambiental fundamenta-se nas MDEs para desenvolver diagnósticos, sendo um desmembramento da aplicação eficiente da legislação ambiental brasileira. Observa-se, por exemplo, o amparo dos Modelos Digitais de Elevação nas descrições das unidades de relevo e altimetria nos variados Estudos de Impacto Ambiental – EIA e Relatórios de Impacto Ambiental – RIMA. Para reservatórios, o MDE auxilia os Planos de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais – PACUERA, promovendo direcionamentos essenciais para o uso consciente da água.

Seguindo as definições propostas pelas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Nº 302/2002 e Nº 303/02, e refundamentado pelas Leis Federais de numero 12.651 de 25 de maio de 2012 (*Artigo 5 parágrafos 1 e 2*), as quais estabelecem normas gerais de proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente – APP e as Áreas de Reserva Legal e a Lei de numero 12.727, de 17 de outubro de 2012, que altera alguns pontos da Lei de nº 12.651, de 25 de maio de 2012, o PACUERA tem como objetivo principal incentivar a conservação, recuperação, uso e ocupação do reservatório e seu entorno, sendo procedimento fundamental para licenciamento de usinas hidrelétricas na sua respectiva licença de operação.

Sabe-se que em regiões com existência de déficit hídrico prolongado, como o semiárido brasileiro, a utilização de planejamentos bem embasados pode não somente

subsidiar formas que auxiliem na fixação do homem no território através do emprego, mas também revelar quais locais e como será destinado o recurso água em momentos de adversidades. Além disso, leva-se em consideração aspectos desenvolvimentistas no que se refere aos usos já existentes do local, de modo que sejam aplicadas soluções de cunho socioambientais. Custoso, relevante e complexo, a extrapolação do Plano para ambientes hídricos de menores proporções podem assistir diretrizes a gestão urbana; contudo, diante a situação econômica dos municípios brasileiros, a implementação facultativa desses documentos pode de um lado ser benéfico e do outro, atingir de forma negativa e direta o recurso financeiro do território, mesmo que momentaneamente.

Desdobramentos no que concerne o desenvolvimento e a aprovação destes relatórios ambientais e estudos de reservatórios para o seu respectivo licenciamento e operação são observados através de pesquisas pós implementação do empreendimento/edificação em região de interesse. Uma correta análise dos parâmetros altimetria, solos, temperatura e outros aspectos físicos e biológicos implicam na suspensão de eventuais transtornos futuros, pois os verdadeiros impactos são expostos e os desafios descritos nos relatórios são confrontados mediante a situação social, estrutural, econômica, de fauna e flora existente no tempo posterior.

Extremos desastres ambientais brasileiros como o rompimento e percolação de aproximadamente 62 milhões de rejeitos de ferro em Mariana (MG) (GOMES *et al.*, 2017; MARTA-ALMEIDA *et al.*, 2016; FERNANDES *et al.*, 2016; SEGURA *et al.*, 2016; GOMES *et al.*, 2018); a emissão de rejeitos de bauxita e alumínio em Barcarena (PA) (MPF, 2016; COELHO *et al.*, 2017) e os impactos oriundos dos vazamentos de petróleo (ANDRADE; AUGUSTO; JARDIM, 2018; MARANHÃO *et al.*, 2006) são exemplos de como a obrigatoriedade dos relatórios são importantes, do mesmo modo que uma boa execução e planejamento dos mesmos, sobretudo para as grandes obras, uma vez que ausentes de situações planejadas para contingências, os empreendimentos dizimam a qualidade da água, a fauna, flora e as atividades econômicas derivadas, com reversibilidade baixa ou até ausente.

Verificando a importância dos dados de MDEs para estudos ecossistêmicos, o suporte existente na legislação e os variados métodos para obtenção dos mesmos, é necessário analisar quais produtos altimétricos são mais sensíveis para pesquisas em diversas escalas, uma vez que Modelos Digitais de Elevação de baixa/média resolução pode não retratar com fidelidade amostras de médios/pequenos reservatórios e suas áreas circundantes. Ademais, por ser um modelo matemático, pesquisadores através de comparações obtiveram informações sobre a qualidade frente aos dados reais também relatando algumas imperfeições existentes

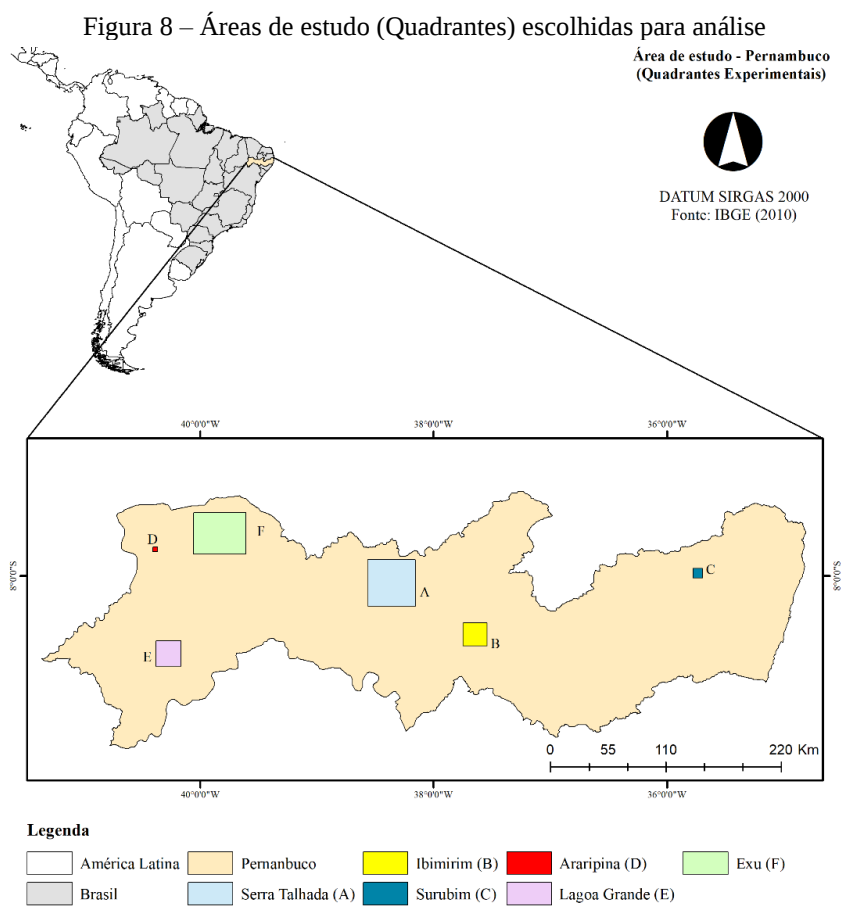
em modelos de elevação gratuitos (LUEDELING *et al.*, 2007; NIKOLAKOPOULOS *et al.*, 2006; JARIHANI *et al.*, 2015; WALCZAK *et al.*, 2016; SATGE *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2017; JAIN *et al.*, 2018). Portanto, encontrar a relação qualidade/custo ainda é um desafio, pois os levantamentos altimétricos de alta precisão necessitam de um alto investimento, o que limita a implementação de trabalhos em regiões federativas que mantêm o interesse de obter referências hipsométricas; estes aspectos citados potencializam a necessidade e a continuidade de estudos nessa temática.

Diante do exposto esse trabalho tem como objetivo comparar de forma analítica os Modelos Digitais de Elevação SRTM-90, SRTM-30, ASTER GDEM, TOPODATA, TanDEM-X-90 e ALOS AW3D30, frente aos dados LiDAR do Pernambuco Tridimensional - PE3D e sua qualidade para diferentes escalas do entorno de ambientes hídricos locados no semiárido de Pernambuco, Nordeste do Brasil.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Áreas de estudo

Para composição das áreas de estudos, selecionou-se seis ambientes localizados nas regiões do estado de Pernambuco, região Nordeste do Brasil (Figura 10).



Segundo a Figura 8, as regiões amostrais (Quadrantes) estão alocados no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. As áreas estão dentro dos municípios de Serra Talhada (A), Ibimirim (B), Surubim/Cumarú (C), Araripina (D), Lagoa Grande (E) Exu e Bodocó (F). A justificativa da escolha dessas áreas deu-se por conta da disponibilidade dos dados altimétricos presentes para análise e disposição territorial diversificada no estado. As informações sobre as unidades geoambientais e as áreas do entorno estão expostas na Tabela 1.

Tabela 1 – Informações gerais dos quadrantes pesquisados

Município	Unidade Geoambiental predominante	Área de Entorno da pesquisa	Referência
Serra Talhada	Depressão Sertaneja. Semiárido.	Entorno do Córrego Luanda, o Açude Borborema e Açude do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA	CPRM, 2005
Ibimirim	Bacia Sedimentares (relevo suave-ondulado). Semiárido.	Entorno do Açude Poço da Cruz	

Surubim/Cumaru	Relevos maciços e serras baixas. Semiárido.	Entorno do acude de Jucazinho
Araripina	Depressão Sertaneja. Semiárido.	Regiões circunvizinhas ao Açude de São Pedro
Lagoa Grande	Depressão Sertaneja. Semiárido	Toda a zona centro-norte do município.
Exu e Bodocó	Chapadas Altas e Depressão Sertaneja. Semiárido.	Quase a totalidade do município de Exu e a região centro-norte de Bodocó.

Localizado na microrregião do Pajeú pernambucano, a primeira área experimental escolhida tem 1976 Km² e está alocada no município de Serra Talhada Serra (Fig. 8a). A região é inserida na Depressão Sertaneja, uma relevante unidade geoambiental nordestina, com predominância das inserções de relevo suave-ondulado. Sobre os recursos hídricos circundantes, o território é banhado pelo rio Pajeú e três reservatórios: o córrego Luanda (abastecimento humano e pesca), o Açude Borborema (abastecimento humano – carros pipas) e Açude do Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA (piscicultura) (CPRM, 2005a; IBGE, 2010) (Figura 8a).

A segunda área experimental selecionada tem 494 Km² e está localizada no município de Ibimirim (Figura 8b), no sertão semiárido. Sobre os recursos hídricos na região observa-se a presença do rio Moxotó e do Açude Poço da Cruz (abastecimento humano, pecuária, agricultura irrigada – múltiplos usos), um dos maiores do estado. O terceiro ponto experimental pesquisado tem 79,50 Km² é refere-se a região circundante ao reservatório de Jucazinho (múltiplos usos), zona rural de Surubim e área limítrofe de Cumarú (PE) (Figura 8c). Localizado no Agreste, nome dado às áreas de transição entre a zona úmida e o semiárido (CPRM, 2005bcd).

A quarta e a quinta área experimental mantém características edafoclimáticas semelhantes. A quarta área tem 20 Km² e é referente a um território no município de Araripina (Figura 8d), já a quinta tem 567,87 Km² abarcando o município de Lagoa Grande (Figura 8e), ambas com clima tropical semiárido com vegetação de Caatinga Hiperxerófila e da Floresta Caducifólia nos trechos de elevação superior (CPRM, 2005ef). A área experimental de Araripina corresponde às regiões circunvizinhas ao Açude de São Pedro (múltiplos usos), sul do município; a área experimental em Lagoa Grande corresponde a um quadrante que engloba quase toda a zona centro-norte do município.

A sexta área experimental tem 1929,65 Km² e refletem aos municípios de Exu e Bodocó (Figura 8f). A altimetria é próxima ou superior a 800 metros com clima variando do tropical ao semiárido devido a variação altimétrica; este aspecto também reflete na vegetação: observa-se a presença de Floresta Caducifólia, Caatinga Hipoxerófila, Caatinga Hiperxerófila, ambientes de transição de Caatinga para florestas de porte e locais com Florestas de porte (CPRM, 2005gh). O quadrante experimental alcança quase a totalidade do município de Exu e a região centro-norte de Bodocó.

6.2.2 Descrição dos dados pesquisados

Nesta pesquisa utilizou-se variados MDEs, sendo estes produtos nacionais e internacionais. Para melhor elucidação, os dados trabalhados (*Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM, *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* – ASTER GDEM, TOPODATA (Brasil), TanDEM-X-90, ALOS World 3D – 30m (AW3D30) e Pernambuco Tridimensional (PE3D), serão descritos no que se refere às suas características.

6.2.3 SRTM (SRTM-30 e SRTM-90)

O *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM foi um projeto desenvolvido pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), a *U.S. National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA), o *U.S. Department of Defense* (DoD), o *Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt* (DLR) e a *Agenzia Spaziale Italiana* (ASI), sendo lançado no ano de 2000 com objetivo de mapear pelo método de interferometria *Synthetic Aperture Radar* (SAR) (InSAR) aproximadamente 80% do globo terrestre. Para o Brasil, os produtos oriundos do SRTM tinham a resolução espacial de 90 metros, disponibilizados pela plataforma do Ministério da Agricultura e Abastecimento - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) denominada “Brasil em relevo” (<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/>). Em setembro de 2014, através da política federal de dados abertos promulgada pelo então presidente Barack Obama, os dados de relevo com resolução espacial de 30 metros foram disponíveis (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) para a comunidade mundial (MIRANDA, 2005, FARR *et al.*, 2007; ESRI, 2014).

O processo de interferometria consiste na recepção de sinais por duas antenas separadas em uma distância fixa, o que permite o cálculo da superfície. As especificações do

MDE SRTM são os respectivos: projeção geográfica, espaçamento horizontal de 1x1 arc-sec (~30x30 m) ou 3x3 arc-sec (~90x90 m) lat/lon, referência horizontal WGS84 e largura da banda de 10 MHz. As especificações de sua performance descritas para o ambiente em estudo (américa do Sul) são de: erro absoluto de geolocalização (9,0 metros), erro de altura absoluta (6,2 metros), erro de altura relativa (5,5) e erro da altura do comprimento de onda (4,9 metros). Para os produtos SRTM 1x1 arc-sec são apontados erros absolutos de geolocalização inferiores a 20 metros, erros relativos de geolocalização inferiores a 15 metros, erros de altura absoluta inferiores a 16 metros e erro de altura relativa inferior a 10 metros (FARR *et al.*, 2007).

6.2.4 ASTER (ASTER GDEM)

O *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* – ASTER foi um projeto desenvolvido pelo *Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI) of Japan* e o *United States National Aeronautics and Space Administration (NASA)*, sendo lançado em 1999 através do satélite TERRA. A técnica de estereoscopia usada pelo sensor para coletar dados de altimetria fornece a possibilidade de um melhor detalhamento da superfície, o que segundo Yamaguchi *et al.*, 2001, despertou interesse da comunidade científica em utilizá-la nas pesquisas. As informações são mapeadas numa cobertura ampla (entre 83°N e 83°S) e o seu erro corresponde a uma variação entre 20 metros (95% de confiança) para os dados verticais e 30 metros (95% de confiança) para os dados horizontais (U.S./Japan ASTER Science Team, 2009; JSPACESYSTEMS, 2009).

As informações técnicas do modelo digital de elevação ASTER são as seguintes: resolução espacial de 30 metros; EGM96 (Earth Gravitational Model 1996) como plano de referência do geoide vertical; WGS84 (World Geodetic System 1984) como plano de referência horizontal (U.S./Japan ASTER Science Team, 2009). Os produtos podem ser extraídos através da plataforma virtual NASA Earth Data (<https://search.earthdata.nasa.gov/>) e na Global data Explorer (<https://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>), mais informações são expostas nos trabalhos de Tachikawa *et al.* 2011b. 2011a.

6.2.5 TOPODATA

Derivado dos produtos SRTM, o projeto TOPODATA foi desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE sob apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP em agosto de 2008, fruto da necessidade de um refinamento dos Modelos Digitais de Elevação para o Brasil. Em território brasileiro, os modelos digitais de elevação disponíveis (SRTM) tinham a resolução espacial de 90 metros, desta forma, a partir da aplicação de processos como preenchimento de falhas, conversão e interpolação, obteve-se produtos refinados de altimetria, estes com 30 metros (TOPODATA, 2019).

Diversos trabalhos no Brasil utilizam esse modelo devido sua resolução espacial (MANTELLI *et al.*, 2009; ROSSETTI *et al.*, 2008; VALERIANO; ROSSETI, 2008; VALERIANO; ROSSETI, 2012). Os dados estão organizados em quadrículas de 1:250.000 (1° de latitude por 1,5° de longitude), estando disponível na plataforma do INPE – TOPODATA (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>). As pesquisas de Valeriano (2005) e Valeriano et al. (2009) elucidam questionamentos mais amplos acerca do projeto como um todo.

6.2.6 ALOS AW3D30

A *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) desenvolveu o projeto ALOS World 3D – 30m (AW3D30) que consiste no mapeamento do modelo de superfície de 1 arco segundo (30 metros), sendo disponível para comunidade global a partir de maio de 2015. A técnica para criação desse modelo foi por intermédio da fotogrametria ótica com o sensor PRISM, a bordo do satélite ALOS DAICHI entre 2006 a 2011 (JAXA, 2017; ESRI, 2017).

Visando a utilização do modelo para diversos fins, sejam eles educacionais, pesquisa científica e até mesmo o setor privado, a plataforma da JAXA disponibiliza além do tutorial para registro, os respectivos caminhos para coleta das informações terrestres (<https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/data/index.htm>). Os dados estão referenciados no plano vertical ao geóide EGM96 (*Earth Gravitational Model* 1996) e horizontal ao WGS84 (*World Geodetic System* 1984), com acurácia vertical de aproximadamente 5 metros (JAXA, 2017; ESRI, 2017). Mais informações sobre o ALOS AW3D30 são descritas nos trabalhos de Tadono *et al.* (2014) e Takaku *et al.* (2016).

6.2.7 ALOS PALSAR

A JAXA e a *Japan Resources Observation System Organization* (JAROS) desenvolveram o projeto Alos Palsar que foi lançado em órbita em 2006 a 2011, resultando em produtos de elevação com resolução espacial de 12,5 metros. O nome “PALSAR” se dá devido ao sensor “*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*” microondas ativo que fornece um mapeamento radar dia e noite sem interferência de nuvens. A ideia central do projeto era de subsidiar a ciência no que se refere ao monitoramento de catástrofes e outras dinâmicas terrestres (JAXA, 2019; ASF, 2019).

6.2.8 TanDEM-X-90

O TanDEM-X (*TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurements*) é um projeto desenvolvido pela *The German Aerospace Center* (DLR), *Airbus Defence & Space GmbH* e *GFZ German Research Centre for Geosciences* visando gerar um modelo de elevação com qualidade e precisão homogênea. O mapeamento original teve como produto informações de 12 metros de resolução, contudo, para a comunidade global, disponibilizou-se dados reamostrados para 90 metros, e são estes dados que a pesquisa foi realizada. Segundo o DLR (2019), o erro de precisão vertical é próximo a 1 metro, muito abaixo dos 10 metros aceitáveis. Mais esclarecimentos sobre o modelo são observados na plataforma DLR (<https://geoservice.dlr.de/web/dataguide/tdm90/#literature>) e nos trabalhos de Grohmann (2018), Wessel *et al.* (2018) e Krieger *et al.* (2007).

6.2.9 Pernambuco 3D (LiDAR)

O Pernambuco Tridimensional (PE3D), resultado de um mapeamento a laser (LiDAR) sendo disponível em plataforma virtual (<http://www.pe3d.pe.gov.br/>) os diversos produtos, que variam entre o recobrimento aerofotogramétrico a MDE (PE3D, 2019). Sobre os planos de referências, os modelos digitais de elevação na escala de 1:5000 mantém uma resolução espacial de 1 metro e o da escala 1:1000, 50 centímetros.

Para os procedimentos de perfilamento a laser, utilizou-se uma varredura a partir de um avião acoplado com sensores altimétricos, que registraram os pulsos emitidos em relação ao solo-ar. Utilizando o sistema ALS (*Airborne Laser Scanning*), considerou-se os

seguintes parâmetros oriundos do equipamento ALS 50 – LEICA: 1) Ângulo de abertura (FOV): 34,5°; 2) Superposição lateral (entre faixas): Min 20%; 3) Frequência Scanner: 36,8 Hz; 4) Frequência de repetição: 93,2 Hz; e 4) Densidade de pontos MDE (média): melhor 0,5 /m². Além disso, validou-se os pontos de referência com informações de GPS e sites específicos de constelação de dados de alta precisão (International GNSS Service, por exemplo) pelo método PPP – Posicionamento por Ponto Preciso e aerotriangulações estatísticas (PE3D, 2019).

6.2.10 Obtenção e avaliação dos dados de referência

Obteve-se as informações de referência através da geração de pontos automáticos de forma aleatória nas áreas de estudo (*Random Points*), onde a quantidade destes pontos acima da possibilidade de coleta humana fornece para pesquisa a capacidade de avaliação da precisão dos MDE.

Os *Random Points* consistem na inclusão em um ambiente pré-determinado um número de pontos expostos de forma aleatória. Segundo o ArcGis (2016) esse recurso parte do princípio da especificação de informações x e y junto a triangulações executadas através da criação de variados triângulos de diferentes tamanhos que geram paralelogramos. Nos pontos dos paralelogramos são criados os pontos de referências e esses são replicados de formas aleatórias até alcançar a quantidade de pontos estabelecidos. A utilização de pontos aleatórios para extração de dados no Sensoriamento Remoto é observada na segunda década dos anos 2000, sendo aplicado nos trabalhos de Dorais e Cardille (2011), Miranda *et al.* (2018), Achard *et al.* (2014), Redo, Aide e Clark (2013) e Portillo-Quintero e Sánchez-Azofeifa (2010). Achard *et al.* (2014) aponta que esse processo metodológico emerge a partir de uma alternativa para redução de custos com mapeamentos de grandes áreas ou pela impossibilidade de mapeamentos devido às extensas regiões pesquisadas.

A avaliação dos Modelos Digitais de Elevação dar-se-á em etapas, uma vez que as regiões escolhidas se manifestam de diferentes formas, sejam elas no que se refere a espacialização ou contextualização geoambiental (Tabela 2).

Tabela 2 – Características metodológicas de extração dos dados nas MDEs

Faixa territorial pesquisada	Quantidade de pontos amostrais extraídos	Espaçamento entre pontos	Áreas experimentais (Quadrantes) (Km²)
Regiões abaixo de 100 Km ²	50 mil pontos aleatórios (<i>Random Points</i>)	Espaçamentos de 5 metros	Araripina 20 (Fig. 1d) e Surubim 79,50 (Fig. 1c)
Regiões na faixa de 999 a 100 Km ²	100 mil pontos aleatórios (<i>Random Points</i>)	Espaçamentos de 10 metros	Ibimirim 494 (Fig. 1b) e Lagoa Grande 567,87 (Fig. 1e)
Regiões acima de 1000 Km ²	100 mil pontos aleatórios (<i>Random Points</i>)	Espaçamento de 20 metros	Exu/Bodocó 1929,65 (Fig. 1f) e Serra Talhada 1976 (Fig. 1a)

Segundo a Tabela 2, para as áreas acima de 1000 Km², testou-se a qualidade através de 100 mil pontos aleatórios (*Random Points*) com espaçamento de 20 metros; em ambientes na faixa de 999 a 100 Km², 100 mil pontos com espaçamentos de 10 metros. Em regiões abaixo de 100 Km², 50 mil pontos com espaçamentos de 5 metros. As áreas experimentais seguem o quantitativo total (em Km²): Serra Talhada 1976 (Fig. 8a), Ibimirim 494 (Fig. 8b), Surubim 79,50 (Fig. 8c), Araripina 20 (Fig. 8d), Lagoa Grande 567,87 (Fig. 8e) e Exu/Bodocó 1929,65 (Fig. 8f).

Sobre as informações MDEs de referência, Grohmann (2018) comenta que na ausência de dados reais para validação e comparação com as MDE, utiliza-se o modelo mais próximo a realidade ou o levantamento LiDAR como a informação de cunho verdadeiro; essa premissa também é utilizada em outros trabalhos (WESTOBY *et al.*, 2012; CASAGLI *et al.*, 2017; DEWITT *et al.*, 2015) dando assim, respaldo acadêmico. Baade e Schmullius (2016) comenta que os trabalhos de comparação dos modelos de elevação, comumente se calcula a qualidade da precisão pela razão dos pontos coletados e fonte de maior precisão (GROHMANN, 2018; REUTER *et al.*, 2009). Desta forma, o Modelo Digital de Elevação utilizado como referência é o Pernambuco Tridimensional (PE3D) devido a sua alta escala de detalhe (50 cm). A etapa das análises dos modelos será amparada através das estatísticas descritivas frente ao PE3D.

6.2.11 Comparação e análise estatística dos MDE

Uma vez que para cada geração de pontos são criados espaçamentos distintos, no desenvolvimento da pesquisa foram salvos seis *shapefiles* de referência para comparação e análise do trabalho. Esses produtos serão utilizados para extração das informações dos MDEs, sejam eles de referência (Pernambuco Tridimensional) ou comparados (SRTM-30, SRTM-90, ASTER GDEM, TOPODATA, TANDEM-X, ALOS PALSAR E ALOS AW3D30). Indo de

encontro com a literatura, as estatísticas utilizadas para análise serão apresentadas na forma do coeficiente de Pearson (r), Percent Bias (P Bias), Erro médio quadrático da raiz (*Root Mean Square Error* – RMSE) e P-value. O cálculo de erro gráfico e outras estatísticas descritivas como os valores mínimo, máximo, média, desvio padrão e gráficos de dispersão também serão apresentados.

Segundo Mukaka (2012), o coeficiente de correlação de Pearson é comumente utilizado quando as variáveis em estudos são normalmente distribuídas. O intuito desse coeficiente é apontar o grau de relação entre duas variáveis, podendo ser uma correlação negativa (quando os valores estão próximos a -1), sem correlação (próximo a 0) e correlação positiva (quando os valores estão próximos a 1). Representado por “r”, a formulação do coeficiente é definida pela Equação 1:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Onde: x e y correspondem as informações estudadas; $\bar{x}$ e $\bar{y}$ correspondem às médias das amostras.

Percent Bias, ou Pbias é o percentual que mede a tendência sobre os valores simulados serem maiores ou menores em relação aos valores observados. O limiar do Pbias é 0, sendo os valores acima de 0 indicando a superestimação e abaixo a subestimação (YAPO; GUPTA; SOROOSHIAN, 1996; SOROOSHIAN; DUAN; GUPTA, 1993). A formulação é definida pela Equação 2:

$$\text{Pbias} = 100 \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - O_i)}{\sum_{i=1}^n O_i} \quad (2)$$

Onde: S_i corresponde aos valores simulados e O_i , observados.

Segundo Barnston (1992) o Erro médio quadrático da raiz - *Root Mean Square Error* (RMSE) informa se os dados pesquisados estão em consonância com as informações de

referência, sendo muito usado em diversos trabalhos que envolvem as ciências exatas e da terra. A formulação do RMSE é definida pela Equação 3:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n}} \quad (3)$$

Onde: P_i corresponde aos valores pesquisados, O_i aos valores observados e n o tamanho da amostra.

O clássico estudo sobre o valor-p (p-value) é datado do início do século XX. Pearson (1900) começa a discutir sobre o conceito de teste qui-quadrado (R^2) e também lança considerações acerca do valor-p. Contudo, segundo Biau, Jolles e Porcher (2010) o teste propriamente dito e as teorias que embasaram-na foram desenvolvidas em 1920 por Ronald Fisher, Jerzy Neyman e Egon Pearson.

O valor p é utilizado para o pesquisador rejeitar ou não a hipótese nula. Quanto mais for próximo ao valor 0, mais a amostra estudada está adequada a uma análise (Tabela 3).

Tabela 3 - Diretrizes do valor p para rejeitar a hipótese nula
Condições do valor p para rejeitar a hipótese nula

Se $p > 0.10 \rightarrow$ "não significativo"
Se $p \leq 0.10 \rightarrow$ "marginamente significativo"
Se $p \leq 0,05 \rightarrow$ "significativo"
Se $p \leq 0,01 \rightarrow$ "altamente significativo"

As considerações sobre as formulações do valor p são descritas nos manuscritos de Pearson (1900) e Biau, Jolles e Porcher (2010). No trabalho consideramos qualquer valor abaixo de 0,05 com a legenda de ($p < 0,05$), apresentando dessa forma, informações significativas.

Segundo Bias, Brites e Rosa (2012), o Erro Gráfico relaciona-se com a proporção entre a representação gráfica e a superfície terrestre. A formulação da mesma envolve o fator de escala e o menor comprimento gráfico que se pode obter em representações (0,2 mm) (Equação 4).

$$Eg = 0,0002 \times Fe$$

$$\therefore$$

$$Fe = \frac{Eg}{0,0002} \quad (4)$$

Onde: Eg erro tolerável em metros e Fe é o fator de escala do documento cartográfico.

Utilizando o valor RMSE (Eg) na formulação do Erro gráfico (Equação 5) é possível aferir o Fator de Escala (Fe) base para cada modelo digital indicado em estudo. Sendo auxiliado pela Tabela 4, que mostra a padronização da escala de acordo com a precisão, esta pesquisa recomendará adequadas escalas para os modelos digitais.

Tabela 4 – Precisão em função da escala adotada

Escala	Precisão (M)
1:10.000	2,00
1:25.000	5,00
1:50.000	10,00
1:75.000	15,00
1:100.000	20,00
1:150.000	30,00

Adaptada de Bias, Brites e Rosa (2012)

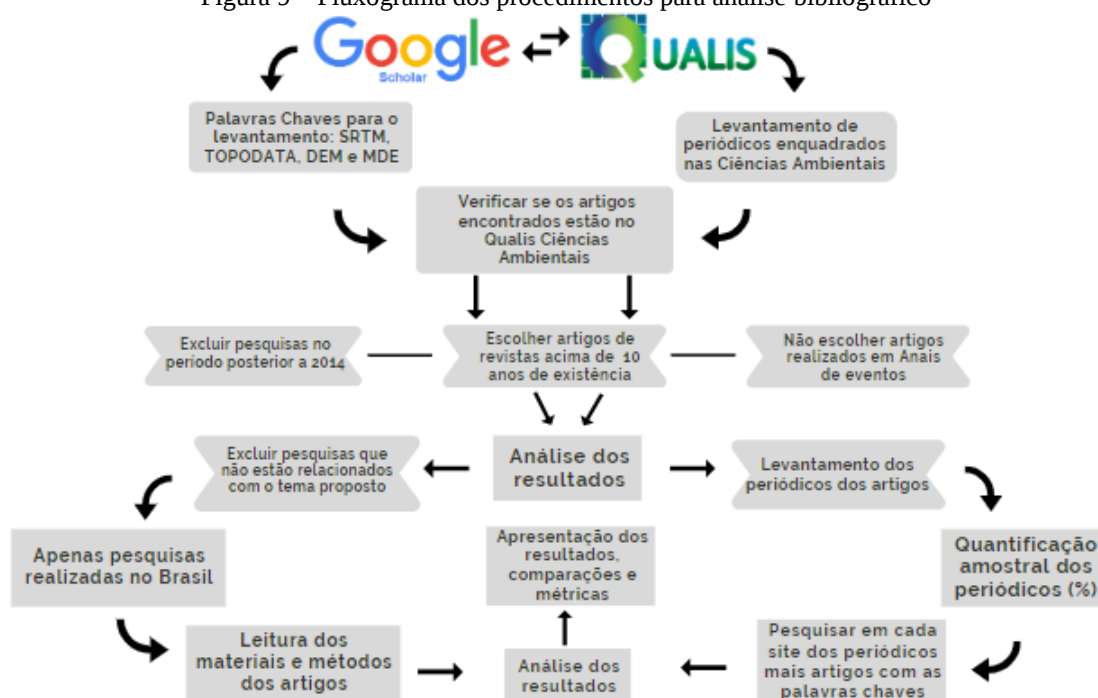
6.2.12 Procedimentos para obtenção dos dados bibliográficos

Em relação aos procedimentos referentes ao levantamento de informações bibliográficas, optou-se pela aplicação de filtros para obtenção de dados tratados e direcionados ao tema central. No que diz respeito a sua definição, o levantamento bibliográfico é exposto para Galvão (2010) como a potencialização do pensamento coletivo, munindo-se de informações que podem evitar a duplicação de pesquisas, possíveis falhas nos estudos realizados, cobrir lacunas não trabalhadas em profundidade e propor novos temas ou estudos correlatos. Galvão (2010) recomenda o uso consciente das palavras chaves e dos sítios de pesquisas, de modo que capte através deste um intervalo de 150 a 100 artigos, o aconselhado para uma tese ou dissertação.

Dessa forma, escolheu-se o Google Acadêmico (GA) como fonte de dados. Os motivos para a escolha dessa fonte de dados estão ligados a facilidade do portal na pesquisa de artigos em português, na baixa disponibilidade de periódicos nacionais indexados em bases de dados direcionadas (*Elsevier* e *PubMed*, por exemplo), na quantidade de artigos expostos

na base GA e sua simplicidade na repetição de metodologias observadas em literatura (GIUSTINI *et al.*, 2005; FALAGAS *et al.*, 2008; PUCCINI *et al.*, 2015). Em concomitância ao levantamento no GA, verificou-se a o impacto da revista, bem como seu período de atuação através do WebQualis, o sítio virtual referente a classificação de periódicos a nível nacional, promovido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. A Figura 9 revela os procedimentos para a obtenção de dados para o desenvolvimento do levantamento bibliográfico na pesquisa.

Figura 9 – Fluxograma dos procedimentos para análise bibliográfico



Segundo a Figura 9, a primeira etapa diz respeito a pesquisa das palavras chaves na base de dados Google Acadêmico. Dessa forma pesquisou-se as palavras: “SRTM”, “TOPODATA”, “ASTER GDEM”, “DEM”, “MDE” e “Altimetria”. Ainda na primeira etapa, executou-se o levantamento dos periódicos enquadrados nas Ciências Ambientais pelo WebQualis (Quadrienal 2013 – 2016), encontrando 48 periódicos relacionados ao tema.

A segunda etapa são as aplicações de filtros para refino da pesquisa. Os filtros abarcam: (i) exclusão de artigos publicados em Anais de eventos; (ii); exclusão de artigos não relacionados ao tema central; (iii) seleção de pesquisas executadas e aplicadas em solo brasileiro; (iv) exclusão de artigos publicados em periódicos abaixo de 10 anos de existência e (v) exclusão de artigos publicados no período posterior a 2014, devido a publicização do Modelo Digital de Elevação SRTM base enquanto gratuidade acontecer no ano de 2014.

Desta forma, somou-se as pesquisas coletadas via GA junto aos artigos oriundos da pesquisa em cada periódico relacionado ao tema com as mesmas palavras chaves da primeira etapa. No final da análise obteve-se o quantitativo de 234 artigos diretamente relacionados sobre o tema onde analisou-se o título, objetivo e a metodologia. A lista dos artigos pode ser observada de forma completa no Apêndice A.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1 Análise comparativa da qualidade dos dados altimétricos

As informações referentes às comparações altimétricas frente aos dados do Pernambuco Tridimensional (PE3D) estão apresentadas através das Tabelas 5 (Arapipina), 6 (Surubim), 7 (Ibimirim), 8 (Lagoa Grande), 9 (Exu/Bodocó) e 10 (Serra Talhada) e em Figuras através dos Apêndices B (Arapipina 20 Km²), C (Surubim 79,50 Km²), D (Ibimirim 494 Km²), E (Lagoa Grande 567,87 Km²), F (Exu/Bodocó 1929,65 Km²) e G (Serra Talhada 1976 Km²).

Tabela 5 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Araripina
Região amostral: Araripina (20 km²)

MDE	Min	Max	Média	DesP	r (Pearson)	p-value	Pbias	RMSE	FEI
PE3D	476,4	548	506,2	14,4	-	-	-	-	1:5000
SRTM 90	481	546	507	14,6	0,96	0	0,239	4,052	1:25000
TANDEM 90	448	532	496	14,4	0,93	0	-2,084	11,774	1:75000
ALOS PALSAR	469	534	496	14,7	0,99	0	-2,003	10,389	1:75000
ALOS AW3D30	436	577	508	15,1	0,96	0	0,27	4,422	1:25000
SRTM 30	480	546	508	14,7	0,99	0	0,3	2,737	1:25000
TOPODATA	481	546	508	14,5	0,99	1,0E-138	0,27	2,53	1:25000
ASTER GDEM	449	568	509	15	0,73	0	0,517	11,07	1:75000

Legenda: Min – Valor mínimo; Max – Valor máximo; Média – Média dos valores amostrais; DesP – Desvio Padrão da amostra; FEI – Fator de Escala Indicado na pesquisa.

Tabela 6 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Surubim
Região amostral: Surubim (79,5 km²)

MDE	Min	Max	Média	DesP	r (Pearson)	p-value	Pbias	RMSE	FEI
PE3D	229,6	565,7	325,8	53,8	-	-	-	-	1:5000
SRTM 90	231	559	325	52,3	0,94	1,7E-117	-0,155	18,545	1:100000
TANDEM 90	227	553	321	52,2	0,98	3,8E-22	-1,503	12,013	1:75000

ALOS PALSAR	218	556	320	53,2	1	1,6E-134	-1,695	7,298	1:50000
ALOS AW3D30	183	561	327	52,9	0,99	1,7E-97	0,452	6,958	1:50000
SRTM 30	222	562	325	53,2	1	1,1E-40	-0,135	4,582	1:25000
TOPODATA	229	560	326	53,8	0,98	9,7E-12	-0,057	9,644	1:50000
ASTER GDEM	147	691	328	59,9	0,94	0	0,709	20,674	1:150000

Legenda: Min – Valor mínimo; Max – Valor máximo; Média – Média dos valores amostrais; DesP – Desvio Padrão da amostra; FEI – Fator de Escala Indicado na pesquisa.

Observando a Tabela 5 é possível verificar que os modelos SRTM 30, SRTM 90 e TOPODATA aproximaram dos valores máximos e mínimos referências para a primeira área experimental abaixo dos 100km² (Araripina). Os modelos descritos anteriormente apresentam melhores RMSE (TOPODATA, 2,53; SRTM 30, 2,737; SRTM 90, 4,0521) e Pbias (SRTM 90, 0,239; TOPODATA, 0,27; SRTM 30, 0,3) com fatores de escala (FEI) de 1:25000. Os Modelos Digitais de Elevação com maiores valores são observados no TANDEM-X 90, ASTER GDEM e ALOS Palsar (Fator de escala 1:75000).

Na segunda área experimental abaixo dos 100k² (Surubim) (Tabela 6) nota-se os modelos TANDEM-X 90 e TOPODATA aproximando-se dos valores mínimos observados; para os maiores valores o ALOS AW3D30, TOPODATA e SRTM 30 mantem-se em evidência, tendo o SRTM 30 o modelo de melhor performance (RMSE 4,582; Pbias -0,135) com Fator de Escala de 1:25000. As Tabelas 7 e 8 retratam as informações altimétricas para as regiões experimentais pertencentes a faixa de 999 a 101 km² (Ibimirim e Lagoa Grande).

Tabela 7 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Ibimirim
Região amostral: Ibimirim (494 km²)

MDE	Min	Max	Média	DesP	r (Pearson)	p-value	Pbias	RMSE	FEI
PE3D	383,8	727,1	454	40,4	-	-	-	-	1:5000
SRTM 90	386	730	456	40,1	0,98	3,9E-25	0,407	8,168	1:50000
TANDEM 90	366	722	446	40,1	0,99	0	-1,841	9,901	1:50000
ALOS PALSAR	376	718	448	40,4	1	0	-1,425	6,966	1:50000
ALOS AW3D30	387	729	456	40,3	1	2,3E-47	0,397	3,265	1:25000
SRTM 30	383	734	456	40,3	1	1,1E-59	0,399	3,388	1:25000
TOPODATA	386	728	456	40,1	1	2,6E-146	0,395	4,144	1:25000
ASTER GDEM	335	731	450	40,4	0,99	0	-0,917	7,667	1:50000

Legenda: Min – Valor mínimo; Max – Valor máximo; Média – Média dos valores amostrais; DesP – Desvio Padrão da amostra; FEI – Fator de Escala Indicado na pesquisa.

Tabela 8 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Lagoa Grande
Região amostral: Lagoa Grande (567,87 km²)

MDE	Min	Max	Média	DesP	r (Pearson)	p-value	Pbias	RMSE	FEI
PE3D	382,9	660,1	445,5	32,6	-	-	-	-	1:5000
SRTM 90	383	654	457	32,4	0,98	1,3E-34	0,223	6,109	1:50000
TANDEM 90	372	644	443	32,5	1	0	-2,738	12,841	1:75000
ALOS PALSAR	368	643	445	32,4	1	0	-2,417	11,262	1:75000
ALOS AW3D30	386	658	457	32,2	1	0	0,278	2,771	1:25000
SRTM 30	380	655	457	32,4	1	1,2E-151	0,222	2,845	1:25000
TOPODATA	383	651	456	32,6	1	5,3E-268	0,203	2,71	1:25000
ASTER GDEM	358	656	446	34,7	0,98	0	-2,002	11,915	1:75000

Legenda: Min – Valor mínimo; Max – Valor máximo; Média – Média dos valores amostrais; DesP – Desvio Padrão da amostra; FEI – Fator de Escala Indicado na pesquisa.

Os valores referências mínimo (383,8 metros) e máximo (727,1 metros) da região experimental de Ibimirim (Tabela 7) se encontram melhor representado no valor mínimo pelo modelo SRTM 30 (383 metros) e ao valor máximo pelos modelos TOPODATA (728 metros) e ALOS AW3D30 (729 metros). As maiores escalas são encontradas nos modelos SRTM 30, TOPODATA E ALOS AW3D30 (1:25000) como os valores RMSE e Pbias mais ajustados frente ao PE3D.

No quadrante da Lagoa Grande, os modelos SRTM 90 e TOPODATA tiveram seu valor mínimo aproximado ao valor referência (383 metros frente a 382,9 para o referência - PE3D); o valor máximo melhor representado foi do modelo ALOS AW3D30 (658 metros). Apesar do SRTM 90 manter valores aproximados ao de referência, os modelos mais ajustados foram o ALOS AW3D30 (RMSE 2,771; Pbias 0,278), SRTM 30 (RMSE 2,845; Pbias 0,222) e TOPODATA (RMSE 2,71; Pbias 0,203) com Fator de Escala de 1:25000 (Tabela 8). As Tabelas 9 e 10 apresentam as informações altimétricas das regiões em pesquisa acima dos 1000 km².

Tabela 9 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Exu/Bodocó
Região amostral: Exu/Bodocó (1929,65 km²)

MDE	Min	Max	Média	DesP	r (Person)	p value	Pbias	RMSE	FEI
PE3D	424,7	966,7	604,8	165,3	-	-	-	-	1:5000
SRTM 90	427	964	607	165,4	1	7E-25	0,33	7,813	1:50000
TANDEM 90	416	951	594	165,2	1	0	-1,753	11,765	1:75000
ALOS PALSAR	416	952	595	165,3	1	0	-1,617	10,173	1:50000
ALOS AW3D30	394	964	606	165,6	1	9,4E-07	0,13	4,403	1:25000
SRTM 30	427	963	606	165,4	1	1,7E-254	0,22	3,247	1:25000
TOPODATA	427	963	606	165,3	1	9,6E-224	0,188	3,483	1:25000

ASTER GDEM	387	1000	603	164,8	1	1,2E-10	-0,329	7,232	1:50000
---------------	-----	------	-----	-------	---	---------	--------	-------	---------

Legenda: Min – Valor mínimo; Max – Valor máximo; Média – Média dos valores amostrais; DesP – Desvio Padrão da amostra; FEI – Fator de Escala Indicado na pesquisa.

Tabela 10 – Informações comparativas das MDEs na região amostral de Serra Talhada
Região amostral: Serra Talhada (1976 km²)

MDE	Min	Max	Média	DesP	r (Pearson)	p value	Pbias	RMS	FEI
PE3D	363	1030,7	471,6	72,5	-	-	-	-	1:5000
SRTM 90	361	1036	475	73,3	0,98	0	0,672	14,586	1:100000
TANDEM 90	335	1026	464	72,7	0,99	0	-1,72	12,644	1:75000
ALOS PALSAR	358	1024	466	72,7	1	0	-1,295	6,73	1:50000
ALOS AW3D30	367	1033	474	72,4	1	0	0,565	4,468	1:25000
SRTM 30	367	1033	474	72,7	1	9E-89	0,562	4,003	1:25000
TOPODATA A	366	1030	474	72,5	1	2,6E-183	0,553	4,545	1:25000
ASTER GDEM	342	1025	473	72,2	1	2,8E-84	0,193	5,214	1:25000

Legenda: Min – Valor mínimo; Max – Valor máximo; Média – Média dos valores amostrais; DesP – Desvio Padrão da amostra; FEI – Fator de Escala Indicado na pesquisa.

Para o quadrante de Exu/Bodocó (Tabela 9) os modelos que apresentam proximidade com as informações referência mínima e máxima são o SRTM 90, ALOS AW3D30, SRTM 30 e TOPODATA. Verificando as estatísticas, as melhores representações para o território estão no ALOS AW3D30 (RMSE 4,403; Pbias 0,13), SRTM 30 (RMSE 3,247; Pbias 0,22) e TOPODATA (RMSE 3,483; Pbias 0,188) com fator de escala indicado de 1:25000. Na Tabela 10 observa-se a predominância dos MDEs descritos anteriormente, contudo, verifica-se resultados semelhantes para o ASTER GDEM (RMSE 5,214; Pbias 0,193) estando-o em fator de escala de 1:25000.

Ademais, os outros modelos observados na pesquisa (TANDEM 90, SRTM 90, ALOS PALSAR e ASTER GDEM) mesmo não alcançando escalas de 1:25000 também apresentaram, no geral, recomendações nas faixas entre 1:50000 a 1:150000 ainda considerada quanto a sua representação uma escala de semi-detalle e tendo a sua importância para estudos acadêmicos de grandes coberturas.

Além de enfatizar a importância dos dados LiDAR para pesquisas de cunho nacionais, as análises obtidas pelo PE3D junto a outros dados altimétricos confirmam a reputação dos projetos SRTM-30, TOPODATA e do ALOS AW3D30 encontrados na literatura. No primeiro ambiente amostral estudado abaixo de 100 km² (Araripina – 20 km²), o SRTM-30 e

TOPODATA mantiveram os melhores resultados (Pbias 0,3 e RMSE 2,73 m; Pbias 0,27 e RMSE 2,53 m, respectivamente). Na segunda amostra de estudo abaixo dos 100 km² os melhores resultados foram dos modelos SRTM – 30 e ALOS AW3D30 (Pbias -0,135 e RMSE 4,58; Pbias 0,452 e RMSE 6,95, respectivamente). Os modelos TanDEM-X-90, ASTER GDEM e ALOS PALSAR revelaram valores mais elevados em relação aos demais (Tabelas 5 e 6).

Nas demais regiões escolhidas para comparação de modelos, estas superiores aos 100 km², independente das unidades geoambientais contidas foram encontrados resultados semelhantes no que se refere aos melhores modelos para área. TOPODATA, ALOS AW3D30 e SRTM-30 obtiveram os dados estatísticos mais satisfatórios quando comparados ao PE3D. Vale destacar a performance do modelo ALOS PALSAR, que mesmo com uma maior resolução (12,5 metros), não obteve valores de RMSE menores que os modelos citados anteriormente com resoluções inferiores (Tabela 7, 8, 9 e 10).

Os melhores Modelos Digitais de Elevação alcançam um fator de escala indicado de 1:25000. Por sua vez, os modelos com resultados inferiores alcançam fatores escalares de 1:50000, 1:75000 e 1:100000, sendo recomendados para estudos de cunho mais generalizados. Mesmo havendo diferenças entre os valores do RMSE nos MDE's em estudo, estes valores ainda estão abaixo dos erros declarados nos sites oficiais dos respectivos modelos digitais.

As informações encontradas na pesquisa dialogam e concomitam com relevantes resultados extraídos de estudos entre comparações acerca dos Modelos Digitais no Brasil e no mundo. Nikolakopoulos, Kamaratakis e Chrysoulakis (2006) compararam os modelos digitais SRTM e ASTER GDEM em duas regiões da Grécia e constataram a importância dos respectivos modelos em análises territoriais. Jain *et al.* (2018) executaram uma análise comparativa junto aos modelos SRTM-GL1, GDEM-V2, AW3D30 e CartoDEM-V3.1 em um território indiano e detectaram diferenças em relação ao desempenho e declive (melhores MDE's foram o AW3D30 e o SRTM-GL1), zona costeira (SRTM-GL1) e dificuldades das MDE's para obtenção de dados batimétricos.

Dong *et al.* (2014) compararam a acurácia dos modelos ASTER GDEM, SRTM, and DLR-SRTM na região nordeste da China e constataram a superioridade do SRTM entre os demais. Varga e Bašić (2015) quando compararam uma variedade de modelos na Croácia, estes de altas e baixas resoluções observaram que mesmo com alguns vazios o SRTM-30 promove uma excelente cobertura da superfície terrestre, sendo bem utilizada nas geociências. Em uma análise comparativa na Rússia, Florinsky, Skrypitsyna e Luschikova (2018)

estudaram as diferenças pertencentes nos modelos ALOS AW3D30, ASTER GDEM e SRTM, onde obtiveram os melhores resultados provenientes do modelo ALOS AW3D30.

Rawat *et al.* (2013) quando analisaram os modelos digitais SRTM, ASTER GDEM e o modelo de alta resolução CartoSAT em um território indiano obtiveram resultados semelhantes aos demais na literatura, onde o SRTM possuiu uma qualidade melhor frente ao ASTER-GDEM. Fatores como declividade mais acentuada, depressões e suas respectivas sombras são as justificativas encontradas para os vazios existentes no modelo SRTM, nestes casos, estes devem ser preenchidos com dados secundários ou geoestatística (RAWAT *et al.*, 2013; HASAN *et al.*, 2011; BHAKAR *et al.*, 2010).

No Brasil numerosas pesquisas refinam os melhores modelos para aplicações em diversos âmbitos de trabalho e dão seguridade a produtos científicos oriundos de grandes projetos. No geral, os resultados enfatizam a utilização dos dados SRTM para escalas acima de 1:100 000 (FORNELOS e NEVES, 2007; BIAS *et al.*, 2011; SILVA; SANTIGAGO; SILVA, 2018) e 1:250 000 (PINHEIRO, 2006), sendo muitas vezes superiores aos modelos GTOPO30 (LYRA *et al.*, 2011), cartas topográficas do IBGE (SANTOS; GABOARDI; OLIVEIRA, 2006), ASTER GDEM e TOPODATA (TESKE; GIASSON; BAGATINI, 2014).

Contudo, são observadas exceções, nos quais as cartas topográficas do IBGE foram superiores em qualidade quando comparada ao SRTM e ASTER GDEM para mapeamento de solos (CHAGAS *et al.*, 2010) e a equiparação do modelo digital ALOS AW3D30 com o SRTM para análises territoriais, sendo considerados por Silva, Santiago e Silva (2018) uma boa fonte de dados para trabalhos com escalas médias e pequenas.

Ainda nas pesquisas de cunho comparativo dos Modelos Digitais de Elevação no estado brasileiro, nota-se a presença do projeto TOPODATA e a relevância dos mapeamentos de alta precisão – LiDAR. Miceli *et al.* (2011) observaram a excelência do TOPODATA frente a outros modelos de elevação em situações de 1:50 000 e 1: 100 000 de escalas; as pesquisas de Iorio *et al.* (2012) e Moura, Bias e Brites (2014) apontaram resultados satisfatórios dos modelos SRTM e TOPODATA quando comparados ao ASTER GDEM e modelos extraídos de imagens de satélite. Sobre os modelos executados via laser – LiDAR, tais procedimentos conseguem validar outros modelos de maiores resoluções (GIACOMIN *et al.*, 2014), sendo recomendados para menores escalas (MOURA-BUENO *et al.*, 2016).

Vale ressaltar que os benefícios da utilização de MDEs para estudos acadêmicos ou para o planejamento territorial dar-se pela possibilidade de cobertura vasta de uma determinada área de interesse. Para estudos de precisão e acurácia elevada, os erros admissíveis dos MDEs não se comparam aos erros admissíveis topográficos, estes chegando

aos milímetros. Logo, em casos de extrema sensibilidade estrutural, deve-se adotar levantamentos planialtimétricos de precisão para tomada de decisão.

Diante os dados extraídos, observa-se que mesmo em algumas regiões os modelos digitais SRTM, TOPODATA e ALOS AW3D30 remontem com satisfatoriedade o território competido, alcançando fatores de escala de 1:25 000 e RMSE inferiores aos demais modelos comparados, para análises hidrológicas mais sensíveis os dados LiDAR são os mais recomendados. Em relação a estudos ecossistemáticos gerais, que se utilizam outras informações oriundas de bases de dados distintas e demanda um alto teor de processamento de dados, recomenda-se a utilização dos modelos SRTM, TOPODATA e ALOS AW3D30 para a obtenção de resultados com rapidez devido a sua boa resposta estatística. Os modelos com qualidade inferior ao SRTM-30, TOPODATA e ALOS AW3D30 poderão ser utilizados, sobretudo em regiões onde não há disponibilidade dos modelos descritos, todavia em escalas maiores.

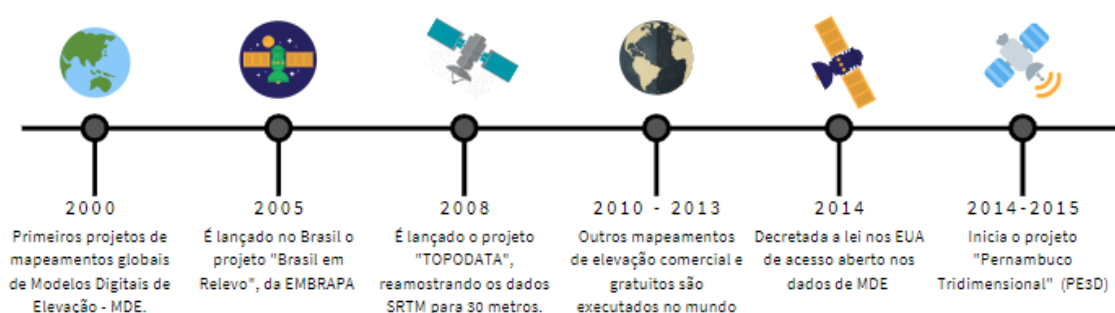
6.3.2 Qual a necessidade de se obter de dados mais precisos: O caso do Brasil

Considerando que os Modelos Digitais de Elevação oriundos dos mapeamentos via Sensoriamento Remoto sejam uma informação basilar para estudos ecossistêmicos nos dias atuais, e que as formações dos mesmos e exposições dos produtos em seus respectivos países são datadas do início dos anos 2000 (o projeto SRTM em 2000 e ASTER em 1999, por exemplo), o Brasil por não possuir os direitos desses modelos, passou a adquiri-los via acesso governamental. O projeto intitulado “Brasil em Relevo” da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (MIRANDA, 2005) foi um marco na pesquisa brasileira, uma vez que este disponibilizou em 2005 (e disponibiliza até hoje) informações altimétricas do SRTM com resolução de 90 metros, fruto da reamostragem do SRTM arco 1 (30 metros), todavia, corrigida para o território nacional.

O Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE utilizando as informações do SRTM de 90 metros, novos dados de altimetria do Brasil e técnicas avançadas de interpolação lançam, em 2008, o projeto denominado “TOPODATA”. O TOPODATA conseguiu reduzir significadamente a resolução do SRTM para o território nacional (30 metros) sem perder a qualidade dos dados; para isso houve novos melhoramentos em 2009 e posteriormente, 2011 (TOPODATA, 2019). Vale ressaltar que a única informação altimétrica digital disponível com essa resolução de forma gratuita naquele momento era o ASTER GDEM, se por ventura o pesquisador não optasse pelos dados do Brasil em Relevo.

Só na segunda década dos anos 2000 foi possível obter mais informações terrestres digitais em alta-média-baixa precisão para grandes áreas no Brasil. A promulgação da lei de dados abertos em 2014 nos EUA e a consequente exposição dos dados SRTM de 30 metros de resolução é apenas um exemplo a citar; novos projetos em outros países para obtenção de modelos digitais de elevação gratuitos (e comerciais), processos inovadores de detecção de ambientes e novas aquisições dão para pesquisa do Brasil um novo corpo que reflete diretamente na qualidade dos trabalhos (Figura 10).

Figura 10 – Desenvolvimento da pesquisa em MDE no Mundo (Enfase no Brasil)



Contudo, observa-se que houve um grande hiato em relação a outros países, uma vez que: dos anos de 2000 a 2005 praticamente não se utilizava os MDEs em artigos brasileiros; entre 2005 a 2008 foi disponibilizada apenas o MDE de 90 metros de resolução; em 2009/11 abriu-se a possibilidade de utilizar um modelo de reamostragem.

Desta forma foram escritos importantes e relevantes manuscritos que, por mais que estivessem bem elaborados e apontassem soluções plausíveis e palpáveis para sociedade, detinham imperfeições que poderiam ser evitadas se a lei de acesso aberto fosse aplicada anos antes, ou até mesmo não existisse essa cláusula de barreira. O Apêndice A que faz referência a uma pesquisa de artigos (2000 a 2014) em 1% dos periódicos (48 periódicos amostrais) mais utilizados sobre a temática e enquadrados no sistema de classificação brasileira de revistas acadêmicas – WebQualis (Quadrienal 2013 – 2016) e a Tabela 11 retratam melhor a quantidade e a qualidade dos manuscritos que utilizaram as citadas informações altimétricas no Brasil

Observando o Apêndice A, nota-se a presença de 234 trabalhos que acessam a temática das MDE no Brasil diretamente ou em seus correlatos no período de 2000 a 2014. É sabido que esse número poderia ser maior, uma vez que muitos procedimentos utilizam dos modelos altimétricos de forma secundária ou até terciária (modelagens hidrológicas/ de

ventos, álgebra de mapas edafoclimáticos, entre outros), o que resulta na não aparição das MDE como palavras relevantes a pesquisa. A Tabela 11 analisa as métricas dos documentos referentes aos periódicos amostrais:

Tabela 11 – Análise das métricas referentes aos artigos encontrados na pesquisa

% Relativa de Periódicos		Objetivo principal (%)	DEM utilizada (%)	
Qtd de revistas cadastradas no CAPES – Ciências Ambientais	4716	Artigos que executaram aplicação dos Modelos Digitais de Elevação 90,17	SRTM (90 m)	69,7
N de periódicos amostral na pesquisa	48		TOPODATA	19,2
% Relativa ao total	1	Artigos que executaram comparação nos Modelos Digitais de Elevação 9,3	ASTER	7,3
N de artigos encontrados com as palavras chaves	234		Outros	11,5

Através da Tabela 11 verifica-se que durante os anos de 2000 – 2014, nos 48 periódicos analisados 90,17% dos artigos que utilizaram os Modelos Digitais de Elevação o direcionaram para uma específica aplicação, sejam elas na Cartografia, Geografia, Geologia, Hidrologia, Geomorfologia, Engenharias, Ciências Sociais e humanidades, sendo assim observado uma ampla atuação da capacidade de aplicação. Ainda analisando as métricas, nota-se que por mais que houvesse uma MDE de resolução superior (TOPODATA), predomina nos manuscritos a escolha da SRTM de 90 m (69,7%). Esses resultados reafirmam a grande relevância que esses modelos trouxeram para as pesquisas nacionais em diversos âmbitos e a boa difusão midiática que o projeto Brasil em Relevo deteve (e ainda detém).

Vale ressaltar que uma das alternativas para promover altimetrias digitais no período anterior ao projeto “Brasil em Relevo” e até após o projeto implementado foi por intermédio da interpolação. A capacidade de criação destes produtos dava-se pela utilização de dados oriundos de estações meteorológicas, folhas topográficas, projetos geomorfológicos/geológicos em conjunto as técnicas estatísticas e softwares para processamento. Os trabalhos de Cavalli e Valeriano (2000), Fernandes *et al.* (2001), Valeriano (2003) e Ramos *et al.* (2003) podem ser levantados como exemplos de utilização dessas técnicas; destacando as cartas topográficas institucionais, Chagas *et al.* (2010) e Bias *et al.* (2011) nas suas pesquisas descobrem que as mesmas são compatíveis ao modelo SRTM – 30 e até mesmo superiores em ambientes específicos. De acordo com a Tabela 11, estas utilizações secundárias de dados para promoção de modelos digitais cobriram 11,5% dos artigos nesta pesquisa.

Após a inclusão de outros Modelos Digitais de Elevação Globais gratuitos na segunda década dos anos 2000, no Brasil, mais especificadamente na região Nordeste houve um aprimoramento dos projetos já existentes de amparo através de MDE's. Os extremos climáticos de precipitação ocorridos em alguns municípios de Pernambuco em 2010/2011, onde diversos transtornos foram refletidos a sociedade, faz idealizar-se um projeto pioneiro em território nacional, no qual buscava aprimorar em excelência as informações altimétricas de todo o território do estado, o intitulado "Pernambuco Tridimensional – PE3D", culminando sua iniciação em 2014 com o objetivo de realizar uma varredura Laser (LiDAR) e ao mesmo tempo obter ortoimagens em alta resolução (CIRILO *et al.*, 2014). Segundo Cirilo *et al.* (2014) a utilização do PE3D pode trazer sensíveis ganhos de qualidade para os estudos, sejam eles de Planejamento Urbano (Planos Diretores, projetos de engenharia), Planos Ambientais, monitoramento de áreas de interesse além de subsidiar outros levantamentos.

Considerando o estado de Pernambuco equivalente e até maior em dimensão territorial a alguns países no mundo (98 149,119 km²), tal qual Portugal (92 090 km²), Hungria (93.030 km²), Suíça (41 285 km²) e Dinamarca (43 094 km²), a inclusão de um levantamento LiDAR nestas proporções o introduz na vanguarda mundial nesse âmbito, uma vez que apenas a Holanda/Países Baixos (41 528 km²) (Henn *et al.*, 2013) e Filipinas (300.000 km²) (LiPAD, 2019) possuem levantamentos integrais, decretando independência dos dados oriundos de outros países. Outras regiões como o norte da Espanha (DMOT – Gipuzkoa, 2019), algumas cidades do Reino Unido (CEDA-UK, 2019) e grandes áreas nos EUA (NOAA, 2019) também mantêm varreduras a laser em seus domínios.

Diante de tudo, existe a necessidade de se obter dados mais precisos para o Brasil? Sim, não há somente a necessidade em se obter dados mais precisos como há a necessidade de criar dados nacionais originais. Frente ao hiato existente dos países detentores de informações sensíveis para com o Brasil e aos desastres ocorridos no Estado (sejam eles de prospecção internacional como a tragédia da barragem em Mariana, ou em especificidade como os alagamentos em ambientes urbanos que danificam a estrutura viária, reduz potencialmente a economia e pode gerar danos irreversíveis a famílias), o planejamento emerge como característica de decisão consciente, no qual deriva de um domínio pleno do território na sua forma terrestre.

A precisão destes dados de elevação traz para o gestor/pesquisador respaldo suficiente para agir de forma mais adequada e reduzir riscos sociais e econômicos. Esse aspecto foi notado pelo governo de Pernambuco quando lançou o pioneiro projeto PE3D, no qual, abre-se a possibilidade de se utilizar os produtos em sua forma mais acurada, ou se preciso,

reamostrar os dados para reduzir o peso de arquivo dos respectivos, utilizando-os para estudos mais generalistas.

6.4 CONCLUSÕES

Diante as informações expostas, observa-se a excelência dos dados oriundos dos Modelos Digitais de Elevação SRTM-30, TOPODATA e ALOS AW3D30, para as diferentes unidades geoambientais presentes nas áreas amostrais dessa pesquisa. Os resultados do RMSE dos modelos quando comparados às informações LiDAR alcançaram fatores de escalas de 1:25000, o que dá subsídio a pesquisas com precisões acima dos 5 metros. Outros modelos, tais como SRTM-90, ASTER GDEM, TANDEM-X-90 e ALOS PALSAR podem ser utilizados, sobretudo na ausência dos modelos de melhores performances.

Por não deter os direitos sobre as MDE's, durante os anos de 2000 a 2014, período que as políticas públicas de acesso aberto não foram promulgadas nos EUA no que se refere a disponibilidade do SRTM-30, e outros modelos de elevação desenvolvidos em outros países não foram expostos, as pesquisas do Brasil que utilizavam esses dados tiveram que utilizar as informações das MDE's SRTM-90, ASTER GDEM, TOPODATA e interpolações estatísticas. Neste período de hiato, pesquisas com o modelo SRTM-90 sobressaem-se entre os demais, mesmo existindo um modelo brasileiro com dados em excelência (TOPODATA), o que pôde causar limitações em estudos ecossistêmicos nacionais.

Frente ao hiato existente dos países detentores de informações sensíveis para com o Brasil e aos desastres antropogênicos e naturais ocorridos no Estado durante a segunda década dos anos 2000, são necessárias informações sobre a cobertura da superfície mais precisas, dando assim, respaldo para o planejamento agir de forma mais adequada, reduzindo riscos sociais e econômicos. Esse aspecto foi notado pelo governo de Pernambuco (Brasil), quando lançou o pioneiro projeto Pernambuco Tridimensional - PE3D, no qual, abre-se a possibilidade de se utilizar os produtos em sua forma mais acurada, ou se preciso, reamostrar ou corrigir os dados das MDE's para reduzir o peso de arquivo dos respectivos, utilizando-os para estudos mais generalistas.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE pela aprovação do projeto e concessão de bolsa ao primeiro autor.

Ao Governo de Pernambuco (Brasil) pela disponibilidade de dados em alto nível de detalhamento. A USGS e a United States National Aeronautics and Space Administration – NASA pela disponibilidade das informações em seus sites oficiais. Ao Instituto brasileiro de Pesquisas Espaciais – INPE e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA por manter e corrigir grandes projetos voltados a pesquisas nacionais. A JAXA – Japan Aerospace Exploration Agency e a DLR – The German Aerospace Center pelo suporte e desenvolvimento de novas tecnologias para auxílio global da ciência atual.

7 UMA ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES E SUSCEPTIBILIDADES NAS ÁREAS DE ENTORNO DOS RESERVATÓRIOS: UMA PROPOSTA DE APOIO AOS PLANOS AMBIENTAIS

7.1 INTRODUÇÃO

Os avanços existentes sob o território brasileiro ao longo das últimas décadas modificaram as dinâmicas ambientais, naturais presentes, desta forma, os diferentes biomas e suas respectivas faunas e flora ficaram expostos ao que no pretérito fora denominado “desenvolvimento econômico”. As grandes cidades predominantemente instaladas no litoral e os diversos usos da terra para monocultivos e agropecuária extensiva são exemplos notados de norte a sul do Brasil (OLIVEIRA et al., 2011; RAMOS, 2014). A região do Nordeste brasileiro que mantém além de uma variada faixa climática, o maior território semiárido do país também foi alvo desses avanços. Pelas características marcantes existentes nas zonas semiáridas e sua fragilidade frente a outros ambientes com maior disponibilidade hídrica (SILVA, 2003; ARAÚJO & SOUSA, 2011), um manejo eficiente dos solos somado a políticas públicas que auxiliem a gestão dessas áreas é de grande relevância.

Observando os cenários de constantes modificações no meio ambiente, a legislação brasileira se mostra presente na composição de informações que orientem, recomende, exija, proteja e conserve no que concerne a leis e resoluções, sendo uma das mais avançadas e completas do globo (CONJUR, 2011; ROCHA, 2020). Busca-se a partir desses documentos uma harmoniosa relação entre o homem e o meio, para que haja a possibilidade de um desenvolvimento sustentável, isto é, que as necessidades antrópicas não sejam sanadas mediante a destruição plena do ambiente natural. A água – os recursos hídricos se incluem nesse escopo como um dos recursos indispensáveis a manutenção e vida da terra; através dela que a população se fixa nas regiões e/ou conseguem extrair sua fonte de renda em diferentes setores econômicos. Ademais, a relação das cidades com abastecimento humano e usos múltiplos se fez criar reservatórios artificiais para armazenamento hídrico.

A legislação ambiental ampara os recursos hídricos sejam eles litorâneos ou interiores. Grandes rios e seus derivados, faixas litorâneas e a chamada “Amazônia azul” são assegurados por legislações que dão seguridade territorial do Brasil frente a outros países e diretrizes para os brasileiros jurídicos ou físicos. Mesmo com diversas críticas em algumas de suas composições, as resoluções do CONAMA e o código florestal são importantes exemplos

de legislações que auxiliam na proteção do meio ambiente e recursos hídricos no que tange aos reservatórios (CONAMA, 2002AB; BRASIL, 2012).

Em concomitância observa-se a comunidade científica participando e auxiliando na composição legislativa, monitoramento, análise e verificação dos ambientes naturais, sendo as pioneiras em alertar as consequências das mudanças antrópicas em micro ou macro escala (IPCC, 2021; MAPBIOMAS, 2020). A utilização de metodologias tradicionais em conjunto as modernas entregam a ciência credibilidade para o acompanhamento em setores que transcendem somente o meio ambiente, mas as suas relações com a economia, política, população e educação. A Análise Hierárquica de Processos (AHP), por exemplo, moldou-se como importante contribuição científica na observação e auxílio na tomada de decisão das estruturas de múltiplas facetas, sendo desenvolvida por Saaty (1987) e utilizada até os dias atuais facilitando pensamentos para construção de cenários complexos e determinísticos (Özkan *et al.*, 2020).

Em conjunto com as geotecnologias, a AHP promoveu informações na administração-gerenciamiento (Liu & Zhang, 2011; Abdolmaleki *et al.* 2017; Rocha *et al.*, 2016, Sophia & Sarno, 2019), medicina (Shweta & Kumar, 2021; Zhou *et al.*, 2017; Topaloglu, 2006; Cai *et al.*, 2019; Omasa *et al.*, 2004) e engenharias (Dorado *et al.*, 2012; Tan *et al.*, 2014; Promentilla *et al.*, 2018; Akkaya *et al.*, 2015). No meio ambiente e hidrologia as pesquisas de Abreu *et al.* (2000) para a escolha de um programa de controle de qualidade de água, Swain *et al.* (2020) mapeando as áreas de inundação, Meraj *et al.* (2019) com um modelo hidrológico, Akter & Ahmed (2015) verificando as áreas potenciais a captação de chuva em ambientes de déficit hídrico são exemplos de como a metodologia consegue se modificar para atingir os resultados que as competem. As pesquisas são itens basilares para grandes discussões existentes sobre o tema no mundo, tal como a conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), a conferência das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente Humano (CONCLIMA) e a ONU - A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) (SENADO, 2021; UN, 2020; ODS, 2021a), onde são através dessas grandes discussões e da ciência é que instituições se voltam para a defesa do meio ambiente, absorvendo novos produtos e metodologias para observação.

Frente à relevância da legislação ambiental no âmbito hidrológico, a credibilidade dos métodos científicos e a necessidade de se obter novos produtos de ambientes de interesse, o objetivo desse artigo é analisar as diferentes respostas a potenciais e susceptibilidades das áreas de entorno dos reservatórios, contribuindo dessa forma para a reflexão de novas legislações sobre o tema.

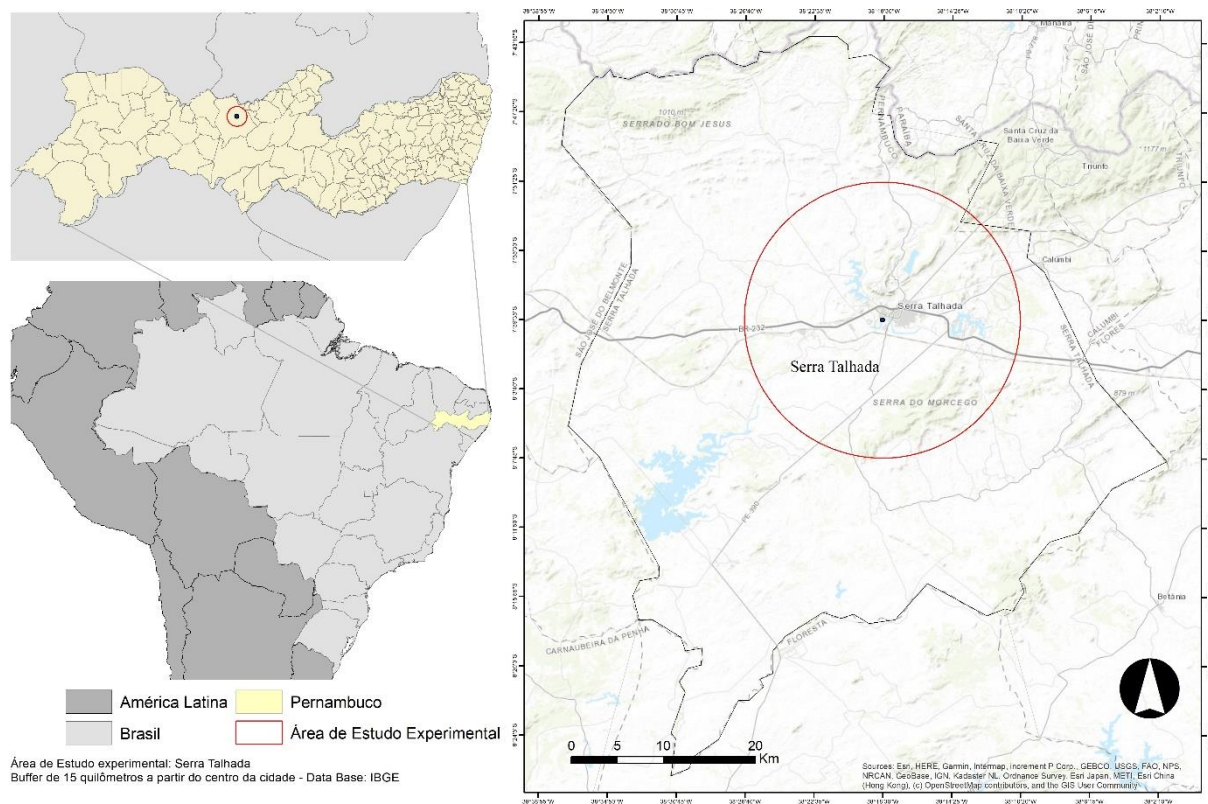
7.2 MATERIAL E MÉTODOS

O material e método compreenderão as considerações sobre a área de estudo da pesquisa, fundamentos de julgamentos e validação dos pesos, classificações de atributos de acordo com os objetivos elencados, procedimentos para processamento de dados, limitações e outras observações.

7.2.1 Área de estudo

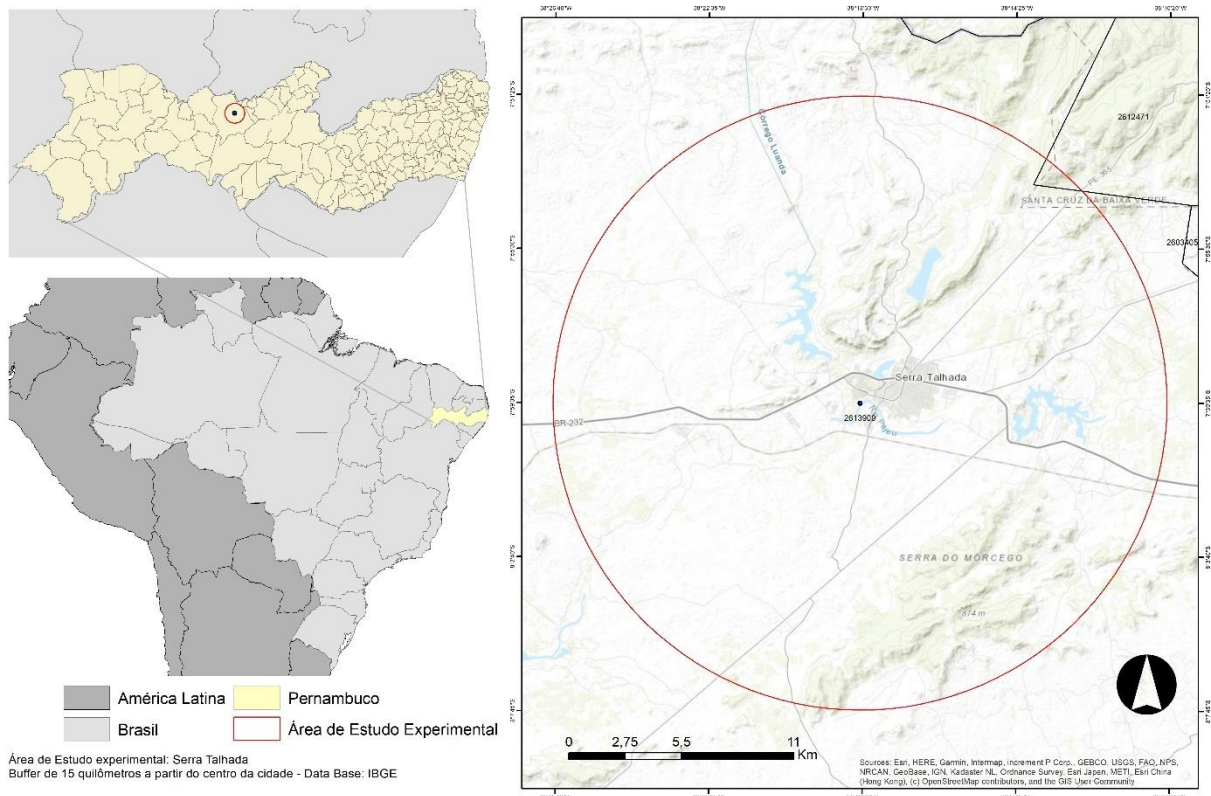
A área de estudo experimental está inclusa na região de Serra Talhada, localizado na microrregião do Pajeú pernambucano. A região é inserida na Depressão Sertaneja, uma relevante unidade geoambiental nordestina, com predominância das inserções de relevo suave-ondulado (Figura 11).

Figura 11 – Município de Serra Talhada/Pernambuco



A Figura 12 demonstra uma área experimental partindo do centro da cidade de Serra Talhada em um raio de 15 quilômetros (706,08 quilômetros quadrados); através dessa distância estabelecida foi possível abarcar os 3 reservatórios da região (córrego Luanda, o Açude Borborema e Açude do Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA). O córrego Luanda e o açude Borborema têm múltiplos usos, sendo o principal o abastecimento humano. O açude do PA mantém usos voltados à pesquisa, a pesca, o cultivo e o beneficiamento.

Figura 12 – Área de Estudo Experimental de Serra Talhada.



A área em questão mantém solos rasos e drenados, com os Luvisolos estando em maior domínio e vegetação composta pela Caatinga Hiperxerófila junto a situações de floresta caducifólia. As características climatológicas compreendem a temperatura média anual de 25,7° Celsius, precipitação anual de 696 mm e está definida pela classificação de Köppen no clima Tropical Semiárido (CPRM, 2005). O território é banhado pelo rio Pajeú e três reservatórios, sendo um dos mais importantes municípios do semiárido, com IDH de 0,661, o 19º do Estado entre 185 catalogados (IBGE, 2010).

7.2.2 Informações obtidas – base de dados

As informações obtidas para desenvolvimento da pesquisa tiveram base em diversos planos de dados em diferentes sites especializados. A Tabela 12 apresenta essas informações junto as suas grandes classes, variáveis extraídas, ambiente de coleta e generalizações relevantes.

Tabela 12 – Classes, variáveis, base de dados e informações obtidas

Classe	Variáveis	Dataset	Informações adicionais
Climática	Temperatura	APAC / ANA / INMET	Série Histórica 1961-2016
	Precipitação		Série Histórica 1980-2016
	Evapotranspiração*		
Geomorfológico	Índice de Aridez*	USGS	Série Histórica 1980-2016
	Altimetria		30 metros de resolução
	Declividade*		
Solos	Características dos Solos	EMBRAPA/INPE	Nomenclatura derivada do Sistema Brasileiro de Classificação dos solos (5ª Edição) 2018
Antrópico/Natural	Uso do solo e Cobertura da terra	MAPBIOMAS	Ano referência (2019)
Socioeconômicos	Renda Per Capita	DATASUS / IBGE	Informações do Censo (2010)

*Variável extraída a partir de variável (eis) da mesma classe pertencente.

De acordo Tabela 12, a classe climática é representada pelos atributos/variáveis de temperatura, precipitação, evapotranspiração e índice de aridez, para qual, a evapotranspiração e o índice de aridez derivaram de cálculos sobre os pontos de temperatura e precipitação. A coleta dos dados climáticos teve como base a Agência Nacional de Águas - ANA (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>), Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (<https://portal.inmet.gov.br/servicos/bdmep-dados-hist%C3%B3ricos>) e a Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC (<http://www.sirh.srh.pe.gov.br/apac/meteorologia/>) e suas séries históricas. A variável geomorfológica teve sua coleta através do Serviço Geológico Norte Americano – USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) via projeto SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* (Arc 1 – 30 metros) sendo apresentada através dos atributos de altimetria e declividade, este último derivando da altimetria.

As características do solo foram coletadas no AMBIDATA-INPE (Grupo de Modelagem para Estudos da Biodiversidade) (http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php) sendo classificada enquanto nomenclatura

através do Sistema Brasileiro de Classificação dos solos (EMBRAPA, 2018). As informações socioeconômicas sobre renda per capita foram extraídas do Ministério da Saúde do Brasil – DATASUS (<https://datasus.saude.gov.br/trabalho-e-renda-censos-1991-2000-e-2010>) este derivando do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (<https://www.ibge.gov.br/>).

Utilizou-se do MAPBiomas (<https://mapbiomas.org/>) acoplado ao *Google Earth Engine* para download dos atributos de Uso do solo e Cobertura da terra de Pernambuco (ano referência 2019). O projeto MAPBiomas foi concebido pelo Observatório do Clima em conjunto com universidades brasileiras e internacionais, tendo os dados revisados e com metodologia definida e publicada (MAPBIOMAS, 2021). As classes foram condensadas segundo a Tabela 13.

Tabela 13 – Reclassificação dos Usos a partir das informações do MAPBiomas	
Informações	Código
Vazios e <i>no-data</i>	0
Floresta (Formação Florestal, Mangue, Floresta Plantada) e Formações Naturais (Apicum, áreas alagadas, afloramentos)	1
Formação Savânica - Caatinga	2
Atividades Agropecuárias generalizadas (Agricultura e/ou Pecuária)	3
Área não vegetada (expostas) e Infraestrutura Urbana	4
Ambientes Hídricos - Água	5

Observa-se na Tabela 13 as informações classificadas enquanto Uso de solo e Cobertura da terra, onde foi datado em grupos os ambientes sem dados definidos (*no-data* e vazios (*voids*)), Floresta e Formações Naturais, bioma Caatinga – Formação Savânica, atividades agropecuárias generalizadas, ambientes hídricos, área não vegetada e infraestrutura urbana. O ano referência 2019 foi escolhido devido este ser o mais atual no plano de informações até o momento.

7.2.3 Análise Hierárquica de Processos - AHP

O esquema teórico da Análise Hierárquica de Processos (AHP) foi desenvolvido por Saaty (1987) e auxilia a tomada de decisão das estruturas de múltiplas camadas onde diversas situações e cenários são observados e considerados. Shin *et al.* (2020) apresentam a AHP como um método requisitado quando existe um entendimento misto sobre uma situação, sendo base de diferentes pesquisas e em temas diversos nas grandes áreas científicas.

A AHP inicia-se via reflexão comparativa através de expressões linguísticas que ao mesmo tempo representa uma escala numérica, o que facilita pensamentos complexos e os integra dentro de uma lógica matemática pré-determinada. Özkan *et al.* (2020) comentam que a partir dessa discussão, onde leva-se em consideração opiniões externas como por exemplo a literatura existente e órgãos institucionais importantes, montam-se uma estrutura capaz de entregar um produto de relevância frente as apresentações. Denomina-se esse processo inicial de escalas nominais e numéricas de Comparação em Pares – Comparação de Critérios em Pares com base em termos preditores (Saaty, 1987, Saaty, 2008, Song & Lee, 2013) (Tabela 14).

Tabela 14 - Escala nominal e numérica para a comparação de critérios em pares (Saaty, 2008).

Escala Numérica	Significado nominal de cada Escala Numérica
9	O critério <i>i</i> é extremamente mais importante do que o critério <i>j</i>
7	O critério <i>i</i> é fortemente mais importante do que o critério <i>j</i>
5	O critério <i>i</i> é mais importante que o critério <i>j</i>
3	O critério <i>i</i> é um pouco mais importante que o critério <i>j</i>
1	O critério <i>i</i> é igualmente importante como o critério <i>j</i>
1/3	O critério <i>i</i> é ligeiramente menos importante que o critério <i>j</i>
1/5	O critério <i>i</i> é menos importante que o critério <i>j</i>
1/7	O critério <i>i</i> é fortemente menos importante que o critério <i>j</i>
1/9	O critério <i>i</i> é extremamente menos importante que o critério <i>j</i>
2 ~ 1/2, 4 ~ 1/4, 6 ~ 1/6, 8 ~ 1/8	Critérios medianos de comparações baseados nos julgamentos acima

Observa-se na Tabela 14 que as escalas numéricas variam de 1 a 9 com intervalos de dois pontos. A Escala Numérica 9 revela que o critério *x* (*i*) é extremamente importante que o critério *y* (*j*); o 5 apresenta que o *x* (*i*) é mais importante e o *y* (*j*) e o 1 mostra-se equivalência entre o *x* (*i*) e *y* (*j*). Os valores inversos demonstram critérios de menores importâncias. Os critérios medianos de importância e de não importância manifesta-se através dos valores em pares.

A construção e o desenvolvimento matemático da matriz de relevância representam-se pela Equação 5. Para sintetização dos pensamentos em grupos organizados pela matriz, utilizou-se da média geométrica (Equação 6).

$$A = \begin{pmatrix} 1 & C_{12} & C_{1i} & C_{1j} & C_{1n} \\ C_{21} & 1 & C_{2i} & C_{2j} & C_{2n} \\ C_{i1} & C_{i2} & 1 & C_{ij} & C_{in} \\ C_{j1} & C_{j2} & C_{ji} & 1 & C_{jn} \\ C_{n1} & C_{n2} & C_{ni} & C_{nj} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & C_{12} & C_{1i} & C_{1j} & C_{1n} \\ 1/C_{12} & 1 & C_{2i} & C_{2j} & C_{2n} \\ 1/C_{1i} & 1/C_{2i} & 1 & C_{ij} & C_{in} \\ 1/C_{1j} & 1/C_{2j} & 1/C_{ij} & 1 & C_{jn} \\ 1/C_{1n} & 1/C_{2n} & 1/C_{in} & 1/C_{jn} & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$C_{ij} = \left(\prod_{k=1}^m a_{ijk} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (6)$$

Onde:

C_{ij} : é o nível importante do critério i quando comparada ao critério j

a_{ijk} : é o nível importante do critério i quando comparada ao critério j de acordo com k -ésimo especialista k^{th}

m é referente ao número de especialistas envolvidos

Levando em consideração a pesquisa de Lee *et al.* (2012), normaliza-se a matriz (B) (Equação 7) a partir da matriz base (A). O cálculo da normalização é representado pela Equação 8.

$$B = \begin{pmatrix} \bar{C}_{11} & \bar{C}_{12} & \bar{C}_{1i} & \bar{C}_{1j} & \bar{C}_{1n} \\ \bar{C}_{21} & \bar{C}_{22} & \bar{C}_{2i} & \bar{C}_{2j} & \bar{C}_{2n} \\ \bar{C}_{i1} & \bar{C}_{i2} & \bar{C}_{ii} & \bar{C}_{ij} & \bar{C}_{in} \\ \bar{C}_{j1} & \bar{C}_{j2} & \bar{C}_{ji} & \bar{C}_{jj} & \bar{C}_{jn} \\ \bar{C}_{n1} & \bar{C}_{n2} & \bar{C}_{ni} & \bar{C}_{nj} & \bar{C}_{nn} \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$\bar{C}_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^n C_{ij}} \quad (8)$$

Onde:

$\bar{C}_{ij}$ são os valores normalizados de C_{ij}

$\sum_{i=1}^n C_{ij}$ é a soma de C_{ij} pela coluna j da matriz base A

n são os números de critérios comparados

A partir do resultado da matriz B, é possível desenvolver junto a Equação 9 os pesos de critérios (Equação 10). Os pesos de critérios fornecerão subsídios para cálculos posteriores sob condições de classificações.

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{C}_{ij}}{n} \quad (9)$$

$$W = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_i \\ w_j \\ w_n \end{pmatrix} \quad (10)$$

Onde:

w_i são os pesos dos critérios i

$\sum_{i=1}^n \bar{C}_{ij}$ É a soma de C_{ij} pela linha j da matriz B

W são os resultados dos pesos de critérios

Ao apresentar a base metodológica derivativa do AHP, os julgamentos firmados em teoria e apresentados de forma matricial devem ser validados enquanto sua consistência. Para tal, o compute da consistência da matriz AHP podem ser calculados mediante os escritos de Saaty (1987) e Mu and Perevra-Rojas (2017). A equação da Razão de Consistência (Equação 11) permite que haja a validação das respostas, respeitando princípios de compatibilidade e racionalidade comparativa.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (11)$$

Onde:

CR é a Razão de Consistência

RI é um índice randômico tabulado para o AHP e desenvolvido por Saaty (1987) para composição da equação da Razão de Consistência (Tabela 15) baseado no número de critérios matriciais.

Tabela 15 - Índice randômico baseado nos números de critérios matriciais (Saaty, 1987).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,85	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

CI é o Índice de Consistência (Equação 11) que para ser obtido deve se extrair as informações através da Equação 13:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (12)$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum \frac{\sum_{j=1}^n w_i * C_{ij}}{w_i}}{n} \quad (13)$$

Onde:

CI é o Índice de Consistência

λ_{max} é o autovalor máximo correspondente

n corresponde ao número base da construção matricial.

w_i são os pesos dos critérios i

C_{ij} : é o nível (valores) importante do critério i quando comparada ao critério j

Saaty (1987) aponta que o limite de 10% é o mais aceitável, representando que uma matriz de julgamento de com CR de 0,1 poderá ser utilizada para análises posteriores. Se porventura o CR foi acima de 10% (ou 0,1), recomenda-se que o analista-pesquisador retome a etapa de busca informações sobre o tema e as decisões para a situação de interesse devido a inconsistência da mesma. A Tabela 16 simplifica os limites dos Índices de Consistência de acordo com a estrutura matricial.

Tabela 16 – Valores máximos de Índices de Consistências de acordo com a estrutura da Matriz			
N	3	4	5+
CR max	5%	8%	10%

Saaty (1987)

Percebe-se mediante a observação da Tabela 16 a apresentação de graus diferenciados de aceitação do CR mediante a quantidade inicial da estrutura da matriz, estando uma matriz de 3x3 com um ICmax de 5%, 4x4, 8% e igual ou superior a 5x5, 10%.

7.2.4 Seleção de critérios, pesos e estabelecimento da estrutura hierárquica e metodológica para as potencialidades e susceptibilidades da região.

A seleção de critérios, derivação de pesos e estabelecimento da estrutura hierárquica para as presentes potencialidades e susceptibilidades da região são distintas, uma vez que os níveis aplicados para cada ponto levantado terão objetivos diferentes para com outros objetivos a se encontrar. Tendo um arcabouço na literatura amplamente disseminado, a Análise Hierárquica de Processos será utilizada como base e validação dos processos através de seus pesos, contudo, outros procedimentos metodológicos específicos serão utilizados e imbricados com a AHP.

Deve-se ressaltar que mesmo alguns pontos recebendo pesos menores frente a outros, não caracteriza que aquele atributo é descartável – insignificante, apenas demonstra que há outros atributos que conseguem ser mais sensíveis a resposta para o objetivo a se pesquisar

7.2.4.1 Análise da suscetibilidade à desertificação

Sendo alvo diariamente de modificações antrópicas, as exposições dos solos em conjunto a outros fatores podem contribuir no aparecimento de novas regiões propícias a desertificação (DOMINGUES, 2019; FUNDAJ, 2019). O desmatamento, o avanço das cidades e a expansão da área agrícola e de pastagens são atividades comuns que motivam a fragilidade do solo (PEREZ-MARIN *et al.*, 2012; SAMPAIO *et al.*, 2005) e a preocupação em mapear essas áreas emergem importantes uma vez que se percebe diversas dificuldades de manejo e de vivência em ambientes desérticos. Para o desenvolvimento da análise a suscetibilidade a desertificação, adotou-se metodologia aplicada por Ferreira *et al.* (2017), Ferreira *et al.* (2014) e Crepani *et al.* (2008).

O clássico índice de Aridez (IA) (Equação 14) derivado do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955) foi utilizado para composição do mapeamento da suscetibilidade à desertificação. A utilização dessa equação é recomendada pela Convenção de Combate à Desertificação para identificação de locais suscetíveis (UNCCD, 1994).

$$IA = 100 * \left(\frac{P}{ET_o} \right) \quad (14)$$

Onde:

IA é o Índice de Aridez

P é a precipitação média anual

ET₀ é a evapotranspiração potencial calculada segundo Thornthwaite & Mather (1955)

Além do Índice de Aridez, variáveis geomorfológicas (Declividade e Relevo), pedológica (Classe de solos), de Cobertura da terra e Uso do solo são utilizados (Tabela 17) para apresentação do mapeamento de acordo com Ferreira *et al.* (2017), Ferreira *et al.* (2014).

Tabela 17 – Classes e atributos ambientais referentes à análise de suscetibilidade a desertificação

Grau de suscetibilidade a Desertificação	Notas	Classes e atributos ambientais					
		Geomorfológico		Pedológico	Uso da terra	Índice de Aridez	
		Declividade (°)	Relevo	Classe de solos	Classes de Uso	Intervalos	Tipologia Climática
Muito Baixa	1	< 3	Plano	Latossolo Amarelo e Neossolos Flúvicos	Savana Estépica Florestada	Acima de 0,65	Subúmido Úmido / Úmido
Baixa	3	3 a 8	Suave ondulado	Argissolos	Savana Estépica Arborizada	0,55 a 0,65	Subúmido Seco
Média	5	8 a 20	Moderadamente ondulado a Ondulado	Planossolos e Luvisolos	Savana Estépica Parque	0,21 a 0,54	Semiárido
Alta	7	20 a 45	Fortemente ondulado	Cambissolos	Savana Estépica Gramíneo-lenhosa	0,21 a 0,54	Semiárido
Muito Alta	9	acima de 45	Montanhoso	Neossolos Regolítico, Neo. Quartizarênico; Neo. Litólicos.	Agropecuária	0,05 a 0,20	Árido

Em conjunto as critérios expostos na Tabela 17, a Tabela 18 apresenta a derivação de pesos referentes a análise em questão. Nota-se que os critérios de julgamentos estão com uma Razão de Consistência dentro do recomendado por Saaty (1987).

Tabela 18 – Derivação de pesos referentes a análise de suscetibilidade a desertificação (AHP)

AHP	Aridez	Uso	Solos	Declividade	Relevo	Pesos
Aridez	1,0	3,0	3,0	7,0	7,0	0,46
Uso	0,3	1,0	3,0	5,0	5,0	0,26
Solos	0,3	0,3	1,0	5,0	5,0	0,18
Declividade	0,1	0,2	0,3	1,0	1,0	0,05
Relevo	0,1	0,2	0,3	1,0	1,0	0,05
Informações	CR	0,06	λ_{max}	5,19	RI	1,12

Tratando-se de um índice que leva em consideração fatores de clima e temperatura, o Índice de Aridez teve um julgamento de maior importância frente aos outros parâmetros (Tabela 18). O fundamento de derivação dos pesos para a análise de suscetibilidade a desertificação continua com as Classes de solos e os atributos de Uso e ocupação em

importâncias de cunho médio devido aos solos serem ou não propícios a regeneração ou fragmentação mediante atividades antropogênicas. Por fim, declividade e relevo mantêm os menores pesos, uma vez que se notam regiões em desertificação em áreas planas ou de relevo acidentado. Os atributos citados anteriormente acompanham as pesquisas de Cavalcanti Silva *et al.* (2011), Matos Lima & Freitas Dias (2012), Sá *et al.* (2014) e Soares *et al.* (2017).

7.2.4.2 Análise da potencialidade à fruticultura (agricultura permanente)

As atividades agrícolas vêm sendo umas das forças motrizes do Brasil nos últimos 20 anos (EBC, 2021; BRASIL, 2021; CEPEA-USP, 2021) onde nota-se que além de fixar o homem ao lugar, são gerados empregos, renda e avanços estruturais na região instalada. A fruticultura se inclui nesse escopo, onde o desenvolvimento da vertente da agricultura voltada ao cultivo racional de frutas/frutos mantém o Brasil entre os maiores em relação a produtividade mundial (FAO, 2017; 2019; IEA, 2019). A região semiárida do Nordeste também ganha notoriedade nessa produção uma vez que notórias regiões nordestinas com o advento das tecnologias, projetos de incentivo e novas técnicas de manejo vem trabalhando nessa área (SEBRE, 2016; VIDAL & XIMENES, 2016). Desse modo, nota-se relevância em mapear possíveis ambientes de potencial a fruticultura em regiões próximas a reservatórios de múltiplas funções.

Para o desenvolvimento de análise da potencialidade à fruticultura, adotou-se procedimentos metodológicos de acordo com Freire-Silva *et al.* (2015) e Francisco *et al.* (2015) (Tabela 19). Sobre a classificação de solos potenciais a atividades agrícolas, aplicou-se as considerações de Lima (2016).

Tabela 19 – Classes e atributos ambientais referentes a análise de potencialidade a fruticultura

Grau de potencialidade a Fruticultura	Notas	Classes e atributos ambientais					
		Geomorfológico		Pedológico	Uso da terra	Climatológico	
		Declividade (°)	Relevo	Classe de solos	Classes de Uso	Precipitação	Temperatura
Muito Baixa	1	Acima de 45	Montanhoso	Plintossolos, Organossolos, Espodossolos	Savana Estépica Florestada	Abaixo de 400 mm/ano	Abaixo de 18
Baixa	3	20 a 45	Fortemente ondulado	Neossolos	Savana Estépica Arborizada	400 a 599 mm/ano	18 a 20
Média	5	8 a 20	Moderadamente ondulado a ondulado	Cambissolos, Gleissolos, Planossolos, Nitossolos, Vertissolos	Savana Estépica Parque	600 a 799 mm/ano	21 a 24
Alta	7	3 a 8	Suave ondulado	Latossolos, Argissolos	Savana Estépica Parque Gramíneo-	800 a 999 mm/ano	25 a 27

Muito Alta	9	< 3	Plano	Chernossolos, Luvissolos	lenhosa Agropecuária	Acima de 1000 mm/ano	27 a 30 Graus
------------	---	-----	-------	-----------------------------	-------------------------	----------------------------	---------------

Em conjunto os critérios expostos na Tabela 19, a Tabela 20 apresenta a derivação de pesos referentes à análise em questão. Nota-se que os critérios de julgamentos estão com uma Razão de Consistência dentro do recomendado por Saaty (1987).

Tabela 20 - Derivação de pesos referentes a análise da potencialidade a Fruticultura (AHP)						
AHP	Precipitação	Temperatura	Solos	Uso	Declividade	Pesos
Precipitação	1,0	5,0	3,0	3,0	7,0	0,45
Temperatura	0,2	1,0	0,3	0,3	3,0	0,09
Solos	0,3	3,0	1,0	3,0	5,0	0,25
Uso	0,3	3,0	0,3	1,0	5,0	0,17
Declividade	0,1	0,3	0,2	0,2	1,0	0,04
Infos	CR	0,06	λ_{max}	5,29	RI	1,12

A precipitação e os solos são os principais atributos de acordo com a Tabela 20. Através de uma combinação de um alto (ou aceitável) índice de pluviosidade e solos recomendáveis para práticas agrícolas (férteis ou com potencial as práticas mediante técnicas) novos ambientes de usos da terra emergirão bem como a perpetuação dos já existentes.

A *Food and Agriculture Organization of the United Nations* - FAO (2007) comenta que para análise de potencialidade de fruticultura – agricultura convencional é necessário que traga cultivos que se adequem com a realidade edafoclimática local para que a pesquisa possa informar dados que desdobrem a realidade. Essa motivação fez a escolha de espécies como Caju, Maracujá, Agave/Sisal, Goiaba e Umbú, onde as respectivas mantêm características de plantio semelhantes (precipitação anual média entre 600 e 1500 mm, temperatura média anual de 27 graus e solos de boas características) (SÁ *et al.*, 2000; EMBRAPA, 2021; PAES, 2021; SUINAGA *et al.*, 2021; BARBOSA & LIMA, 2010; EMBRAPA, 2007; EPSTEIN, 1998)

7.2.4.3 Análise da potencialidade à agricultura temporária

A agricultura temporária junto à agricultura permanente além de fixar o homem ao campo e gerar renda a sociedade que faz dessa modalidade uma escolha econômica, auxiliam na manutenção da segurança alimentar da população beneficiada, visto que são através dos cultivos temporários que verduras e leguminosas são incluídas na educação alimentar. O Brasil é um dos mais bem ranqueados em relação a produtividade de cultivos temporários

(Fortini, 2020). Programas e projetos são viabilizados para continuidade de plantações, sobretudo da agricultura familiar, essa representando em 70% dos cultivos consumidos no país (EMBRAPA, 2017; FAO, 2016). Sobre a classificação de solos potenciais a atividades agrícolas, aplicou-se as considerações de Lima (2016) junto aos procedimentos metodológicos de acordo com Freire-Silva *et al.* (2015) e Francisco *et al.* (2015) para o desenvolvimento de análise da potencialidade à agricultura temporária (Tabela 21)

Tabela 21 – Classes e atributos ambientais referentes a análise de potencialidade a agricultura temporária

Grau de potencialidade a Agricultura Temporária	Notas	Classes e atributos ambientais					
		Geomorfológico		Pedológico	Uso da terra	Climatológico	
		Declividade (°)	Relevo	Classe de solos	Classes de Uso	Precipitação	Temperatura
Muito Baixa	1	Acima de 45	Montanhoso	Plintossolos, Organossolos, Espodossolos	Savana Estépica Florestada	Abaixo de 400 mm/ano	Abaixo de 18
Baixa	3	20 a 45	Fortemente ondulado	Neossolos	Savana Estépica Arborizada	400 a 599 mm/ano	18 a 20
Média	5	8 a 20	Moderadamente ondulado a ondulado	Cambissolos, Gleissolos, Planossolos, Nitossolos, Vertissolos	Savana Estépica Parque	600 a 799 mm/ano	21 a 24
Alta	7	3 a 8	Suave ondulado	Latossolos, Argissolos	Savana Estépica Parque Gramíneo-lenhosa	800 a 999 mm/ano	25 a 27
Muito Alta	9	< 3	Plano	Chernossolos, Luvisolos	Agropecuária	Acima de 1000 mm/ano	27 a 30 Graus

Em conjunto aos critérios expostos na Tabela 21, a Tabela 22 apresenta a derivação de pesos referentes à análise em questão. Nota-se que os critérios de julgamentos estão com uma Razão de Consistência dentro do recomendado por Saaty (1987).

Tabela 22 - Derivação de pesos referentes a análise da potencialidade a Agricultura Temporária

AHP	Precipitação	Temperatura	Solos	Uso	Declividade	Pesos
Precipitação	1,0	5,0	3,0	3,0	7,0	0,45
Temperatura	0,2	1,0	0,3	0,3	3,0	0,09
Solos	0,3	3,0	1,0	3,0	5,0	0,25
Uso	0,3	3,0	0,3	1,0	5,0	0,17
Declividade	0,1	0,3	0,2	0,2	1,0	0,04
Infos	CR	0,06	λ_{max}	5,29	RI	1,12

Seguindo as recomendações da FAO (2007) para observação da agricultura temporária cultivos que se adequem com a realidade edafoclimática local são necessários para que haja encontro informativo. Desta forma, escolheram-se espécies tradicionais do Nordeste tais

como Milho Feijão, Palma forrageira, Mandioca e Abóbora, que características de plantio semelhantes (precipitação anual média entre 250 e 800 mm, temperatura média anual de 27 graus e solos de boas características) (MANTOVANI *et al.*, 2015; GOIAS, 2021; GOMES & LEAL, 2013; EMBRAPA, 2006; RIBEIRO, 2002; ALBUQUERQUE, 2000; RAMOS, 2010)

7.2.4.4 Análise da Fragilidade Ambiental

As pesquisas concomitam e assemelham-se quando comentam acerca do conceito de Fragilidade Ambiental suas estruturas e reverberações. Observa-se a Fragilidade Ambiental emergindo quando se tem a pretensão de usar o ambiente de interesse para planejamento territorial – planejamento integrado (Crepani *et al.*, 2001; Bojórquez-Tapia *et al.*, 2013; Martín-Duque *et al.*, 2012; Santos, 2015; Alves *et al.*, 2018) onde Ross (1990) apresenta como alternativa o cruzamento de informações ambientais, uma vez que não é possível propor informações apenas com análises de dados estáticos. Alves (2016) junto a Ross (1994) discorrem sobre os fatores trazidos pelo método, nos quais a declividade, solos e clima entram no escopo físico e o uso do solo cobertura da terra no escopo antropogênico. Utilizou-se como um dos pontos antropogênicos além do uso da terra, o quantitativo de renda média mensal (Equação 15).

$$\bar{x} = \frac{\sum \frac{(x_1 * \%)}{n} \dots \frac{(x_{10} * \%)}{n}}{10} \quad (15)$$

Onde:

x_1 é o valor médio (em reais) recebido de um grupo populacional

% é o valor representativo (representação) do grupo em relação ao todo

n é o valor representativo máximo (%) obtido pelo somatório de $x_1, \dots, x_{10}$

Segundo o IBGE (2021) a renda média urbana da população economicamente ativa que trabalha em Serra Talhada compreende a 1.7 salários, correspondendo a 14,9% do contingente populacional da região. A população que sobrevive com um rendimento mensal de até 1/2 salário no município alcança 45,7%. A população aposentada aproxima-se de 8%. Levando em consideração que os aposentados recebem um salário-mínimo, as informações coletadas distribuídas em relação a população e os percentuais representativos, a renda média mensal obtida é de 745 reais.

Desmembrando os estudos de Ross (1994), Alves *et al.* (2018), Valle *et al.* (2016), nota-se que além da renda média mensal, atributos como relevo, solos, uso e ocupação e precipitação são utilizados. Para a classificação de solos mais susceptíveis a erosão, aplicou-se as considerações de Lima (2016). A Tabela 23 demonstra as Classes e atributos ambientais referentes a análise da Fragilidade Ambiental.

Tabela 23 – Classes e atributos ambientais referentes a análise fragilidade ambiental

Grau de Fragilidade Ambiental	Notas	Classes e atributos ambientais					
		Geomorfológico		Pedológico	Uso da terra	Climatológico	Econômico
		Declividade (°)	Relevo	Solos susceptíveis a erosão	Classes de Uso	Precipitação	Renda Média Mensal
Muito Baixa	1	Acima de 45	Montanhoso	Latossolos, Planossolos	Florestas Densas	Abaixo de 600 mm/ano	Acima de 1100 reais/mês
Baixa	3	20 a 45	Fortemente ondulado	Gleissolos, Vertissolos	Florestas e Formações Naturais	601 a 800 mm/ano	Até 1100 reais/mês
Média	5	8 a 20	Moderadamente ondulado a ondulado	Plintossolos, Organossolos, Luvisolos	Cerrado – Savana – Caatinga espaçadas	800 a 1000 mm/ano	Até 500 reais/mês
Alta	7	3 a 8	Suave ondulado	Argissolos, Cambissolos, Nitossolos, Chernossolos, Espodossolos	Área Urbana	1000 a 1300 mm/ano	Até 300 reais/mês
Muito Alta	9	< 3	Plano	Neossolos	Atividades Agrícolas	Acima de 1300 mm/ano	Abaixo de 100 reais/mês

A Tabela 24 apresenta a derivação de pesos referentes a análise da Fragilidade Ambiental. Nota-se que os critérios de julgamentos estão com uma Razão de Consistência dentro do recomendado por Saaty (1987). Consideram-se pontos já executados em outras pesquisas, tal como as de Donha *et al.* (2006).

Tabela 24 - Derivação de pesos referentes a análise da Fragilidade Ambiental

AHP	Uso	Solos	Econômico	Precipitação	Declividade	Pesos
Uso	1,0	3,0	0,3	3,0	3,0	0,23
Solos	0,3	1,0	0,2	3,0	0,2	0,09
Econômico	3,0	5,0	1,0	7,0	3,0	0,45
Precipitação	0,3	0,3	0,1	1,0	0,3	0,05
Declividade	0,3	5,0	0,3	3,0	1,0	0,18
Infos	CR	0,08	λ_{max}	5,37	RI	1,12

Através da Tabela 24 é possível perceber quais critérios sobressaem-se para com outros, todavia, todos mantêm sua relevância na construção da Fragilidade Ambiental como um todo. A perspectiva econômica resumida na renda média mensal é o ponto com mais peso, visto que se observa que o fator econômico fará que a população utilize os meios ambientais

para obtenção de receitas para manutenção financeira e sua respectiva sobrevivência (ROSS, 2006; PORTO, 2007; THOURET, 2007; SANTOS, 2015). Pesquisas já apontam que a população de baixa renda utiliza e ataca as florestas para produção e venda de carvão, bem como o uso de outras funções de baixa ou alta complexidade no mesmo ambiente provocando o aceleramento do desmatamento e solo no geral (Lopes; Canto, 2013; Chaves, 2016; Gioda, 2019; Travassos; Souza, 2014; Wilcox-Moore *et al.*, 2011).

O segundo atributo em relação ao peso relaciona-se ao uso do solo e cobertura da terra; uma vez que a utilização pré-estabelecida de regiões poderão dar grau elevado de fragilidade. A declividade reflete relevância visto que em ambientes de alto declive os solos e a precipitação em conjunto farão que o local tenha elementos frágeis enquanto sua estrutura (Crepani *et al.*, 2001; Donha *et al.*, 2006; Santos, 2015; Alves *et al.*, 2018).

7.2.5 Processamento dos dados, Limitações e Observações.

Para a confecção dos mapas apontados nos tópicos acima, além da obtenção das classes e notas em conjunto aos pesos para cada atributo, utiliza-se a Equação 16 (*Weighted Overlay*) como base para composição do produto (ESRI, 2008).

$$Mapas = \frac{\sum(x_{1n} * p) \dots (x_{xn} * p)}{N} \quad (16)$$

Onde:

X_{1n} é a nota do atributo acerca do território

P é o peso generalizado do atributo

N é a quantidade de atributos calculados.

Para correção de falhas e *voids* no Modelo Digital de Elevação, utilizou-se da Equação 17, recomendada pela literatura para manipulação de *rasters* nessa situação (ESRI, 2021)

Con(IsNull("raster"), FocalStatistics("raster", NbrRectangle(5,5, "CELL"), "MEAN"), "raster")
(17)

Os *softwares* ArcGis, Qgis, SPRING, ERDAS e a plataforma Google Engine foram utilizados para uso de ferramentas de download em série, processamento, recorte, renderizações, buffer, interpolações e álgebra. Todos os dados adquiridos foram

transformados para formato raster, uma vez que esse permite uma melhor facilidade em manipulação matricial dos planos de informações. Respeitando as Figuras 11 e 12, os recortes das imagens terão como grande área o município de Serra Talhada e como área experimental o buffer de 15 km de raio partindo da zona urbana do município supracitado.

Um dos pontos a se enfatizar no Brasil e no mundo é a disponibilidade de dados e informações sensíveis, isto é, documentos públicos que consigam dar ao pesquisador a capacidade de criar elementos capazes de formar tomadas de decisões mais eficazes e eficientes (Paula *et al.*, 2019). Por mais que haja informações sobre os solos no Brasil, o mapeamento de suas camadas ou da capacidade de pedotransferência para largas escalas é ainda um grande desafio já discutido na pesquisa de Boschi *et al.* (2018) quando executaram um amplo estudo das funções de pedotransferência no Brasil. Outros problemas podem ser comentados acerca da resolução espacial e temporal das imagens de satélite para microanálises e disponibilidade de dados socioeconômicos para os bairros brasileiros. Diante dessas lacunas, utiliza-se as informações disponíveis e mais próximas a realidade em conjunto com os escritos de literatura existentes.

7.3 RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados referentes as informações edafoclimáticas-socioeconômicos do município de Serra Talhada e a Área Experimental da pesquisa. Precipitação, Temperatura, Índice de Aridez, Uso do solo e Ocupação da Terra, Classificação dos solos, Declividade e Renda per capita entram neste escopo geral (Figuras 13 e 14). Em momento posterior, informações analíticas sobre a Suscetibilidade a Desertificação, Potencialidade a agricultura permanente (fruticultura) e temporária bem como a Fragilidade Ambiental serão enunciados (Figuras 15, 16 e 17).

Figura 13 - Informações sobre Precipitação (mm), Temperatura (°C) e Índice de Aridez

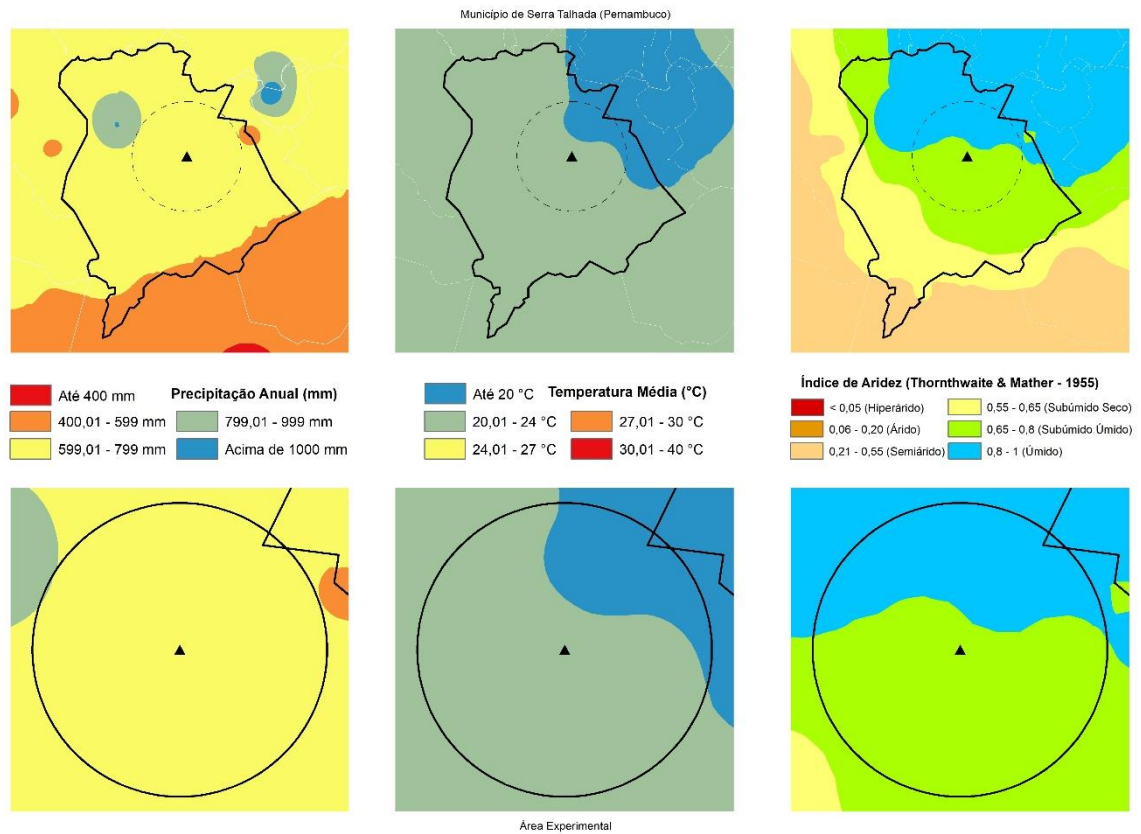


Tabela 25 – Percentual e distribuição de precipitação anual para os ambientes pesquisados

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Até 400 (mm)	0 %	0 %
400,01 - 599 (mm)	7,1 %	0 %
599,01 - 799 (mm)	87,2 %	99,9 %
799,01 - 999 (mm)	5,6 %	0,1 %
Acima de 1000 (mm)	0,1 %	0 %

Tabela 26 – Percentual e distribuição da temperatura média anual para os ambientes pesquisados

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Até 20 (° Celsius)	10,9 %	20,9 %
20,01 - 24 (° Celsius)	89,1 %	79,1 %
24,01 - 27 (° Celsius)	0 %	0 %
27,01 - 30 (° Celsius)	0 %	0 %
Acima de 30 (° Celsius)	0 %	0 %

Tabela 27 – Percentual e distribuição do Índice de aridez (Thornthwaite & Mather, 1955) para os ambientes pesquisados

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Hiperárido	0 %	0 %
Árido	0 %	0 %
Semiárido	2,9 %	0 %
Subúmido Seco	22,1 %	0 %
Subúmido Úmido	44,5 %	61,9 %
Úmido	30,3 %	38,1 %

Observando a Figura 13 e as Tabelas 25, 26 e 27 percebe-se que as características climatológicas locais têm algumas predominâncias. Para a precipitação, verifica-se que grande maioria do município se mantém no intervalo de 599 – 799 mm/ano (87,2%) seguidos do intervalo de 400-599 mm (7,1%) e 799-999 mm (5,6%), respectivamente. Semelhante às informações de precipitação, a temperatura no intervalo de 20 – 24 graus é predominante na região de Serra Talhada (89,1%) seguida temperaturas de até 20 graus (10,9%). As informações acerca do perímetro experimental acompanharam as grandes áreas, visto que sobre a precipitação, a predominância foi do intervalo de 599,01 – 799 (99,9%) enquanto na temperatura, mesmo havendo uma menor amplitude da predominância, o intervalo de 20,01 – 24 (79,01%) manteve-se em destaque sobre o de Até 20 graus (20,9%).

No município em pesquisa, o Índice de Aridez manteve distribuições equilibradas enquanto intervalos estimados. Constata-se a partir da Tabela 27 que a classe “Subúmido Úmido” tem o maior percentual (44,5%), contudo, nota-se a classe “Úmido” (30,3%) a nordeste da região e ao sudoeste as classes “Subúmido Seco” (22,1%) e “Semiárido” (2,9%). Na área experimental, há a predominância de duas classes, a “Subúmido úmido” (44,5%) e a Úmido (30,3%).

As informações sobre aspectos edafológicos são apresentadas através da Figura 14 e Tabelas 28, 29 e 30.

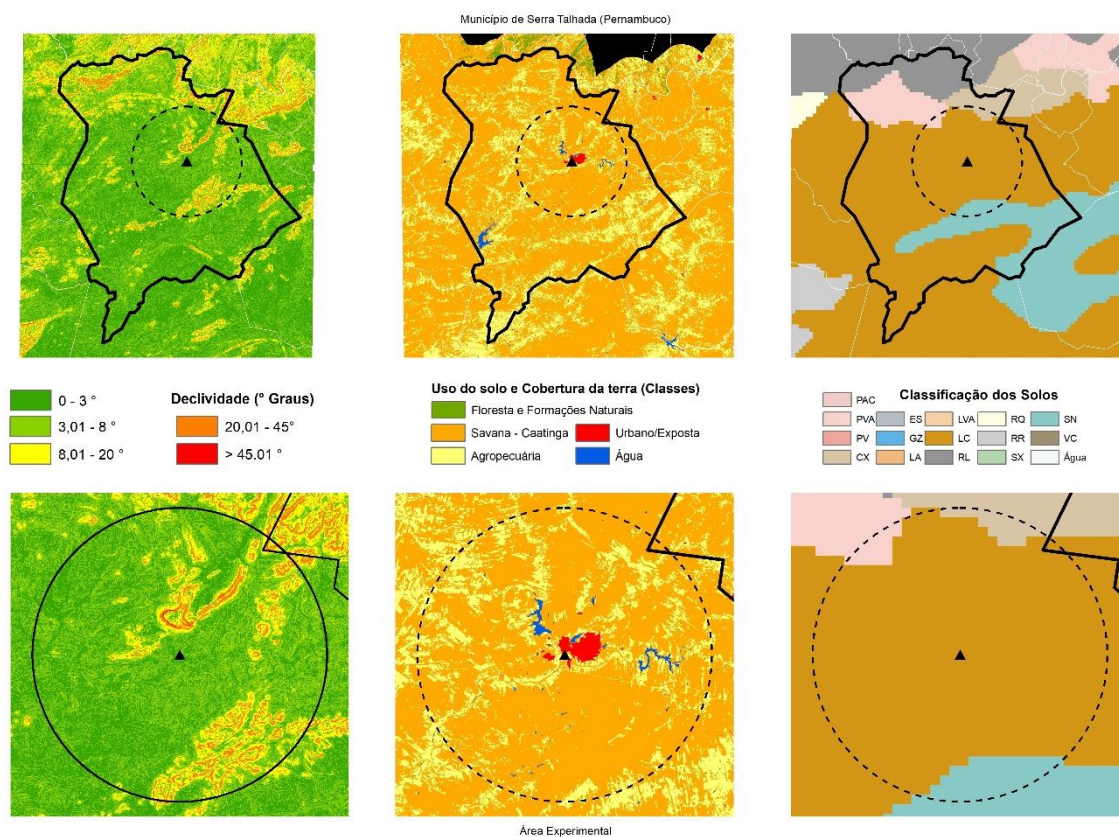


Tabela 28 – Percentual e distribuição da declividade para os ambientes pesquisados

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Até 3° de declividade	45,2 %	43,4 %
3 a 8 ° de declividade	39,7 %	40,4 %
8 a 20 ° de declividade	11,6 %	11,9 %
20 a 45 ° de declividade	3,5 %	4,2 %
Acima de 45 ° de declividade	0 %	0,1 %

Tabela 29 – Percentual e distribuição dos Usos e Cobertura da terra para os ambientes pesquisados

Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Floresta e Formações Naturais	0,1 %	0 %
Formação Savânica – Caatinga	75,1 %	78,3 %
Atividades Agropecuárias generalizadas	23,9 %	19,5 %
Área não vegetada e Infraestrutura Urbana	0,3 %	1,4 %
Ambientes Hídricos - Água	0,6 %	0,9 %

Tabela 30 – Percentual e distribuição dos solos para os ambientes pesquisados		
Região	Serra Talhada	Área Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Planossolos	13,6 %	5,7 %
Neossolos	9,6 %	0 %
Luvissolos	64,9 %	89,4 %
Cambissolos	3,3 %	2,9 %
Argissolos	8,6 %	1,9 %

A partir das informações da Tabela 28 (Figura 14) é possível constatar que a predominância do município e da área experimental sobre a declividade está amparada pelos relevos planos (45,2%; 43,4%) e suave ondulados (39,7%; 40,4%). Não há regiões denominadas "montanhosas" (acima de 45° de declividade), contudo, ambientes de ondulados e fortemente ondulados são observados entre as áreas (Ondulado: 11,6% e 11,9%; fortemente ondulado: 3,5%; 4,2%, respectivamente). Considerando os usos do solo e coberturas da Tabela 18, os de maiores percentuais são o de Formação Savânica – Caatinga (75,1%; 78,3%) e atividades agropecuárias (23,9%; 19,5%).

Mesmo com uma maior distribuição percentual quando comparada a outros atributos descritos na pesquisa, os atributos dos solos presentes na região têm os Luvissolos com alta predominância (64,9%; 89,4) seguido de classes como os Planossolos, Neossolos, Argissolos e Cambissolos, porém sem expressividade quando comparada aos Luvissolos.

A seguir as Figuras 15, 16 e 17 junto as Tabelas 31, 32 e 33 apresentam as compilações de informações acerca das análises das susceptibilidades e potencialidades para a região de Serra Talhada.

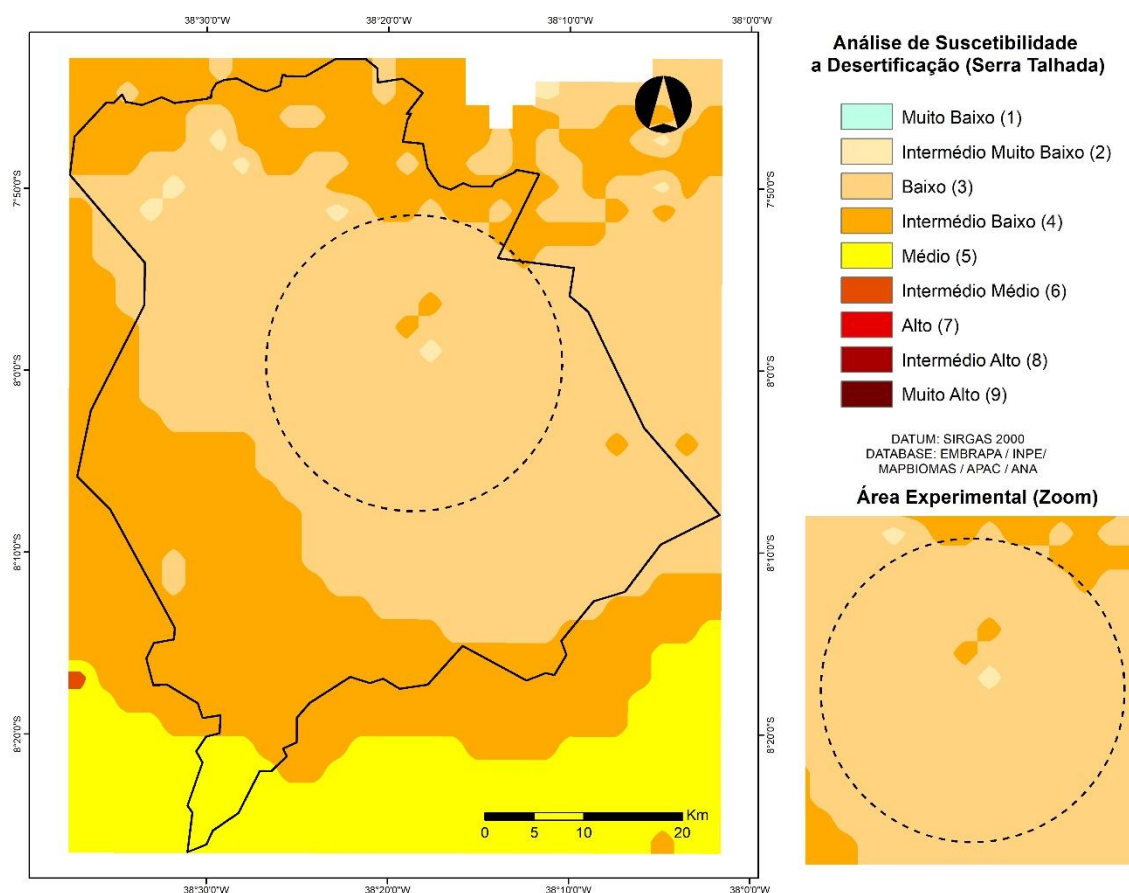


Tabela 31 – Distribuição percentual das classes relacionadas a suscetibilidade a desertificação

Região	Serra	Experimental
Área (Km ²)	2922,99	706,08
Intermédio Muito Baixo (2)	1,1 %	0,8 %
Baixo (3)	63,4 %	96,1 %
Intermédio Baixo (4)	33,3 %	3,1 %
Médio (5)	2,1 %	0 %

A partir da Figura 15 nota-se que a espacialização das classes relacionadas a suscetibilidade a desertificação se intensifica de Norte para Sul. Mesmo assim, não se observa classes de alta suscetibilidade na região de interesse, resumindo-se em classes voltadas ao “Baixo” (63,4%) e sua classe intermediária (33,3%), estando em percentual predominante na área de estudo experimental (Baixo – 96,1%). Apenas na porção Sudoeste do município e em seus arredores limítrofes que as classes se demonstram ligeiramente elevadas frente as predominantes. Seguindo a linha analítica, a Figura 16 apresenta informações sobre a Potencialidade a Agricultura (Permanente/Fruticultura e temporária).

Figura 16 – Análise de Potencialidade a Agricultura (Permanente/Fruticultura e temporária) para o município de Serra Talhada (Pernambuco)

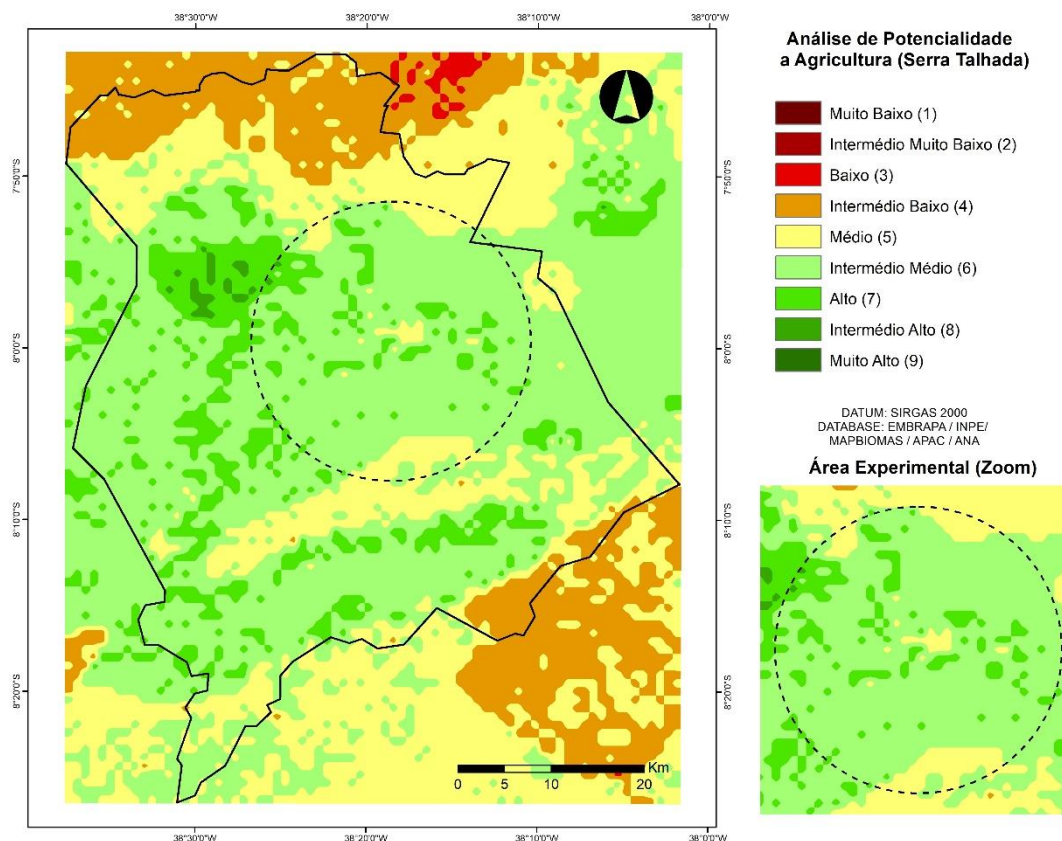


Tabela 32 – Distribuição percentual das classes relacionadas Agricultura (Permanente e temporária)

Região	Serra	Experimental
Área (Km²)	2922,99	706,08
Intermédio Baixo (4)	9,8 %	0 %
Médio (5)	20,6 %	10,4 %
Intermédio Médio (6)	54 %	75,4 %
Alto (7)	14,9 %	13,9 %
Intermédio Alto (8)	0,7 %	0,2 %

De acordo com a Tabela 32 e amparado na Figura 16, percebe-se a existência de potenciais relacionados a agricultura de cultivos adaptados as características locais em médio – intermédio médio e alto para região (com predominância do intermédio médio 54%) com a porção central – inferior da região com os melhores resultados. Na região Norte verifica-se os menores potenciais de uso a agricultura generalizada, enquanto na região experimental, acompanhando os resultados do município, a predominância reflete a classe “intermédio médio” (75,4%). A Fragilidade Ambiental representada pela Figura 17 e Tabela 33 auxilia a descoberta de mais evidências para área de estudo.

Figura 17 – Análise de Fragilidade Ambiental para o município de Serra Talhada (Pernambuco)

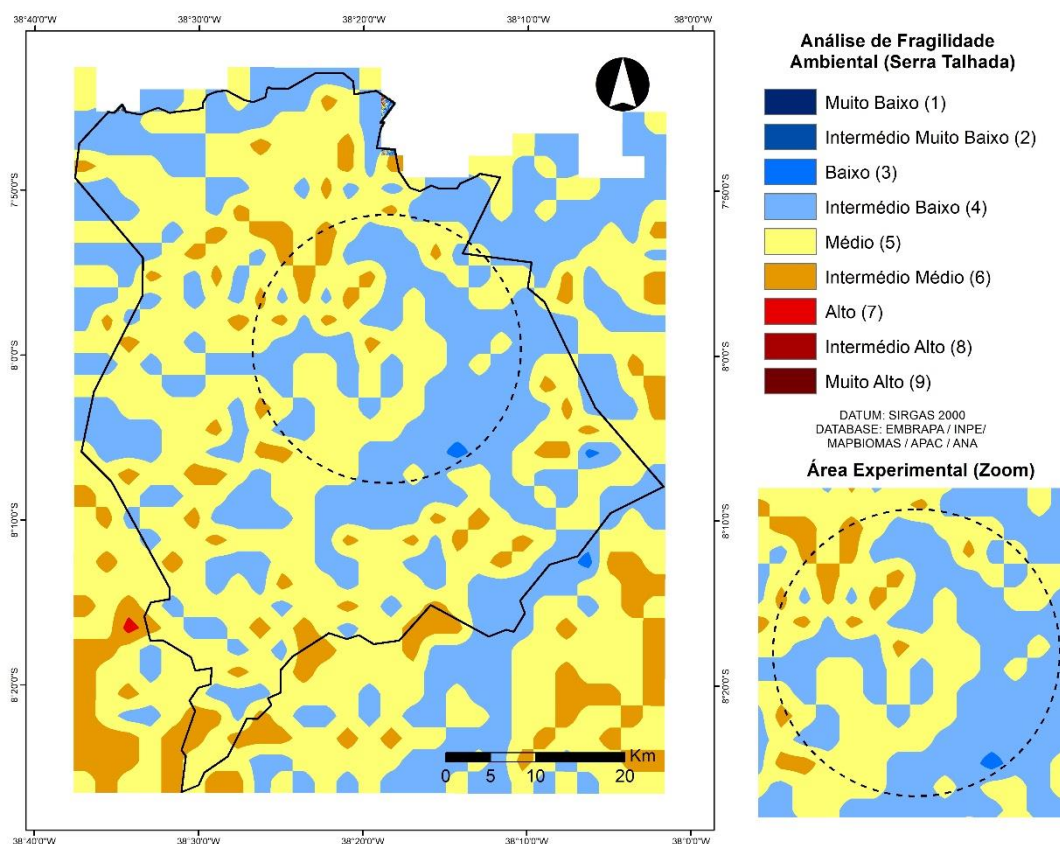


Tabela 33 - Distribuição percentual das classes relacionadas a Fragilidade Ambiental

Região	Serra	Experimental
Área (Km²)	2922,99	706,08
Baixo (3)	0,4 %	0,8 %
Intermédio Baixo (4)	42,5 %	51,7 %
Médio (5)	44,4 %	38,1 %
Intermédio Médio (6)	12,7 %	9,3 %

O mapeamento da Fragilidade Ambiental de Serra Talhada aponta que a região mantém ambientes diversificados de interesse e não interesse (Figura 17). De boa distribuição percentual, percebe-se através da Tabela 33 a existência das classes “Médio” (44,4%) e “Intermédio Baixo” (42,5%) como predominantes; todavia, porções com uma classe intermediária ao médio e ao alto (12,7%) se mostram com expressividade. A área experimental acompanha os percentuais proporcionais da região como um todo, estando presentes as classes “Intermédio Baixo” (51,7%) e “Médio” (38,1%) como predominantes, seguida da classe “Intermédio Médio” em baixa percentagem (9,3%) comparativa, mas bem apresentada territorialmente.

7.4 DISCUSSÃO

7.4.1 Considerações sobre as potencialidades e susceptibilidades existentes nos entornos dos ambientes hídricos

A evolução do pensamento em prol da análise espacial de dados trouxe para a ciência contribuições significativas. Através dos métodos estatísticos é possível representar os ambientes onde a coleta de dados humana contínua é de difícil acesso ou de custo elevado; contudo, parafraseando os escritos de Burrough e McDonnell (1998), “*Quando se tem dados em abundância, as representações estatísticas do espaço são semelhante*” isso demonstra a importância de não só ter informações bem distribuídas ao longo das regiões de interesse, mas também que estas transmitam em longo prazo esses dados sendo eles livres de erros e interferências. Na análise espacial, a Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW) e a *Krigeagem* são exemplos dos métodos de interpolação muito utilizados em pesquisas relacionadas ao Meio Ambiente no geral (BRITO *et al.*, 2013), nos quais, observa-se sua utilização em produtos altimétricos no pantanal e na Amazônia (VALERIANO *et al.*, 2006; VALERIANO *et al.*, 2007) ou em pesquisas envolvendo solos, climatologia e hidrologia (BARROS *et al.*, 2020; BUTTAFUOCO *et al.*, 2017; CASTRIGNANÒ *et al.*, 2018). A distribuição considerável dos pontos de coletas climatológicas possibilitou a apresentação do regime anual de precipitação e temperatura média (Figura 13) na área de interesse, destacando as suas relações com o entorno, uma vez que se nota a presença além dos limites municipais, locais com elevada precipitação e altimetria (conhecidos como *Brejos de Altitude*), que desenvolvem por suas características divergentes as zonas semiáridas ou transicionais ao semiárido composições edafoclimáticas distintas (FERRAZ *et al.*, 1998; LIMA, 2016).

As técnicas de geoprocessamento junto ao Sensoriamento Remoto aliam-se não somente no tratamento, refinamento e exposição de plano de informações, mas também na presença de novos produtos, estes oriundos de junções de dados derivados de visitas *in loco*, geoestatística ou imageamentos (Figura 14). Ademais, as sobreposições de dados que concebem produtos como os de análise de desertificação, fragilidades e/ou potencialidades ambientais entregam novas perspectivas analíticas e contribuem para pensamentos nos vieses políticos, econômicos, sociais e ambientais. Os estudos sobre desertificação e a presença de núcleos no semiárido brasileiro, por exemplo, foram discutidos e datados em fotografias por

Lopes e Soares (2016) sendo ampliado por pesquisas de Santos e Galvêncio (2013), Ferreira *et al.* (2014; 2017), Santos *et al.* (2017) e Figueiredo *et al.* (2021).

Analisando a Figura 15 nota-se a presença predominante das classes "baixo e intermédio baixo". Na região experimental (que mantém ambientes hídricos incluídos), a classe "baixo" é dominante enquanto na porção sul - sudoeste a classe aumenta em relação a suscetibilidade a desertificação, alcançando a classe "médio". Santos e Galvêncio (2013) estudando em área próxima à da pesquisa, obteve resultados semelhantes, no qual, entre os 29 municípios observados, predominam as classes "baixo" e "médio". O estudo acerca de uma bacia hidrográfica em ambiente semiárido de Pernambuco, Ferreira *et al.* (2014) relacionaram as áreas que eram susceptíveis a erosão com a possibilidade de desertificar-se; desta forma, os pesquisadores observaram percentuais de áreas susceptíveis a desertificação superiores ao da pesquisa em questão e a de Santos e Galvêncio (2013).

Santos *et al.* (2017) projetaram através de cenários climáticos a susceptibilidade a desertificação do estado de Pernambuco (2010 – 2099) obtendo a classe "alta" para parte da região litorânea, todo agreste e sertão meridional, como justificativa o estudo associou o resultado ao possível aumento de desmatamento e a alteração da vegetação natural por outros cultivos. A análise de Ferreira *et al.* (2017) em uma bacia hidrográfica com quatro cidades inclusas em região semiárida e próxima ao rio São Francisco teve predominância de classes "muito baixa" e "baixa" indo de encontro com as classes observadas nessa pesquisa.

A análise da potencialidade a agricultura permanente e temporária sob as condições edafoclimáticas adequadas para a região (Figura 16) mostrou-se classes variando de "médio" a "intermédio médio" com pequenas porções de classes "alta"; a região experimental acompanha a classe "intermédio médio". Acompanhar os potenciais existentes das culturas de cada região como recomenda a FAO (2007) é uma prática utilizada há décadas no Brasil, sobretudo no manejo da agricultura familiar em ambientes com déficit hídrico contínuo (MELO; VOLTOLINI, 2019), então culturas como as do caju, maracujá, agave/sisal, goiaba, umbu, milho, feijão, palma forrageira, mandioca e abóbora podem ser manejadas. Kiill *et al.* (2019) reforçam o supracitado explanando a biodiversidade da Caatinga como potenciais a agricultura familiar, com o umbuzeiro, seriguela, maracujá-da-caatinga, baraúna, aroeira, angico e o coqueiro Ouricuri a explorar. Cultivos bianuais tal como o feijão mandioca, milho e em ambientes com melhores condições climáticas, o amendoim, sorgo e algodão também são exemplos (SILVA; REGITANO NETO, 2019).

Freire-Silva *et al.* (2015) analisaram o potencial a fruticultura do abacaxi em regiões semiáridas de Pernambuco, visto que é existente o cultivo no agreste, observando diversos

ambientes possíveis de cultivo na pesquisa. Andrade *et al.* (2013) verificaram as vulnerabilidades dos agricultores no semiárido, elencando que além da limitação hídrica periódica e ausência de grandes territórios de solos agricultáveis, os principais fatores limitantes a agricultura no semiárido decorre da ocorrência de pragas, falta de recursos financeiros para manutenção de colheitas, acesso legal a terras e o acesso diretamente ao mercado consumidor, sendo necessário a presença de atravessadores.

Nota-se assim que quando há a presença de água perene em ambientes semiáridos, a agricultura e pecuária são desenvolvidas de forma ampla como forma de fixação do homem e fonte de renda. O território de bioma Caatinga é utilizado para tais práticas, onde a população extraiu não somente os itens agricultáveis do solo, como também retira a madeira para comercio/uso do carvão e expansão, a tornando uma região com suas fragilidades ambientais específicas. As Fragilidades Ambientais são as áreas potenciais (ou susceptíveis) a receber mudanças significativas no que se refere a antropização, sendo resultado de um compilado de informações, sejam elas físicos-naturais e socioeconômicas.

Pesquisas acerca da Fragilidade Ambiental em ambientes semiáridos foram desenvolvidas em momentos anteriores por Oliveira e Chaves (2009), Batista e Silva (2013), Farias *et al.* (2016) e França *et al.* (2017), nos quais, mesmo não considerando fatores econômicos (como renda per capita, por exemplo), os valores obtidos para as regiões em pesquisa tiveram como predominância as classes “média” e “baixa”, assemelhando com os resultados da Figura 15. Ressalta-se dentre as pesquisas supracitadas que mesmo os valores predominantes serem de classes medianas, isso não demonstra que as regiões não tenham territórios de elevado grau de fragilidade ativos ou locais passíveis de transformação.

A metodologia de Análise Hierárquica de Processos se inclui nesse escopo como ferramenta de detecção desses locais e prospecção de cenários futuros, uma vez que a tangibilidade de manipulação nos pesos dos atributos para elucidar objetivos específicos também é viável. Ademais, observa-se a capacidade de extração de informações em diferentes resoluções, possibilitando a verificação do entorno de reservatórios de médio e pequeno porte (a área experimental da pesquisa). Essas informações quantificadas não substituiriam a visita em campo, contudo, somariam com as catalogações e amparariam com significância a tomada de decisão gerencial bem como a submissão e aceitação documental em instituições competentes para cumprimento da legislação ambiental.

7.4.2 Como o planejamento integrado, geoprocessamento e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) podem auxiliar os Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais?

Os avanços existentes presentes no Sensoriamento Remoto, geoprocessamento e outros métodos analíticos de observação e aferição do espaço trouxeram melhorias para pesquisa e observação territorial no campo ambiental. Novos satélites, formulações refinadas, novos levantamentos de campos que complementam e reforçam os antigos, códigos e processamento em nuvens são grandes exemplos a se citar. Junto a esses avanços, a legislação ambiental se desenvolveu no Brasil amparando as demandas existentes e a fazendo uma das mais completas e complexas legislações ambientais do mundo (MMA, 2019; ROCHA, 2020).

Publicadas em março de 2002, as resoluções CONAMA de números 302 e 303 se dispuseram acerca das *“definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno”* e suas complementações (CONAMA, 2002AB), sendo discussão emergida após a revogação das respectivas em setembro de 2020 e a suspensão da revogação em novembro do mesmo ano (EBC, 2020; OAB, 2020; SBPC, 2020; SENADO, 2020). Além de discutir as áreas de preservação permanente o CONAMA 302 recomenda a produção do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais (PACUERA) para reservatórios artificiais com finalidade a geração de energia e abastecimento público (CONAMA, 2002A), contudo, a resolução não se aprofunda enquanto as exigências para documentação, deixando a cargo de outros órgãos ambientais, o que acarreta uma não padronização de informações e como consequência, a abertura de documentos superficiais quando comparados a outros documentos no mesmo tema. Ademais, mesmo a resolução comentando em artigo anterior sobre a necessidade de haver áreas de preservação permanente para ambientes hídricos destinados a abastecimento público abaixo de 5 hectares (Artigo 3 §6, CONAMA, 2002A), ela não comenta explicitamente de a necessidade desses locais haver ou não estudos de impacto tal como o PACUERA.

A apresentação legislativa de recomendações para criação de documentos que amparem a área de entorno de reservatórios artificiais é um avanço no Brasil visto que muitos reservatórios foram criados no Estado sem esses documentos – e ainda diversos não os mantém. Essa premissa faz reforçar ainda mais uma resolução que não somente apresente recomendações, mas também diretrizes claras de como, onde, porque, meios, aceitação e confirmação desses resultados para que haja uma orientação hierárquica, sensibilidade na

padronização e elevação da proteção destes locais. Ressalta-se que situações excepcionais, como a criação de reservatórios de grande porte e os pequenos reservatórios também deveriam ter uma atenção maior, visto que pelas suas características uma padronização pré-definida poderia o deixar superficial ou complexo frente ao objetivo e escala.

Mesmo havendo algumas dissonâncias na apresentação de grandes tópicos, comumente os PACUERAS mantêm relevantes assuntos em comuns, tais como levantamentos físicos-naturais, socioeconômicos, zoneamentos generalizados de áreas de reservatório (área de segurança, área de emergência, por exemplo) e recomendações para mitigação. Os expostos são louváveis e enriquecem ainda mais não só a pesquisa, mas também a melhoria na gestão da área impactada pelo documento, reforçando a necessidade da existência desses no amparo da legislação hídrica-ambiental. Contudo, aspectos analíticos específicos, como potencialidade a erosão, desertificação, zonas arqueológicas, fragilidades ambientais e potencialidades a agricultura não estão inclusos em comum acordo documental, existindo a exposição em planos mais complexos e/ou que haja um profissional com essas habilidades. O que o Meio Ambiente perde, sobretudo as áreas frágeis, como é o semiárido brasileiro, com um plano ambiental que além de levantar a fauna e flora e zonear basicamente o entorno, volta-se a conseguir expor e extrair informações sobre sua fragilidade sociofísica, potencialidade a desertificação/erosão e/ou potenciais agropecuários? Uma proposta de padronização mínima baseada no planejamento integrado, Sensoriamento Remoto e as Geotecnologias como um todo podem ser as grandes aliadas dessa investida de melhoria ambiental, uma vez que se notam essas ferramentas sendo utilizadas ao redor do mundo para diferentes funcionalidades e com satisfatoriedade; os ditos novos meios juntariam com os métodos tradicionais de verificação territorial de conhecimento das populações, fauna e flora tal como a resolução CONAMA 302 solicita em seu artigo 2 (§4, acerca das faixas territoriais permanentes, não diretamente sobre o PACUERA).

Atualmente, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) reforçam a necessidade de aprimoramento de políticas públicas, resoluções e legislações ambientais corretivas e que desenvolvam ainda mais a proteção do meio ambiente no Brasil, frente ao notório ataque que essas áreas existentes estão recebendo. Os ODS são compromissos firmados por 193 Estados Membros através da Assembleia Geral da ONU (Resolução 70/1) sendo especificados via objetivos (17) e metas (169) para alcance até 2030, respeitando não somente os espectros ambientais, econômicos e sociais de forma integrada, mas também o firmamento com os direitos humanos e o direito internacional. Esses objetivos e metas mesmo não sendo uma legislação, podem influenciar – e influenciam os novos documentos em

diversas esferas, visto que houve um firmamento em concluir as metas expostas (ODS, 2021a).

Os objetivos de número 6 (Água Potável e Saneamento) e 7 (Energia Limpa e Acessível) são os que melhor conferem aos reservatórios artificiais e poderiam também ser incluídas em novas resoluções e legislações sobre o tema de forma mais clarificada. Proporcionar a população ao acesso a água, saneamento e práticas de higiene, boa qualidade ambiental dos corpos hídricos doces, melhoria da eficiência no uso da água, gestão integrada – cooperação hídrica e fortalecimento das comunidades do entorno a ambientes hídricos são metas do objetivo 6 ODS que se unem aos do 7, no que tange ao acesso a eletricidade oriundas de tecnologias limpas (ODS, 2021bc).

Sobre o entorno do reservatório e suas considerações, o objetivo 15 (Vida na Terra) que diz respeito a *“Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade”* mantém pontos relevantes para se incorporar em possíveis discussões sobre planos ambientais e hídricos de forma integrada, visto que pensamentos relacionados a implementação da gestão sustentável, do combate à desertificação e proteção de espécies ameaçadas são levantados e estão presentes em planos como o PACUERA.

Vale ressaltar a conclamação da ciência no objetivo 14 (Vida na água), que confere metas para ambientes costeiros e marinhos; onde na meta de número 14.3 se diz *“Minimizar e enfrentar os impactos da acidificação dos oceanos, inclusive por meio do reforço da cooperação científica em todos os níveis”* (ODS, 2021d), fazendo perceber que a ciência e a produção científica em cooperação entre instituições mantêm extrema relevância na contribuição de um futuro sustentável. Mesmo havendo a necessidade de manejar o meio ambiente para extração de produtos e desenvolvimento populacional, a introdução das práticas científicas nas legislações contribuiria não somente na proteção ambiental propriamente dita, mas na adequada solução a se fazer no território de interesse, aproximando-se ainda mais do conceito de sustentabilidade, devendo, deste modo, ser contínuo e atuante.

7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Frente ao objetivo da pesquisa que corresponde a analisar as diferentes respostas a potenciais e susceptibilidades das áreas de entorno dos reservatórios, contribuindo dessa

forma para a reflexão de novas legislações sobre o tema, observa-se a tangibilidade e a possibilidade de metodologias, desde que haja dados disponíveis, capazes de extrair informações de interesse de ambientes do entorno de reservatórios, podendo estas serem de escalas diferentes. A extração de dados acompanhou relevantes temas socioeconomicos e edafoclimáticos, que entregarão a uma gestão política e de seus stakeholders um cenário de decisão favorável e mais eficaz.

Sobre os resultados obtidos, nota-se que estes acompanham (enquanto classificações e predominâncias) a literatura existente para a grande área – a região semiárida – em questão. A fragilidade ambiental, potencialidade a agricultura permanente/temporária e susceptibilidade a erosão foram exemplos levantados e comprovados mediante dados geoespaciais, metodologia consolidada e boas práticas/recomendações internacionais e nacionais; contudo, é importante ressaltar que áreas de melhor captação de chuvas, armazenamento, potenciais a inundação, evapotranspirações de ambientes semiáridos, zonas de lazer, cenários de expansão populacional, dentre outros pontos podem ser extraídos e incluído nos respectivos documentos de regiões hídricas e entorno.

As novas discussões sobre a sustentabilidade (e desenvolvimento sustentável) e a preocupação com o futuro levanta também a necessidade de rever as legislações ambientais, uma vez que estando em um ambiente contínuo e dinâmico, essas devem ser atualizadas, abarcando novas necessidades e compromissos firmados a posteriori. Visando a defesa dos ambientes de interesse ao entorno de reservatórios e seus acordos e legislações pré existentes, recomenda-se a inclusão nas diretrizes da resolução análises mais específicas através do planejamento integrado e geotecnologias, capazes de extrair pontos sensíveis e não somente levantar informações edafoclimaticas via inventário. Essas recomendações explanadas a partir de resoluções nas instâncias federais poderiam não somente clarificar as motivações (como, onde, porque, meios, aceitação e confirmações finais), mas servir de diretrizes bem como uma padronização para as demais instâncias reguladoras, estaduais e municipais. Tal como essa pesquisa, aconselha-se novos estudos e outros questionamentos acerca do tema.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE pela aprovação do projeto e concessão de bolsa ao primeiro autor. Aos estados do Brasil que disponibilizaram as documentações dos Planos Ambientais para que fosse possível o aprofundamento analítico e desenvolvimento dessa pesquisa

8 ÍNDICE E INDICADORES NO AUXÍLIO DA QUALIDADE DOS PLANOS AMBIENTAIS DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS NO SEMIÁRIDO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

8.1 INTRODUÇÃO

A utilização de indicadores que visam a melhoria da qualidade de determinado interesse não é um tema novo, sendo comumente executado na área de economia/administração estratégica para funções específicas empresariais ou para a empresa como um todo, estas sendo comparadas a outras nos cenários externos ou macroeconômico. Para Ferreira, Cassiolato e Gonzales (2009) indicador como definição é uma forma de medida, podendo caracterizar-se como qualitativas ou quantitativas, utilizado para organizar, captar e fomentar a tomada de decisão do elemento ou objeto de observação. A Fundação Nacional da Qualidade – FNQ (S/A) remonta uma visão mais cartesiana, apontando que é culminado um indicador quando há a razão de duas informações mediante a existência de formulações; na ausência destes parâmetros, não há indicador e sim um número isolado ou a existência puramente de dados. Os indicadores são amparados pelos índices, que segundo Chang, Lu e Lin (2005) e Araújo e Costa (2008) são valores resultados das formulações somadas dos indicadores e suas variáveis.

Uchoa (2013) complementa que a clarificação de prioridades a serem atingidas, o alinhamento de objetivos, auxílio nos ajustes do escopo, motivação do grupo, embasamento de documentos e reconhecimento de desempenho são características dos indicadores e não somente a exibição de metas concluídas. Desta forma, as diversas funcionalidades presentes a aplicação dos indicadores não se limita ao universo empresarial/administrativo, notando-se a presença destes em diversos âmbitos estratégicos.

Na pesquisa de Nascimento *et al.* (2018) é relatado que através das preocupações ambientais oriundas das conferências dos anos de 1970 e 1980 deu-se mais atenção as questões que envolveram a sustentabilidade e a economia, o que resultaram na criação de indicadores ambientais (inicialmente, pela *Economic Cooperation and Development* - OECD) para provimento de uma melhor gestão. Assim, observou-se trabalhos que utilizaram essa técnica para o meio ambiente em diferentes condições, tal como Macauley *et al.*, (2007) para estuários, Cabrera-Vera (2013) e Ariza *et al.* (2016) em zonas costeiras e Peña-Alonso *et al.*, (2018) e Semeoshenkova *et al.* (2017) para ambientes de praias.

Diferente dos indicadores empresariais, os indicadores ambientais quando aplicados corretamente refletem o quanto a natureza está sendo suprimida mediante pressão econômica e desenvolvimentista, como discutem Nascimento *et al.* (2018) e Hai-Ying *et al.* (2012). Para tal, existem no geral três tipos de indicadores para o meio ambiente: (i) o de pressão, que segundo a OECD (2003) serve para descrever atividades antropogênicas, como a qualidade e quantidade de recursos, atividades agrícolas e energéticas, resíduos, urbanização e indústria; (ii) o de Estado, que descreve atividades relacionadas a situação ambiental como biodiversidade, fauna, flora, clima, relevo, entre outros e (iii) o indicador de resposta, que orienta como melhor mitigar as ações do homem a natureza. Mesmo existindo diversos indicadores ambientais, os mais clássicos e utilizados atualmente orbitam os três pontos supracitados (HAMBLING; WEINSTEIN; SLANEY, 2011; LEBRET, 2015; OECD, 2003; HAI-YING *et al.*, 2012; WHO, 1999).

Observando a relevância dos indicadores ambientais e o seu respectivo comportamento descritivo, nota-se que os Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais – PACUERA estão de acordo em vários pontos acerca da preservação da natureza e podem ter junto a estes os indicadores e índices como suporte a qualidade e desempenho. Nota-se que o PACUERA após sua publicação serve não apenas para licenciar um empreendimento, mas para fundamentação de pesquisas futuras e boas práticas da gestão ambiental. Proposto no Brasil pelas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA Nº 302/2002 e Nº 303/02 e refundamentado pelas Leis Federais de número 12.651 de 25 de maio de 2012 (*Artigo 5 parágrafos 1 e 2*), as quais estabelecem normas gerais de proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente – APP e as Áreas de Reserva Legal e a Lei de número 12.727, de 17 de outubro de 2012, que altera alguns pontos da Lei de nº 12.651, de 25 de maio de 2012, o PACUERA tem como objetivo a elaboração de proposições para disciplinar a conservação, recuperação, uso e ocupação do reservatório e seu entorno, sendo procedimento fundamental para licenciamento de usinas hidrelétricas na sua respectiva licença de operação.

O PACUERA vem levando em consideração aspectos sociais e desenvolvimentistas, resultando em informações que elenquem os usos múltiplos da água, descrição da área em diversas condições edafoclimáticas, capacidades de mitigação, compensação e eliminação das interferências do empreendimento instalado sobre o meio ambiente, indicando assim, soluções ecossistêmicas. Proposto por uma empresa ou instituição, quem analisa o documento final é a esfera pública (órgão regulador), ambiente este que por motivos diversos ainda não adotaram em totalidade a utilização de indicadores, que conforme a OECD (2003) foi acordado que sua

adesão para manuseio da técnica ocorre de forma voluntária pelos países, mesmo sendo exposto nos dias atuais os seus benefícios no que se refere a agilidade e a tangibilidade de um monitoramento ambiental mais eficaz (MARSHALL; BANKS; COOKO, 2014; PILOUK; KOOTTATEP, 2017; NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Frente a importância do PACUERA para a sustentabilidade em territórios brasileiros, a necessidade de monitorar os ambientes antrópicos e preservados e os benefícios presentes na utilização de indicadores ambientais para análise de cenários de meio ambiente, propõe-se como objetivo deste trabalho o desenvolvimento da base teórica e fixação de indicadores ambientais importantes voltados à análise dos Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais juntamente a confecção de um índice direcionado ao tema para ambientes hídricos de menores proporções.

8.2 MATERIAL E MÉTODOS

8.2.1 Procedimentos metodológicos iniciais: base organizacional

Debruçando-se nas conceituações acerca dos indicadores e índices, planejamento estratégico, na gestão de qualidade e na preocupação atual para as boas práticas em relação a manutenção dos ecossistemas e responsabilidade social, aplicou-se alguns procedimentos teóricos e práticos para desenvolvimento do trabalho. O enfoque dessa pesquisa são os Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais – PACUERA na região Nordeste do Brasil.

Para tal, observou-se nas bases de dados PACUERAs existentes para a região, contudo, como muitos reservatórios foram criados no período entre 1970 a 2003, época que as legislações ambientais que amparam esses planos ainda não desenvolveram-se ou vigoraram-se. Desta forma, coletou-se todos os documentos de Pernambuco e arredores que pelo princípio da publicidade estavam expostos nas bases de outros estados e somou-se com os da região (n=4), abarcando relatórios apresentados para apreciação das respectivas agências reguladoras referentes a diversas escalas de reservatórios.

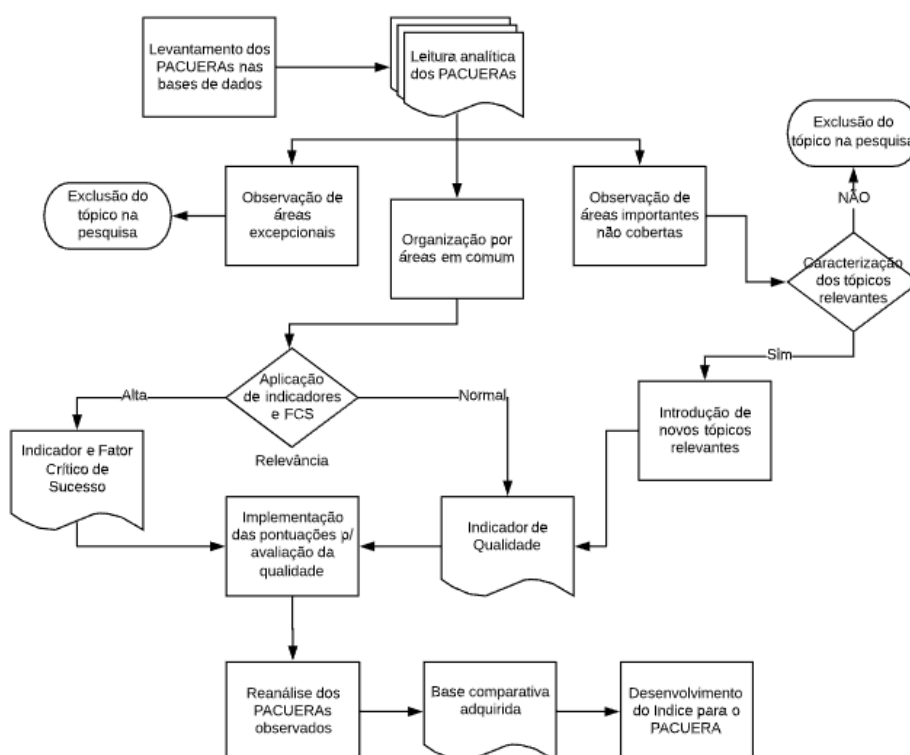
Assim, leu-se todos os relatórios coletados em dois períodos, com finalidade de se obter pontos dicotômicos e concomitantes entre PACUERAs. Os períodos de leitura do documento compreenderam os meses de setembro a dezembro de 2019 (para primeira leitura) e de junho a setembro de 2020 (para a segunda leitura). A escolha de dois períodos deu-se para melhor refinamento de resultados frente as observações do pesquisador e a possibilidade

de confrontamento e checagem do mesmo. Após a leitura e fixação dos pontos, aplicou-se a formulação de média simples sobre os dois resultados obtidos para cada documento.

A leitura dos documentos em dois momentos teve como premissa o entendimento que a resolução CONAMA N° 302/2002 e N° 303/02 mesmo recomendando diretrizes básicas para criação do PACUERA, deixa a critério de quem constroi o mesmo em aberto, sob o aspecto de procedimentos; os escritos presentes no Código Florestal junto ao Artigo 5 parágrafos 1 e 2 também apresentam essa liberdade ao que compete ao PACUERA. Sendo assim, as empresas/consultores aplicam disposições presentes em outros documentos, adicionando ou suprimindo tópicos relevantes para a exposição do território em questão.

Desta forma, a partir da leitura, fixou-se tópicos bases como Fatores Chaves/Críticos de Sucesso - FCS e indicadores de desempenho para a posteriori aplicar a execução de um índice, tendo o fluxograma indicado na Figura 18 exemplificando os procedimentos básicos do trabalho. Este trabalho tem cunho inovador, uma vez que seguindo a lógica dos pensadores clássicos da economia Schumepther (1934) e Pavitt (1984), inovação como definição é a introdução de um novo produto ou a (re)modelagem de um já existente, podendo este também ser definido como uma nova combinação de produtos no mercado ou de processos/procedimentos melhorados para uma execução em ambientes de interesse.

Figura 18 – Fluxograma do trabalho

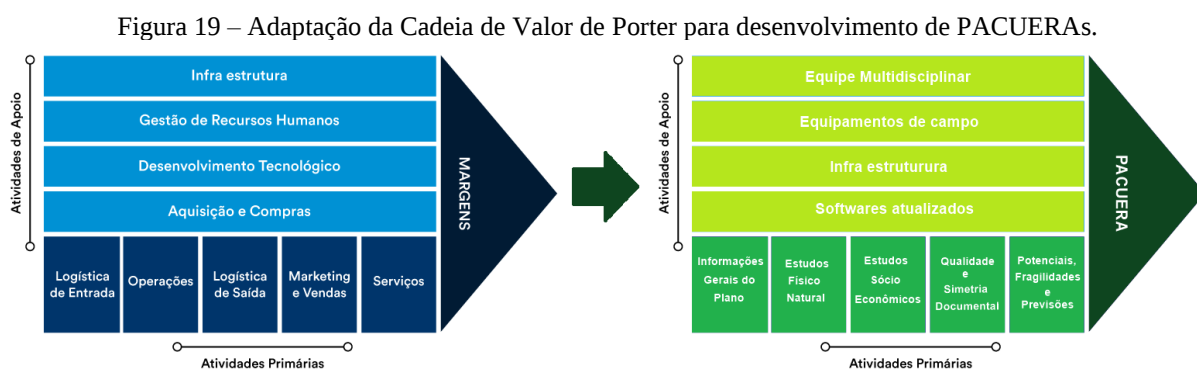


Nota-se através da Figura 18 que a composição da fixação dos indicadores de qualidade enquanto procedimento derivará da leitura e análise dos tópicos presentes nos Planos. Tratando de um documento que tem cunho ambiental, todos os tópicos serão elevados ao caráter de indicadores, contudo, alguns pontos pela relevância terão o caráter de indicador e Fator Chave de Sucesso. Tópicos importantes descobertos e outros tópicos inclusos também terão o caráter de indicador uma vez que estes foram pouco utilizados e presentes na literatura documental. A partir dos indicadores e FCS traçados, faz-se uma reanálise dos planos e assim propõem-se um índice para o PACUERA.

8.2.2 Procedimentos metodológicos: conceituações gerais

Essa pesquisa amparou-se nos escritos sobre a Cadeia de Valor, Fator Chave de Sucesso - FCS e *Balanced Scorecard*. Segundo Porter (1980) não é possível obter sucesso na empresa sem antes preparar a equipe para tal. Ou seja, para haver sucesso é necessário que haja uma boa aquisição de atividades primárias (logística de entrada e saída, operações, vendas, marketing, serviços) junto com as atividades de apoio (infraestrutura, recursos humanos, desenvolvimento tecnológico, gestão e compras), sem essa junção, as margens de um empreendimento tendem a decrescer ou negativar-se.

Esse princípio clássico na administração é intitulado Cadeia de Valor e continua sendo utilizado na gestão de diversos ambientes, através de adaptações (Figura 19)



A Figura 19 demonstra a adaptação da cadeia de valor (Porter, 1980) para o aspecto dos PACUERAs, onde, adequando-se para o nosso loco de pesquisa, entende-se que não há sucesso no desenvolvimento do PACUERA sem a junção de características importantes, tais como a formação de uma equipe multidisciplinar capacitada, equipamentos adequados para as

visitas em campo, uma boa infraestrutura para aplicação de metodologias e análise destas, a disposição de softwares atualizados (Atividades de apoio) frente à procura de informações gerais do empreendimento; estudos físicos naturais, sociais, potencialidades, fragilidades e considerações (Atividades primária). Através das métricas pela exposição dos indicadores, é possível o suporte na composição da área (atividade primária) junto a características secundárias (atividade de apoio), fomentando e dando seguridade a criação do documento.

Outro conceito amparado para o desenvolvimento desse trabalho é o do Fator Chave de Sucesso - FCS, também conhecido como Fator Crítico de Sucesso - FCS. Ele se desdobra a partir da ideia de que algumas áreas ou ambientes empresariais são essenciais para a vida e sobresaliência da mesma no mercado capital, desta forma, atentar-se para atingir excelência nas áreas críticas de sucesso são objetivos para qualquer organização, sendo pública ou privada. É um conceito relativamente novo, desenvolvido por Daniel (1961) e aprimorado pela Rockart (1979) e Bullen & Rockart, (1981), que também, sob o âmbito da gestão, ganhou diferentes roupagens.

Em geral, utilizam-se tabelas comparativas entre fatores chaves de sucesso para empresas do mesmo ramo, para que assim se consiga analisar os prós e contras desta nos cenários microeconômicos. Em certos casos, liga-se os FCS com os indicadores; contudo, nem sempre um indicador é um FCS, mas comumente, um Fator Crítico é um indicador de qualidade. Indicador são características em uma organização, serviço ou indivíduo que haja a possibilidade de se medir e frente as mensurações, aperfeiçoar (ou ter a capacidade de) seus negócios e desejos frente ao mercado moderno (KAPLAN E NORTON, 1992; ITTNER, 1997; LOW, 1998)

Nessa pesquisa utiliza-se como cerne os tópicos obtidos pela análise dos PACUERAs, transformando-os em indicadores de qualidade e alguns como Fatores Chave de Sucesso. Essa decisão foi pensada uma vez que a esfera de estudo não se refere puramente ao campo empresarial e sim o socioambiental, onde o levantamento preciso de informações antes da execução de um reservatório é de extrema importância para a conservação da fauna, flora, população do entorno, história local e outros aspectos.

Desta forma, aplicar-se-á um esquema de pontuação para definição do nível de qualidade que os FCS/Indicadores fixados se comportaram. As métricas basearam-se nas pontuações desenvolvidos por Kaplan e Norton (1992) sob algumas fases do *Balanced Scorecard* – BSC no que se refere a pontuações para medição dos indicadores. O BSC é uma técnica de gestão que auxilia a empresa a visualizar os seus objetivos, metas e resultados já

executados por diversas ferramentas. O Quadro 2 exemplifica genericamente a descrição, uma nota explicativa e a transformação numérica do discriminado.

Quadro 2 – Descrição das métricas aplicadas sobre os indicadores/FCS no trabalho

Descrição	Nota explicativa base	Nível
Não aplica	O documento não mantém traços ou registros no que se refere ao tema	0,1
Não aplica claramente	Nota-se pequenos registros do tema sublocados ou locados em regiões não específicas	0,3
Aplica-se superficialmente	É registrado em um ambiente específico, contudo não se nota profundidade tampouco exploração do tema. Notas explicativas generalistas e/ou copiadas de outro ambiente específico.	0,5
Aplica-se	Observa-se uma região específica para o tema o desenvolvimento do mesmo. Ademais, nota-se a presença de uma análise relacionadas com outros temas. Podem estar presentes quadros explicativos, tabelas e figuras/mapas elaborados pelos autores ou por outros autores.	0,8
Aplica profundamente	Observa-se uma plena discussão sobre o tema específico. Salienta-se a presença de notas de artigos, mapas elaborados, fotos de campo, tabelas e quadros, dando ao documento respaldo acadêmico para fomento da tomada de decisão. As metodologias são expostas claramente.	1
Descrição	Nota explicativa base	Nível

De acordo com o Quadro 2 dividiu-se em 5 níveis de qualidade para os indicadores e/ou FCS. O “*não se aplica – não aplica – não aplicável*” referente a situações de ausência da informação pedida para o indicador – FCS (0,1); “*Não aplica claramente*”, referindo-se a situações onde o que é solicitado está dissipado em outras descrições ou apontado em outro tópico (0,3); “*Aplica-se superficialmente*”, onde o que é desenvolvido é de cunho raso, muitas vezes copiado e colado de outros ambientes de não relevância ou de relevância baixa; generalizado frente a complexidade do que se é criar um Plano Ambiental (0,5).

Os dois últimos pontos são de grande semelhança, contudo, devido a detalhes aplicam-se pontuações diferentes: “*Aplica-se*”, nota-se a descrição sendo executada em ambiente específico para tal, com escrita densa e analítica sobre o tema e utilizando as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT no que se refere ao layout de documentos oficiais, as citações e referências, caso esta haja (0,8). A diferença entre o “*Aplica-se*” (0,8) para o “*Aplica-se profundamente*” é a obrigatoriedade da presença de figuras, mapas, tabelas, fotos de campo e outros itens que possam ilustrar junto à discussão coerente do tema em questão (1).

8.2.3 Indicadores e FCS para o PACUERA: Proposições e caracterizações

Entendendo os Planos Ambientais como um todo, nota-se que estes possuem características em comum e a análise e reanálise destas proporcionaram para essa pesquisa a capacidade de uma reorganização dessas para que contemplassem a grande maioria dos tópicos abordados. Para tal, organizou-se tópicos próximos em grandes áreas intituladas (Quadro 3) como: Informações do empreendimento / Procedimentos Metodológicos (A) (Apêndice H); Descrições específicas – Físico/Natural (B) (Apêndice I); Descrições específicas – Social (C) (Apêndice J); Descrições específicas - Zoneamento Ambiental (D) (Apêndice K); Aspectos gerais – compatibilização com o entorno (E) (Apêndice L), acrescentando também a área Proposições - Potencialidades Alternativas (F) (Apêndice M) direcionando os tópicos para o ambiente semiárido. Para cada grande área definida, uma série de tópicos foram elencados; como dito anteriormente, estes tópicos adequam-se na pesquisa como indicador de qualidade e desempenho e/ou indicador de qualidade e desempenho e Fator Crítico de Sucesso.

A área dos tópicos referente as Informações do empreendimento / Procedimentos Metodológicos (A) (Quadro 3 - Apêndice H) comentam a respeito dos dados mais gerais presentes em um PACUERA. Entende-se como discussões generalizada a descrição da área de estudo/empreendimento (A1), os aspectos legais (A2) que amparam a política pública hídrica no Brasil, os objetivos do PACUERA (A3 e A4) frente ao documento e as metodologias. Sobre as metodologias, dividiu-se em como o plano trata as metodologias executadas para os procedimentos *in situ* (A5) e como ele abordou sob o aspecto das geotecnologias e outros softwares utilizados além-campo (A6). Quantidade de páginas e quantidade de pessoas na equipe estão inclusas nessa área, contudo, mantem-se como neutro na análise geral. Os indicadores do tópico elencado no Quadro 3 que manteve o caráter de FCS foram: Descrição da área de estudo (A1), fornece metodologia para procedimento *in loco* (A5) e fornece metodologia para as Geotecnologias (A6).

A segunda grande área discute as descrições específicas sob o estado físico natural da área de interesse (B) (Quadro 3 - Apêndice I). Entende-se como características físicas e naturais os aspectos climatológicos e meteorológicos (B1), os Geológicos e Geomorfológicos (B2); os altimétricos (B3), Limnológicos (B4), hidrológicos e suas principais considerações (B5); a Flora (B6) e a Fauna (B7). Foram agrupadas características nos tópicos B1 e B2 devido a sua proximidade no que se refere a informação, sob o aspecto mais generalizado;

incluiu-se o tópico B3, sobre a altimetria, que comumente estava discutida em outros tópicos; manteve-se os demais tópicos no aspecto comum dos Planos.

Ainda sob as descrições sob o estado físico e natural, percebe-se que essa área é um ambiente que entrega produtos científicos plenos, por mais que já haja informações pré-disponibilizada nas bases de dados. Explanar a limnologia, processos hidrológicos, fauna e flora do ambiente de interesse antes da implementação do reservatório bem como para o seu entorno, traz para pesquisadores futuros informações sensíveis possíveis de comparação ou análises da região sob outras perspectivas. Para os tópicos B1, B2 e B3, salienta-se a relevância de tratar o tema com seriedade, contudo, através de um compilado de informações já presentes em bases distintas é possível tecer comentários de alto nível sobre os temas, por tal, esses mantêm somente o caráter de indicador de qualidade; os tópicos B4, B6 e B7 elencados e discutidos anteriormente, devido a sensibilidade das informações que podem vir a ser apresentadas nos planos, mantiveram-se como Indicador – Fator Chave de Sucesso.

As informações sobre o ambiente na ótica socioeconômica (C) (Quadro 3 - Apêndice J) se comporta acerca no uso do entorno e sua respectiva ocupação do solo (C1), as descrições socioeconômicas (C2) e outras especificidades do local (C3) estão incluídos nessa grande área. Através de metodologias em campo e em laboratório é possível apresentar informações científicas de alto nível, que consiga não só dar suporte a novas decisões territoriais em escala municipal ou estadual, mas também em grandes projetos e pesquisas sobre temas e áreas semelhantes à de interesse no plano. O mapeamento de uso via técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, validado pelo campo e/ou a validação e discussão do levantamento socioeconômico frente aos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e/ou na Secretaria de Assuntos Estratégicos - SAE são exemplos a se citar. Pelos motivos supracitados, entende-se que os pontos C1 e C2 são marcadores críticos de sucesso (FCS), desde que bem desenvolvidos e suas metodologias apresentadas.

Quadro 3 – Informações sobre a Grande área e Indicadores utilizados na pesquisa

Grande área	Indicador	é um Fator Chave de Sucesso?
Informações básicas	Descrição de área de estudo (A1)	sim
	Objetivos do Plano (A2)	-
	Fornece metodologia clara para os procedimentos (A3)	sim
Físico - Natural	Aspectos Climatológicos e Meteorológicos (B1)	-
	Aspectos Geológicos/Geomorfológicos e Altimétricos (B2)	-
	Limnológicos e Hidrológicos (B3)	sim
	Descreve a Flora (B4)	sim

	Descreve a Fauna (B5)	sim
Socioeconômico	Uso e ocupação do entorno (C1)	sim
	Descreve o socioeconômico (C2)	sim
	Outras especificidades do local (C3)	-
Zoneamento	Zonas de Segurança (D1)	-
	Zona de Preservação Permanente (D2)	sim
	Zona de uso potencial (D3)	sim
	Outros tipos de Zonas (D4)	sim
Aspectos Gerais	Utilizam mapas próprios (E1)	sim
	Utiliza informações de outros documentos/artigos (E2)	-
	Dialoga com outros documentos (E3)	-
	Incentivos e monitoramento para a região (E4)	sim
	Apresenta plano de mitigação (E5)	sim
	Considerações finais e recomendações (E6)	-

Acerca do tópico C3 que diz respeito a outros levantamentos sociais/econômicos, entende-se que o mesmo quando aplicado reflete a diversidade e qualidade da equipe formada para criação do Plano para determinada área, contudo, isso não o faz um FCS devido a não uniformidade destes nos Planos. Deve salientar que levantamentos arqueológicos, paleontológicos, culturais, turísticos, militares e outras percepções quando incluídas no Plano além de aumentar o nível intelectual e informativo deste, agrega valor a empresa e a equipe formadora de conteúdo, não devendo assim, ser negligente neste ponto.

Os tópicos referentes ao Zoneamento (D) (Quadro 3 - Apêndice K) são divididos em Zonas de Segurança (D1), Zonas de preservação permanente (D2), Zonas de uso potencial (D3), Zonas de usos turísticos (D4), Zonas de usos agropecuários (D5) e outros tipos de zonas (D6). Sendo de extrema importância a criação de um zoneamento bem desenvolvido, não só para a apresentação nas reuniões populares, mas como também na consulta para pesquisa posterior, os tópicos D1 a D2 e D3 receberam o caráter FCS uma vez que é uma obrigação, presente no Código Florestal, que seja executado o Zoneamento para os ambientes de entorno do reservatório. Vale ressaltar que a exposição em excelência dos produtos do zoneamento bem como sua discussão agrega valor à pesquisa científica, ao meio ambiente e a equipe formadora do conteúdo. Por mais que haja relevância a construção de produtos de zoneamento, os demais tópicos (D4, D5 e D6) mantiveram o caráter fixado de indicador, não aplicado o FCS

Os pontos sobre a compatibilização do plano com o entorno (E) (Quadro 3 - Apêndice L), mantém como tópicos assuntos como: a utilização e/ou criação de mapas/fotos/figuras próprias (E1), a utilização de mapas/documentos/artigos de outrem no plano (E2), o diálogo

com outros documentos (E3), a proposta de incentivos e monitoramento (E4), o plano de mitigação (E5) e se o documento tem recomendações finais e considerações (E6). Os pontos E2, E3 e E6, mesmo alguns não sendo obrigatórios, devido à baixa complexidade, não obtiveram o caráter de FCS, uma vez que a qualidade de alguns pontos na área E derivam de outros pontos em outras áreas.

Os desafios em desenvolver as melhores condições para o monitoramento e mitigação da área empreendida faz dos pontos E4 e E5 além de indicadores de qualidade, FCS. Salienta-se aqui a necessidade de produtos visuais em excelência, de acordo com as normas cartográficas vigentes. A apresentação de informações a sociedade, impressão de mapas da área, entrega de dados e a respectiva leitura derivam de um bom tratamento dos dados e consequentemente na confecção de um bom mapa. Por tais motivos o tópico E1 mantém o caráter de Indicador/FCS.

A partir dos critérios elencados acima e discutidos em sua base, vislumbrou-se abarcar características comuns de todos (ou a grande maioria) dos Planos Ambientais de Reservatórios e fixar indicadores expostos. A proposta de uma série de aspectos alternativos que derivam das boas práticas presentes não só em PACUERAS excepcionais, mas também em artigos científicos em periódicos de alto impacto acadêmico estão em especificidade no Apêndice M. Intitular-se-á de “*Potencialidades Alternativas*”, onde serão inclusos os tópicos: Valoração Ambiental visando sua preservação (F1), Mapeamento de áreas que tendem a desertificar-se (F2), Mapeamento de áreas com potencialidade a erosão – emissão de sedimentos (F3), Mapeamentos de fruticultura potencial (F4) e tendências populacionais migratórias em torno do reservatório (F5) (Quadro 3). Os tópicos F2 e F3 serão alocados pela proximidade dos assuntos com o tema na grande área “Aspectos - Físicos Naturais” (B); os F1, F4 e F5, nas descrições socioeconômicas.

8.2.4 Considerações sobre as proposições alternativas para a análise dos PACUERAS

Diante das repercussões presentes nos dias atuais sobre o rompimento de barragens no Brasil, tendo as mídias sociais enfocando as de rejeito de minério, as discussões englobaram não apenas na destruição da fauna e flora, mas como também nos impactos na sociedade do entorno e na economia destes (CARVALHO, 2019; ESPINDOLA *et al.*, 2019; ZORZAL-SILVA *et al.*, 2019; LACAZ *et al.*, 2017; VORMITTAG *et al.*, 2018). Nestes casos específicos, a valoração ambiental visando a preservação é a primeira proposição alternativa para implementação no plano (F1) (Quadro 3 – Apêndice M), essa podendo entregar, nesse

momento tão crítico que é a perda das residências e/ou o local onde se tira a sobrevivência, os suportes socioeconômicos mais próximo a realidade dos ribeirinhos, e não um valor estipulado ou acordado a posteriori, que muitas vezes estiveram abaixo das condições de sobrevivência da população atingida.

Observa-se a existência de muitos documentos e artigos que discutem sobre a Valoração Ambiental mais profundamente, uma vez que em certos casos, usa-se essa denominação para “*vender o meio ambiente*”. São exemplos das boas práticas no tema os trabalhos de Mattos *et al.* (2007), Cirino e Lima (2008) e Alencar-filho *et al.* (2013) que aplicaram o método de Valoração Contingente e o método de *bootstrapping*, respectivamente, para estimar a verdadeira disposição a pagar (DAPv) pela recuperação e preservação de bacias hidrográficas e de uma área afetada pela implementação de uma Pequena Central Hidroelétrica – PCH. No sentido mais amplo, os autores Miranda *et al.* (2009), Menegaes *et al.* (2014) e Steigleder (2011) esclarecem conceitos básicos sobre o tema, metodologias propostas e aplicadas na atualidade junto a comentários acerca dos princípios elementares de prevenção e precaução. Salienta-se que a denominação utilizada nesse trabalho se volta à preservação do ambiente frente aos desastres que mesmo que raramente, podem vir a ocorrer tanto em reservatórios de água ou de rejeitos de minérios.

Tratando de ambientes semiáridos, problemáticas específicas emergem dessa área de potenciais e susceptibilidades presentes. A desertificação, ou a potencialidade em desertificar-se é uma das problemáticas observadas nos dias atuais e é proposição de indicador para inclusão alternativa no PACUERA (F2). Apresentadas em diversas pesquisas de impacto, como a clássica pesquisa de Philip Fearnside que discutiu o processo de desertificação e os riscos de sua ocorrência no Brasil em 1979, ou dos pesquisadores Galindo *et al.* (2008) e Martins *et al.* (2010) sobre as relações da desertificação sobre o processo físico-químico do solo e Sousa *et al.* (2004), Araújo e Souza (2011), Souza *et al.* (2015) discutindo o assunto sobre a gestão pública e as condições do bioma Caatinga, a desertificação atinge principalmente os ambientes do semiárido que mantiveram manejos antropogênicos, e os reservatórios incluem-se, sobretudo na sua dinâmica de cheia e redução.

Outra problemática discutida sobre os solos do semiárido envolve a sua capacidade de erodir-se e transportar seus respectivos sedimentos. Santos *et al.* (2008) e Freitas *et al.* (2008) discutiram esse problema frente aos cultivos de feijão e batata doce no semiárido, respectivamente; Bezerra *et al.* (2010), Silva Junior *et al.* (2011) e Santos *et al.* (2014) abordar o tema através de ferramentas de manejo, controle ambiental e gestão da água. A

importante pesquisa de Perez-Marin *et al.* (2012) desenvolve questionamentos dos principais processos relacionados, como avaliá-los e a gênese dos núcleos de desertificação no Brasil

Frente a discussão apresentada no parágrafo acima, por tratar muitas vezes de ser um solo raso, em relação a sua profundidade, o contato perene com as dinâmicas aquáticas de um reservatório ou um canal pode aumentar a capacidade desse solo desprender-se, criando problemas de erosividade, como redução dos nutrientes do solo, redução da vida útil do reservatório, assoreamento, entre outros. Por essa razão, propomos a inclusão e fixação desse tema como indicador nos estudos do PACUERA (F3).

As duas últimas proposições relacionam-se com a população sertaneja e sua capacidade de fixar-se mediante as boas condições edafoclimáticas. As novas técnicas de irrigação e de manejo do solo fizeram do semiárido um dos ambientes rentáveis para plantações; as pesquisas de Buainain e Garcia (2015) e Alves, Aquino e Silva-Filho (2018) explicam o histórico dos polos e centros de irrigação no semiárido do Nordeste, suas perspectivas, o decorrer de sua modernização e seus impactos na sociedade. Outros trabalhos, como o de Prado e Leal (2016), Silva, Ferreira e Lima (2017) e Rocha e Oliveira (2016) discutem sobre os fatores mais aplicados, tais como os aspectos climatológicos na região frente a fruticultura, a eficiência produtiva e os impactos na saúde do trabalhador rural, respectivamente. No geral, os polos irrigados nas regiões semiáridas são exemplos de como a fruticultura irrigada gerou emprego e renda para corporações e a sociedade no geral.

Os desafios em monitorar, controlar e entregar novas oportunidades rentáveis em ambientes semiáridos é uma das motivações para essa proposição. Sabe-se que em zonas de déficit hídrico, os barramentos de água são chamarizes naturais para produção agropastoril, e o esclarecimento das regiões com potencial (ou não) a fruticultura através das técnicas atuais (F4) fica como alternativa de indicador para inclusão no plano. Deve salientar que essa proposta difere do zoneamento agropecuário uma vez que se busca através desse indicador uma relação benéfica e direta entre a capacidade produtiva fruticultora e renda, verificando somente as culturas exequíveis para o local, caso esta haja. Em caso de negativa, ou seja, que não há potencial a fruticultura para o local, o produto desse indicador poderá ser apresentado junto ao produto do zoneamento agropecuário e amparar questionamentos da população, quando o plano for discutido entre sociedade.

Os períodos de seca, presentes no semiárido brasileiro como também em outras partes do Brasil e do mundo trazem percalços a sociedade e as políticas públicas. Data-se a presença das secas como causadora de grandes perdas no semiárido desde o século 16 (ARAÚJO 1982, MAGALHÃES *et al.*, 1988, GUTIERREZ *et al.* 2014, WILHITE *et al.* 2014), tendo o último

período de grande seca entre 2012-2015 (MARENGO, CUNHA & ALVES, 2015), que ocasionou redução da renda, migração de rebanhos e de pessoas e em certos locais, fome e miséria (CAMPOS, 2009). Em contrapartida, os períodos de normais climatológicas e extremos de chuva positivos reanimam a esperança do produtor sertanejo (SILVA, ANDRADE & ROZENDO, 2013; SILVA, ANDRADE, SOUZA, 2014) o trazendo novamente para as regiões atingidas. Frente a isso, entende-se que durante a permanência das secas é comum que a sociedade ative como única alternativa a aproximação de reservatórios e suas respectivas áreas de preservação permanente para sua sobrevivência, e esse motivo é o cerne para a última proposição alternativa para inclusão no Plano: a apresentação de cenários de aumento/dinâmicas populacionais para o entorno do reservatório (F5).

Estudos tradicionais sobre modelos de fluxos migratórios são presentes através das pesquisas de Amaral, Rodrigues e Figoli (2004), bem como discussões acerca das migrações semiáridas (OJIMA, COSTA e CALIXTA, 2014) e capacidade adaptativa (MANCAL *et al.*, 2016). Na atualidade, notam-se considerações sobre as migrações, sobretudo os refugiados ambientais e oriundos de guerras, amparadas pelos mapas de uso do solo e ocupação do entorno, no qual a leitura e releitura de produtos via Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento dão suporte as políticas Públicas (SAWALHAH *et al.*, 2018; NEBIE, WEST, 2019; MÜLLER *et al.*, 2016). A aplicação destas técnicas em prol dos fluxos migratórios e reservatórios não só podem auxiliar na tomada de decisão em microescala (tais como o aumento de avisos de afastamento do reservatório, cercas para preservação, entre outras técnicas) como também, na assistência de atividades que possam prover, na macro escala, recursos hídricos a sociedade.

8.2.5 Proposição de um Índice para o PACUERA: base teórica

Fixando os tópicos anteriores como indicadores de desempenho e implementação de alguns como também FCS, dar-se-á introdução base para métricas mínimas aceitáveis, pesos e subpesos enquanto desenvolvimento do PACUERA, para que dessa forma haja a possibilidade de sintetização do índice para o respectivo.

Levando em considerações as grandes áreas, os indicadores apresentados, suas descrições e explanações, aplicou-se pesos para cada indicador e/ou FCS segundo o Quadro 4. Nota-se que os indicadores que também são Fator Chave de Sucesso receberam pontuações mais elevadas que os indicadores comuns. O resultado máximo do somatório dos pesos é

equivalente a 1. A demonstração final oriunda das equações e descrições tratadas abaixo equivalem a proposição do índice denominado IPARA: Índice de planejamento sustentável dos Planos Ambientais de Reservatórios de Água.

Quadro 4 – IPARA: Esquema de cálculo de pesos para os indicadores e suas grandes áreas

Grande área	Indicador	Peso do indicador (P _{SI})	Peso da grande área (P _{AI})	é um Fator Chave de Sucesso?
Informações básicas	Descrição de área de estudo (A1)	0,2	P _{AI} = 0,15	sim
	Aspectos legais (A2)	0,1		-
	Objetivo Geral do Plano (A3)	0,1		-
	Objetivo Específico do Plano (A4)	0,1		-
	Fornece metodologia para procedimentos in loco (A5)	0,25		sim
	Fornece metodologia para as Geotecnologias (A6)	0,25		sim
Físico - Natural	Aspectos Climatológicos e Meteorológicos (B1)	0,1	P _{AI} = 0,25	-
	Aspectos Geológicos/Geomorfológicos (B2)	0,1		-
	Altimétricos (B3)	0,1		-
	Limnológicos (B4)	0,132		sim
	Hidrológicos (B5)	0,1		-
	Descreve a Flora (B6)	0,134		sim
	Descreve a Fauna (B7)	0,134		sim
	Mapeia áreas em desertificação (F2)	0,1		-
	Áreas potenciais de erosão e emissão de sedimentos (F3)	0,1		-
Socio-Econômico	Uso e ocupação do entorno (C1)	0,25	P _{AI} = 0,225	sim
	Descreve o socioeconômico (C2)	0,25		sim
	Outras especificidades do local (C3)	0,15		-
	Valoração ambiental visando preservação (F1)	0,15		-
	Geopotencial de fruticulturas rentáveis para área (F4)	0,1		-
	Cenários populacionais para o entorno do reservatório (F5)	0,1		-
Zoneamento	Zonas de Segurança (D1)	0,2	P _{AI} = 0,225	sim
	Zona de Preservação Permanente (D2)	0,2		sim
	Zona de uso potencial (D3)	0,2		sim
	Zonas de usos turísticos/lazer (D4)	0,1		-
	Zonas de usos agropecuários (D5)	0,15		-
	Outros tipos de zonas (D6)	0,15		-
Aspectos Gerais	Utilizam mapas próprios (E1)	0,2	P _{AI} = 0,15	sim
	Utiliza informações de outros documentos/artigos (E2)	0,1		-
	Dialoga com outros documentos (E3)	0,15		-
	Incentivos e monitoramento para a região (E4)	0,2		sim
	Apresenta plano de mitigação (E5)	0,2		sim
	Considerações finais e recomendações (E6)	0,15		-

Frente ao exposto ao longo do artigo junto aos quadros e tabelas, demonstra-se através das equações e descrições tratadas abaixo a proposição do Índice de Planejamento sustentável

dos Planos Ambientais de Reservatórios de Água - IPARA. Primeiro encontra-se o produto intitulado de Valor do Indicador individual – VLI, definido pela multiplicação dos valores de métrica base (M_{BN}) obtido para cada indicador descrito quanto o resultado da análise observacional do documento em questão (Quadros 3 – Apêndices H a M) pelo peso aplicado para cada indicador individualmente (P_{SI}) (Quadro 4) (Equação 18):

$$VLI = M_{Bn} \times P_{SIn} \quad (18)$$

Onde: M_B é a métrica base obtida para cada indicador

P_{SI} é o peso individual aplicado para cada indicador

n é referente ao quantitativo de métricas e pesos

Obtendo cada resultado dos VLIs, soma-se junto com as suas respectivas grandes áreas (intitulado de resultado dos indicadores por área – RIA) (Equação 19):

$$RIA = \sum_{i=1}^n [(VLI_1) \div (VLI_2) \div (VLI_3) \div (VLI_4) \dots n] \quad (19)$$

Onde: VLI é o valor do indicador individual correspondente a sua grande área

n é referente ao quantitativo dos valores de indicadores individuais existentes

Após a obtenção das informações referente ao somatório de cada grande área, aplica-se uma multiplicação junto aos pesos da área individual, resultando no resultado por área individual (RAI), de acordo com as informações presentes no Quadro 4 (Equação 20):

$$RAI = RIA_n \times P_{AIn} \quad (20)$$

Onde: RIA é o resultado do somatório dos indicadores por área específica

P_{AI} é o peso de cada grande área

n é referente ao número existente de informações a se calcular

Assim, somam-se os resultados de todas as grandes áreas já ajustadas pelos seus respectivos pesos (RAI) para obtenção do Índice de planejamento sustentável dos Planos Ambientais de Reservatórios de Água - IPARA (Equação 21):

$$IPARA = \sum_{i=1}^n [(RAI_1) + (RAI_2) + (RAI_3) + (RAI_4) \dots (n)] \quad (21)$$

Onde: *RAI* é o resultado do somatório das grandes áreas ajustadas dos indicadores

n é referente ao quantitativo dos valores de grandes áreas existentes

Após o resultado do cálculo do somatório das grandes áreas e a obtenção do IPARA para o PACUERA, categoriza-se as informações através da tabela abaixo (Tabela 34):

Tabela 34 - Categorização dos resultados do IPARA

Condição	Intervalo	Resultado
Abaixo de	0,4	Rejeitar
Entre	0,4 a 0,5	Crítico (i)
Entre	0,5 a 0,6	Crítico (ii)
Entre	0,6 a 0,7	Revisar
Entre	0,7 a 0,8	Recomendável
Acima de	0,8+	Excelente

O IPARA é avaliado através do intervalo de 0,1 a 1, onde os valores abaixo de 0,6 estão em rejeição plena ou sobestado crítico. O estado crítico diz respeito a possibilidade de não aceitação do documento por diversas condições não concluídas, nesse caso é necessário a volta do manuscrito para uma reconstrução para uma nova apreciação. O intervalo de 0,6 a 0,7 exibe o resultado de “Revisar” onde poucos indicadores não conseguiram chegar acima da média; para esse caso o documento pode ser aceito, desde que seja fundamentado o não alcance de alguns tópicos. Os intervalos acima de 0,7 estão sob o escopo “recomendável” e “excelente”, sendo aconselhável a sua aceitação devido ao seu desempenho.

Para evitar futuras incongruências com as formulações, como por exemplo, a ausência de pontos ditos como importantes e a presença densa de outros, que quando comparados e somados, deixam a pontuação final do IPARA satisfatória, aplicou-se filtros de segurança em diferentes situações (Tabela 35):

Tabela 35 – Filtros de segurança para apoio a formulação do IPARA

(i)	Se for ausente os objetivos gerais (A3), consequentemente não haverá objetivos específicos (A4), logo, esse indicador não será pontuado.
(ii)	Se for ausente a presença discricional dos procedimentos metodológicos in loco (A5), entende-se que não haverá explicações de procedimentos envolvendo geotecnologias (A6), uma vez que o PACUERA é uma formação multidisciplinar que para sua construção envolve a importância da ida a campo, coleta de informações para desenvolvimento de mapas-cartas-cartogramas.

(iii)	Se for ausente a caracterização do local (A1), entende-se que não se considera os aspectos legais para aplicação do Plano (A2), uma vez que não há local específico.
(iv)	Se não houver a presença notada de Aspectos Geológicos, Geomorfológicos (B2), ou de uso da água, hidrogeologia e fisiografia da bacia hidrográfica (B4) (B5) bem como a representatividade ecológica presente (B6) (B7) os outros parâmetros computados na grande área não serão considerados uma vez que fere a legislação vigente que prevê no mínimo a presença desses itens no documento (CONAMA Nº 302, de 20 de março de 2002 e amparada no Código Florestal L12651).
(v)	Se não houver a presença notada do uso e ocupação do solo no entorno (C1) ou socioeconômico (C2) os outros parâmetros computados da grande área não serão considerados uma vez que fere a legislação vigente que prevê no mínimo a presença desse item no documento (CONAMA Nº 302, de 20 de março de 2002 e amparada no Código Florestal L12651).
(vi)	Se não houver a presença notada das Zonas de segurança (D1), Preservação Permanente (D2) e de Uso Potencial (D3) os outros parâmetros computados na grande área não serão considerados, uma vez que a resolução do CONAMA confere como primordial a exposição do impacto causado na implantação do empreendimento, ponto esse que pode ser exposto mediante os três indicadores citados.

A partir desses filtros explanados na Tabela 35 é possível basilar o referido índice proposto, além de exigir a presença de itens obrigatórios via resolução no que se refere a presença. O Apêndice 8 refere-se ao pensamento e os códigos referentes ao IPARA no software Microsoft Excel.

8.2.6 Proposição de uma simplificação do Índice para o PACUERA (SIPARA): base teórica

Desafios em analisar, investigar e equacionar reservatórios de diferentes tamanhos frente aos indicadores propostos faz-se necessidade de simplificar alguns atributos para verificações em especialidade. É entendido que a divisão de reservatórios artificiais para uso de energia, por mais que tenha outros usos, denomina-se por: Usinas Hidroelétricas - UHE (destinadas a 30 MW e / ou reservatório acima de 3 km²); Pequena Central Hidrelétrica - PCHs (destinadas a 5 MW até 30 MW com reservatório de até 13 km²) a as Centrais Geradora Hidrelétrica - CGHs (com atividade elétrica de até 5 MW). Segundo a Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas e de Centrais Geradoras Hidrelétricas - ABRAPCH (2021) existem 1.129 PCHs e CGHs no Brasil, com potencial para mais, sobretudo na região Norte (ELETROBRÁS, 2011).

Desta forma, propõe-se através do Quadro 5 uma redistribuição e reclassificação dos atributos – indicadores, indicadores – fator chave de sucesso e pesos para uma simplificação do IPARA, o SIPARA – *Simplificação do Índice de planejamento sustentável dos Planos Ambientais de Reservatórios de Água*.

Quadro 5 – SIPARA: Esquema de cálculo de pesos para os indicadores e suas grandes áreas

Grande área	Indicador	Peso do indicador (PSI)	Peso da grande área (PAI)	é um Fator Chave de Sucesso?
Informações básicas	Descrição de área de estudo (A1)	0,5	PAI = 0,15	sim
	Objetivos do Plano (A2)	0,2		-
	Fornecer metodologia clara para os procedimentos (A3)	0,3		sim
Físico - Natural	Aspectos Climatológicos e Meteorológicos (B1)	0,15	PAI = 0,25	-
	Aspectos Geológicos/Geomorfológicos e Altimétricos (B2)	0,15		-
	Limnológicos e Hidrológicos (B3)	0,2		sim
	Descreve a Flora (B4)	0,25		sim
	Descreve a Fauna (B5)	0,25		sim
Socioeconômico	Uso e ocupação do entorno (C1)	0,35	PAI = 0,225	sim
	Descreve o socioeconômico (C2)	0,35		sim
	Outras especificidades do local (C3)	0,3		-
Zoneamento	Zonas de Segurança (D1)	0,2	PAI = 0,225	-
	Zona de Preservação Permanente (D2)	0,2		sim
	Zona de uso potencial (D3)	0,2		sim
	Outros tipos de Zonas (D4)	0,4		sim
Aspectos Gerais	Utilizam mapas próprios (E1)	0,1	PAI = 0,15	sim
	Utiliza informações de outros documentos/artigos (E2)	0,1		-
	Dialoga com outros documentos (E3)	0,15		-
	Incentivos e monitoramento para a região (E4)	0,3		sim
	Apresenta plano de mitigação (E5)	0,25		sim
	Considerações finais e recomendações (E6)	0,1		-

A partir do Quadro 5 nota-se a redução da área “Informações básicas” de 6 indicadores para 3; o “físico natural” de 9 para 5; o “socioeconômico” de 6 para 3; o “zoneamento” de 6 para 4 e manutenção de todos os indicadores dos “aspectos gerais” (6). Os pesos foram distribuídos por proporcionalidade respeitando os indicadores fatores chaves de sucesso e as equações e formação do resultado acompanharão as formulações do IPARA. Espera-se com essa simplificação abarcar ambientes menores e/ou sem a necessidade de criar Planos Ambientais de Entorno de Reservatórios; a aceitação desses locais em criar informações sensíveis ao entorno contribuirá com a gestão ambiental e produção científica da região.

8.2.7 Limitações e observações gerais

Existem algumas limitações a se apontar nesse estudo. A primeira é sobre a disponibilidade de dados para a construção de pesquisas no Brasil, uma vez que em alguns

casos, esses são escassos ou inexistentes. Salienta-se que esse problema não atinge não somente semiárido brasileiro, mas também para toda a faixa climática árida e semiárida do globo (VENTURA, 2012; BABA, VAZ & COSTA, 2014; MAURYA *et al.*, 2020). Esse aspecto citado dificulta, mas não inviabiliza em plenitude os trabalhos presentes como indicadores no Plano.

Outra limitação que deriva da quantidade de dados expostos diz respeito às aplicações estatísticas, estas podem estar inclusas de forma mais robustas para melhoria da acurácia dos pesos dados bem como do resultado do índice. Ademais, se houver a publicidade e a consequente disponibilidade de outros planos, a análise destes junto aos já existentes fomentarão a fixação e proposição de indicadores formadores do IPARA. Vale ressaltar que por se tratar de uma proposição, através de novas análises de planos relacionados, indicadores podem fixar-se e outros, porventura, emergir.

Aconselha-se para validade da análise um processo muito conhecido nas avaliações de artigos acadêmicos denominado “*Dupla revisão por pares*”, isto é, analisar os documentos por duas ou mais pessoas ou, caso haja dificuldade em ter capital humano para esse procedimento, que a análise seja feita mais de uma vez, para que haja um confronto de resultados (ou uma média – o que foi feito no referido trabalho) e que a informação final seja mais refinada. Para esses casos podem ser convidados pesquisadores de universidades e institutos de pesquisas em determinada região para analisar tal documento submetido, fomentando ainda mais o elo das universidades contribuindo para com o poder público e suas respectivas políticas.

8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.3.1 Análise das informações – teste de checagem do índice

Diante o exposto anteriormente, apresenta-se o resultado analítico dos documentos PACUERAs para diferentes regiões em períodos temporais distintos. O teste de checagem do índice acompanha as formulações presentes na metodologia e suas pontuações frente as características relatadas. Os apêndices N, O e P dizem respeito a primeira e segunda análise, bem como a média das verificações; no Quadro 6 é revelada as complementações, informações adicionais, observações e resultado do Índice de planejamento sustentável dos Planos Ambientais de Reservatórios de Água (IPARA).

Para utilização do IPARA e verificação analítica de Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais, sob os indicadores e fatores chaves/críticos de sucesso propostos, a composição das formulações e procedimentos foram disponibilizados através dos arquivos em Excel para facilitação de aplicabilidade salvos junto ao [link](https://drive.google.com/drive/folders/1qiQdaw4fjn0Ldd6izLobEjreZZTti5iy?usp=sharing) <https://drive.google.com/drive/folders/1qiQdaw4fjn0Ldd6izLobEjreZZTti5iy?usp=sharing> e observado enquanto seu design nas Figuras 20 e 21 e códigos no Apêndice Q.

Quadro 6 – Informações adicionais, observações e resultado do IPARA para as regiões de checagem.

Nome								
	Ano	Página	Equipe	Região	Uso	IPARA	Resultado	Observações
Negros	2018	495	10	Pernambuco (Sertânia)	Abastecimento - Irrigação	0,93	Excelente	Sítios arqueológicos, quilombolas, indígenas. Potencial agroecológico, capacidade de uso das terras; não propõe zona de lazer, mas justifica o motivo; trabalha com índices no monitoramento.
Ipojuca (Simplificado)	2018	122	10	Pernambuco (Arcoverde)	Abastecimento - Irrigação	0,93	Excelente	
Xingó	2012	413	-	Alagoas e Sergipe (Piranhas e Canindé de São Francisco)	Múltiplos Usos	0,94	Excelente	Levantamento de fauna e flora denso, discussão sobre mapeamento e aptidão das terras, áreas de erosão, sítios arqueológicos, produção e rendimentos de culturas permanentes e temporárias para a área, o uso de plantas para extrativismo. Passou questionários para levantamento das necessidades econômicas locais e outras providências
Sobradinho (Resumido)	2010	145	18	Bahia e Pernambuco (Áreas mais próximas: Casa Nova, Pilão Arcado, Remanso, Sento Sé, Sobradinho e Petrolina)	Múltiplos Usos	0,81	Excelente	Susceptibilidade e aptidão: Erosão, desertificação, potenciais. Metodologia bem explicada, indica área para corredores ecológicos, contaminação freático, locais relevante com beleza cênica
Nome	Ano	Página	Equipe	Região	Uso	IPARA	Resultado	Observações

Figura 20 – Ambiente de análise documental para o tópico “Zoneamento” sob os indicadores ambientais e índice IPARA

CABEÇALHO						
Veja cada indicador proposto abaixo nas caixas em bege. Role para baixo e veja as caixas respostas. Após a escolha da melhor caixa-resposta que represente o indicador analisado, aponte o nível mais adequado (que varia de 1 a 5, tendo 1 como menor e 5 como pontuação máxima) na área de avaliação (apenas colocar o número) para que se compute a informação. Caso queira escrever algo, utilize o espaço para observações			Espaço para observações			
			Por exemplo: Achei interessante a densidade do assunto abordado no documento sobre os aspectos limnológicos. Além disso foi observado mapeamentos de áreas de desertificação e erosão de sedimentos.			
ÁREA DE AVALIAÇÃO "D" (INCLUA APENAS OS NUMEROS - DE 1 A 5 - PARA CADA INDICADOR SOLICITADO)						
D1	D2	D3	D4	D5	D6	
1	1	1	1	1	1	
Descrições específicas - Zoneamento Ambiental (D)						
Nível	Propõe Zonas de Segurança (D1)	Propõe Zona de Preservação Permanente (D2)	Propõe Zona de uso potencial (D3)	Propõe Zonas de usos turísticos/lazer (D4)	Propõe Zonas de usos agropecuários (D5)	Propõe outros tipos de zonas (D6)

Figura 21 – Framework para checagem de documentos sob os indicadores ambientais e índice IPARA

CABEÇALHO	
O resultado do ipara para o documento em análise está exposto abaixo 0,15 Rejeitar	Considerações gerais sobre o resultado obtido
DEMONSTRATIVO DETALHADO DA FORMULAÇÃO	

Condição	Intervalo	Resultado
Abaixo de	0,4	Rejeitar
Entre	0,4 a 0,5	Critico (i)
Entre	0,5 a 0,6	Critico (ii)
Entre	0,6 a 0,7	Revisar
Entre	0,7 a 0,8	Recomendável
Acima de	0,8+	Excelente

Resultado por Área Individual (RAI)	
Informações / Metodologia	●
Físico Natural	●
Socioeconômico	●
Zoneamento	●
Aspectos Gerais	●

A Figura 20 demonstra como exemplo uma das cinco telas de análise do documento PACUERA para a região semiárida de interesse. Em cores marcantes, apresentam-se informações básicas para o preenchimento do arquivo bem como o ambiente de pontuação e um espaço para observações. Diferente da pontuação dos quadros, que variam de 0,1 a 1, no arquivo analítico as pontuações variam de 1 a 5; a escolha de números inteiros foi intencional, uma vez que os respectivos são mais didáticos para preenchimentos de tabelas. Ademais, além do descrito anteriormente, a lacuna de cada indicador e suas características para checagem também são reveladas nessas cinco telas.

A Figura 21 revela o design da tela final da análise documental oriunda dos indicadores ambientais fixados e formulações do IPARA. Percebe-se que além do cabeçalho, existem 5 pontos marcantes na Figura, sendo estes da esquerda para direita: (i) o resultado numérico do IPARA e sua decisão genérica, (ii) considerações escritas sobre o resultado obtido, (iii) um pequeno resumo da condição-intervalo-resultado IPARA, (iv) o demonstrativo detalhado da formulação e (v) o RAI – Resultado por Área Individual. Ressalta-se que

dependendo do resultado obtido os círculos presentes no quadro do RAI ficarão com cores que variam entre o vermelho, amarelo e verde, indicando o grau de profundidade do documento por área analisada. A partir desses resultados e quadros é tangível a possibilidade de corrigir apenas os pontos sensíveis que necessitam de maiores considerações, caso o resultado do IPARA para o documento seja baixo.

Sobre os resultados dos testes de checagem analíticos dos indicadores fixados e índice, observa-se com o apoio dos Apêndices N e O o desenvolvimento das verificações documentais de diferentes formatos e de regiões diversas do Brasil. Tratando-se de duas verificações em períodos distintos, nota-se a existência de resultados semelhantes e aproximados para os indicadores, tendo o Apêndice P o resultado em quadro da média das duas análises para que sejam aplicadas propriamente as formulações do IPARA. Ressalta-se a importância que a presença de um terceiro quadro trouxe esse tendendo a neutralidade, uma vez que se trata de uma média aritmética que vislumbrou o apoio no impedimento do enviesamento de uma análise como também forneceu a oportunidade de uma reanálise do documento solicitado.

Mesmo com os alguns PACUERAs analisados com resultados satisfatórios (Excelentes e recomendáveis), através do Quadro 9, que revela as informações iniciais de cada Plano Ambiental junto aos resultados dos documentos frente a aplicação do IPARA é perceptível que aspectos como a região do plano, tamanho do empreendimento, quantidade de páginas, ano e a quantidade de pessoas na equipe não são demonstrativos de certeza que o documento não terá incongruências. Nota-se nas observações dos documentos que os reservatórios analisados apresentaram profundidades distintas em conjunto ou não, sejam elas as vezes nos indicadores voltados a geologia e/ou geomorfologia, limnologia, fauna e flora e características sociais; aspecto esses derivando provavelmente, da formação basilar da equipe contratada.

Deve-se atentar que no geral, os PACUERAs com IPARA “Excelentes” têm paginações acima de 100, e isso reflete consequentemente não só na profundidade das discussões, mas também no equilíbrio das ideias sobre tópicos, produtos visuais tangíveis e uma exposição metodológica e legislativa presente. Ademais, através dessa análise é possível perceber a diversidade de tópicos – indicadores que podem ser expostos pelos Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais, estes dependendo da complexidade do mesmo e disposição da equipe em investigá-las. Levantamentos arqueológicos, de Fragilidade Ambiental, levantamentos de aldeias indígenas, quilombolas, de aptidões e zonas de uso militar são exemplos a se citar. Mesmo tendo indicadores fixados, o

arquivo do IPARA permite e disponibiliza espaço para estudos alternativos, além de incentivar esses outros estudos para região em questão.

Outro ponto a se perceber através do resultado do IPARA é possibilidade da detecção de documentos incompletos, versões resumidas e/ou situações que fugiram da normalidade presente no PACUERA. Documentos que apresentam superficialidade das informações, contudo, apontando a existência de outros relatórios anteriores que caracterizaram a região é um exemplo a se citar; para esses casos recomenda-se caracterizar novamente os tópicos superficiais apoiando-se nos relatórios supracitados, os referenciado corretamente e/ou incluindo o link de acesso direto no Plano em questão. Documentos muitos extensos, ricos em discussão e materiais visuais que são divididos em módulos, quando esses são verificados de forma individual também apresentaram resultados do IPARA inferiores. Por fim, versões resumidas, que normalmente expõe superficialmente as informações foram notadas pelo índice e frente a PACUERAs completos e tiveram resultados inferiores.

Sabe-se que no processo de licenciamento ambiental, o PACUERA se encontra na terceira etapa ou na etapa final, denominada licença de operação (LO), refletindo assim, os resultados de relatórios de duas etapas antecedentes, a licença prévia (LP) e a de instalação (LI). Isso vem a demonstrar que os resultados satisfatórios observados na análise do IPARA são produtos derivativos de um EIA/RIMA, PBA, projetos de compensação e de planejamento ambiental robustos e de valia técnica, fazendo que o índice aqui proposto consiga não somente alcançar o PACUERA, mas também outros relatórios e documentos obrigatórios nos processos de licença de empreendimentos de interesse. Ademais, mesmo sendo uma proposição do índice pensada para e direcionada aos ambientes hídricos no Nordeste do Brasil, esta pode ser utilizada para fins de verificação da qualidade em outros locais como foi comprovada nesta pesquisa.

8.3.2 Porque criar um indicador para o Plano Ambiental de Uso e Conservação do Entorno de Reservatórios Artificiais (PACUERA)?

A presença de índices para apoio a diferentes procedimentos e processos que envolvem o meio ambiente e sociedade são observados ao longo do globo, junto a essas formulações é possível medir parâmetros, analisar qualidade, desempenho e amparar a tomada de decisões. Ulian, Cartes e Lima (2017) desenvolveram um índice voltado ao planejamento urbano equilibrado e harmônico, aplicável a cidades brasileiras de porte médio. Makropoulos et al. (2008) criaram um sistema de apoio a decisão que considera a bacia hidrográfica,

índices e indicadores gerais da região e aponta a melhor reutilização das águas residuais e/ou águas pluviais em ambientes antropizados.

Frente o crescimento da pegada sustentável e a utilização não responsável dos recursos hídricos, Xiaoqin (2008) propõe um modelo que beneficia a avaliação hídrica urbana, sob parâmetros de hierarquia analítica que envolve aspectos sociais, econômicos, filosóficos e econômicos. Ainda sob auxílio metodológico da hierarquia analítica, Okeola e Sule (2012) utilizou vários parâmetros multicritérios de decisão, obtidos em bases exteriores ou por proposições tabulares para apresentar uma forma alternativa de estudar o esquema de abastecimento de água urbano em um país africano. Ainda na África, Bahri, Brikké e Vairavamoorthy (2016) explana uma abordagem voltada a índices que implementem a gestão integrada da água em ambientes urbanos, aumentando a aceitação populacional e reduzindo a fragmentação institucional.

Jensen e Wu (2018) arrolam indicadores para apoiar a formulação de políticas para melhorar a segurança hídrica urbana, adaptando-os, levando em consideração os desafios específicos da segurança hídrica das cidades e aplicado um design que proporcionou a possibilidade da consulta e verificação das partes de interesse. O trabalho além de captar dados já tabulados em outras instâncias, também desenvolveu uma escala *likert* para pontuar situações de acordo com critérios estabelecidos na pesquisa.

Maurya *et al.* (2020) analisando a necessidade de planejamento sustentável nas cidades indianas, desenvolvem um índice que derivou de 7 grandes categorias baseadas em 21 indicadores variados, amparados no modelo Estado-Pressão-Resposta. Devido a quantidade de categorias, presença de pesos de controles e filtros de segurança, os autores apresentaram um documento gráfico – interface gráfica, para melhor aplicação, implementação e disseminação. A referida pesquisa em questão considera para construção do índice IPARA, tal como os trabalhos de Xiaoqin (2008), Okeola e Sule (2012), Jensen e Wu (2018) e Maurya *et al.* (2020) características derivativas a análises que envolvem o filosófico, subjetivo, escalas de pontuação gradativas – *likert* e confecção de interface gráfica para fácil execução.

Desta forma, nota-se a preocupação dos pesquisadores na concepção de informações que amparem a tomada de decisão, bem como reunir outros parâmetros que muitas vezes não estão agrupados. Os indicadores e índices são os exemplos mais claros exposto nessa pesquisa, contudo, outras reflexões podem ser citadas, como estudos de comparação de informações, observações de percepções, aplicações e estudos de casos junto as suas correlações. Os resultados podem atingir direta ou indiretamente os três pilares desenvolvimento sustentável e reverberar, sendo absorvido na sociedade, ciência e empresas.

Diante da complexidade do PACUERA, que mantém sob seus domínios legislações que o amparam e direcionam, mesmo que inicialmente o respectivo documento, a proposta do IPARA visa entregar para todos os envolvidos no processo condições para o acompanhamento da qualidade em período anterior a aceitação do documento em reunião, como também a verificação posterior dos documentos para fins comprobatórios.

Ademais, nota-se a possibilidade da empresa contratada, caso utilize a formulação, de observar a performance do contratante no que tange a complexidade dos escritos, discussão, correlações, teor inovador, fotos ou mapas e exposição de metodologia. A partir do teste de checagem e os bons resultados obtidos em PACUERAs já publicados e credenciados, as informações neles contidas entregam para outras instituições, universidades e a própria sociedade dados tangíveis para conservação e preservação histórica local.

Independentemente do tamanho do reservatório ou empreendimento hidrelétrico, é de grande relevância dispor de informações sensíveis do seu entorno, justamente para acompanhar diretrizes de uso consciente e conservar os máximos aspectos expostos. Por esse motivo é relevante que haja diversos índices de apoio a documentações tais como o PACUERA, uma vez que o vislumbre final desses é a elevação da qualidade. A utilização de metodologias consolidadas para criação do IPARA, como as observadas sobretudo nos trabalhos de Jensen e Wu (2018) e Maurya *et al.* (2020) junto as respectivas citações contidas nos documentos supracitados mostram e justificam a confecção do índice, que como muitos já criados, não são obrigados em sua execução, mas facultativo para qualquer pessoa e instituição que desejar utilizar e/ou melhorar o respectivo.

8.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Visando abordar como objetivo final os processos de sustentabilidade, boas práticas de pesquisa e uso e conservação do entorno de reservatórios, uma série de indicadores foram estudados frente a documentações sobre a área e compreendidos em termos quantitativos e qualitativos. Assim a integração de vários indicadores em categorias pré dispostas em conjunto com pesos expostos serviram de base ao conceito do IPARA - *Índice de planejamento sustentável dos Planos Ambientais de Reservatórios de Água*. A categorização envolveu as Informações do empreendimento / Procedimentos Metodológicos; Descrições específicas – Físico/Natural; Descrições específicas – Social econômica; Descrições específicas - Zoneamento Ambiental; Aspectos gerais – compatibilização com o entorno e Proposições - Potencialidades Alternativas que foi diluído entre as outras categorias.

Para o computo dos objetivos propostos pelas categorizações, foi elaborado uma série de pesos e formulações, onde o resultado permite avaliar a qualidade do documento escrito frente ao solicitado. Os resultados variam de 0,1 a 1, onde abaixo de 0,4 recomenda-se rejeição, entre 0,4 a 0,7 recomenda-se rever pontos importantes no documento, e acima de 0,7 o documento mantém satisfatoriedade nos escritos; pontuações acima de 0,8 são apresentadas como excelentes. Uma interface gráfica em ambiente Excel foi desenvolvida para facilitação da aplicação e executou-se um teste de checagem em documentos em diferentes territórios, a fins de detectar os diversos resultados propostos. Nota-se a utilidade do IPARA em identificação da qualidade dos documentos e assim auxiliar os interessados, sejam eles sociedade civil, instituições de pesquisa e empresas do ramo.

Observa-se a presença de indicadores e índices ao redor do mundo sendo apoio no monitoramento e análise de locais de interesse. Sabe-se que no processo de licenciamento ambiental, o PACUERA se encontra na terceira etapa ou na etapa final, denominada licença de operação (LO), refletindo assim, os resultados de relatórios de duas etapas antecedentes, a licença prévia (LP) e a de instalação (LI). Isso vem a demonstrar que os resultados satisfatórios observados na análise do IPARA são produtos derivativos de um EIA/RIMA, PBA, projetos de compensação e de planejamento ambiental robustos e de valia técnica, fazendo que o índice aqui proposto consiga não somente alcançar o PACUERA, mas também outros relatórios e documentos obrigatórios nos processos de licença ambiental.

Por ser uma proposição, limitações foram observadas, contudo, a referida pesquisa não está livre de mutações para melhoramento, sejam nas formulações propostas, pesos implementados e/ou na inclusão ou exclusão de indicadores. A criação de uma interface gráfica mais robusta, fruto de linguagem de programação pode ser uma grande aliada na disseminação do IPARA, e é uma grande recomendação futura a se pesquisar. Ademais, recomenda-se a criação de outros índices para apoio a qualidade dos planos ambientais brasileiros em diferentes condições edafoclimáticas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE pela aprovação do projeto e concessão de bolsa ao primeiro autor. Aos estados do Brasil que disponibilizaram as documentações dos Planos Ambientais para que fosse possível o aprofundamento analítico e desenvolvimento dessa pesquisa.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

Frente a relevância dos recursos hídricos, observando as bases científicas consolidadas, verifica-se os estudos de reservatórios no Brasil voltado a comunidade fitoplanctônica e nos trabalhos acerca da ictiofauna, assuntos trabalhados nos campos da ciências biológicas, zoologia e costeiros/marinhos/aquicultura. Outros pontos como as tecnologias e química também são observados, mas é importante ressaltar a necessidade de ligar os resultados publicados com as políticas públicas e as suas relações, uma vez que nesses ambientes é comum existir legislações que os amparem. A relação pesquisas-reservatórios-políticas poderá estreitar a ligação entre a gerência hídrica e as instituições em diferentes esferas.

O advento e a popularização da tecnologia trouxe para os estudos em ambientes hídricos uma maior amplitude nas análises territoriais, dando margem para monitoramentos em grandes escalas e a redução de custos. Tendo como referência basilar nas pesquisas o território, modelagens ambientais se atualizam para prover a melhor compreensão da terra, onde os Modelos Digitais de Elevação (DEM) ganham notoriedade devido a sua utilização e contribuição analítica. Assim, compreender o mais eficiente DEM para a região do entorno dos reservatórios significa ter produtos mais acurados e os levantamentos via LiDAR (*Light Detection And Ranging*) atualmente são os mais precisos. Contudo, é importante comparar os resultados altimétricos de diferentes produtos, uma vez que em alguns locais tecnologias como o LiDAR ainda não estão disponíveis; tendo Pernambuco um levantamento de alta precisão, observa-se excelência em outros DEM como o SRTM-30, TOPODATA e ALOS AW3D30 para regiões de entorno de reservatórios. Esse resultado subsidia não somente o Pernambuco mas também outros estados; a partir dele é tangível implementar metodologias capazes de extrair informações sensíveis para a região de interesse, contribuindo nas políticas públicas de conservação, preservação e econômicas, por exemplo.

Diante a miscelânea de mecanismos que podem auxiliar as áreas hídricas, a ciência, a política e a tecnologia – ou geotecnologia podem entregar a diferentes interessados informações relevantes para acompanhar não somente a área enquanto produto, mas documentos que reverberam dessas análises. Observando que esses documentos conferem a Gestão Ambiental informações importantes e não somente considerações ausentes de soluções, embasou-se em conceitos consolidados da Administração e a sua preocupação em criar sistemas ágeis de tomada de decisão junto a indicadores e atributos, as tecnologias de

análise territorial e a legislação ambiental hídrica vigente para propor uma metodologia analítica dos Planos Ambientais de Conservação e Entorno dos Reservatórios Artificiais denominada IPARA – *Índice de planejamento sustentável dos Planos Ambientais de Reservatórios de Água*. Público, através do IPARA é possível verificar a qualidade do documento compilado para o entorno do reservatório, tendo o índice a capacidade de amparar esferas institucionais (Universidades, Órgãos reguladores, Legislação), comerciais (Empresas, Consultores), e sociais (Associações, Coletivos, Sociedade Individual e outros *stakeholders*).

Mesmo existindo atributos no IPARA de cunho complexos, observa-se a tangibilidade e a possibilidade de metodologias, desde que haja dados disponíveis, capazes de extrair essas informações dos ambientes do entorno de reservatórios, podendo estas serem de escalas diferentes. Ademais, as novas discussões sobre a sustentabilidade (e desenvolvimento sustentável) e a preocupação com o futuro levantam também a necessidade de rever legislações ambientais, uma vez que estando em um ambiente contínuo e dinâmico, essas devem ser atualizadas, abarcando novas necessidades e compromissos firmados a posteriori. Tratando de resoluções que foram publicadas a mais de 15 anos, é recomendável a inclusão de novos pontos oriundos do planejamento integrado e geotecnologias, no qual essas recomendações poderiam não somente clarificar as motivações via legislação federal (como, onde, porque, meios, aceitação e confirmações finais), mas servir de diretrizes e/ou padronização para as demais instâncias reguladoras (estaduais e municipais).

Facultativo, as proposições desse documento podem ser acatadas em diferentes ocasiões, conduzindo uma melhor decisão ambiental. Contudo, recomenda-se, além de trabalhos futuros junto aos indicadores, índices e metodologias trazidas, o amadurecimento das reflexões por meio da linguagem de programação – desenvolvimento de sistemas – criação de softwares de apoio a análise ambiental. Através destes é possível criar *interfaces* que ofereçam uma melhor aceitação dos mecanismos de análise documental, como também se observa em experiências semelhantes que os softwares favorecem o uso – a utilização profissional e científica generalizada.

Outro ponto a se levantar é a falta de controle e garantia das propostas que vão ser apresentadas nos Planos Ambientais Hídricos e atestadas via IPARA como relevantes e produzidas com excelência, serem implementadas de fato na região de interesse, impactando o território e as pessoas ali existentes. É necessário que haja produtos e pesquisas que monitorem a implementação desses documentos de modo contínuo, para que não haja apenas proposições bem elaboradas e mal executadas ou ausentes de execução.

Uma proposição estará, e sempre será um documento aberto a críticas construtivas, informações adicionais, incrementos e refinamentos – é justamente essa abertura que trás para a pesquisa a característica científica – que darão novos subsídios para a construção de um produto de melhor qualidade. Essa proposta metodológica em questão não se ausenta dessas características, incentivando, inclusive, novas pesquisas sobre o tema para enriquecimento da área em desenvolvimento, onde esses estudos podem vir de áreas comuns mas também de diferentes áreas de conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ABDOLMALEKI, H.; MIRZAZADEH, Z.; ALIDOUST GHAFAROKHI, E. Prioritization of Factors Affecting Consumer Behavior of Sporting Goods Using AHP. **Journal of Sport Management**, 9(3), 471-488, 2017.
- ABRAPCH. **Cenário de PCHs e CGHs no Brasil**. 2021. <https://abrapch.org.br/o-setor/cenario-de-pchs-e-cghs-no-brasil/>
- ABREU, L de et al. Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do Método AHP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]**, v. 4, n. 2, pp. 257-262, 2000.
- ACHARD, F.; BEUCHLE, R.; MAYAUX, P.; STIBIG, H.-J.; BODART, C.; BRINK, A.; ... SIMONETTI, D. Determination of tropical deforestation rates and related carbon losses from 1990 to 2010. **Global Change Biology**, 20(8), 2540–2554, 2014.
- ADAMS, W. M. **The Future of Sustainability: Re-Thinking Environment and Development in the Twenty-First Century**. Gland, Switzerland: World Conservation Union, 2006.
- AKERMAN, M.; STEPHENS, C.; CAMPANARIO, P.; MAIA, P. Saúde e meio ambiente: uma análise de diferenciais intra-urbanos enfocando o Município de São Paulo, Brasil. **Revista Saúde Pública**, vol.28, n.4, 1994.
- AKKAYA, GÖKAY.; TURANOĞLU, BETÜL.; ÖZTAŞ, SINAN. An Integrated Fuzzy AHP And Fuzzy MOORA Approach to The Problem of Industrial Engineering Sector Choosing. **Expert Systems with Applications**, S0957417415005217–, 2015.
- AKTER, AYSHA.; AHMED, SHOUKAT. Potentiality of rainwater harvesting for an urban community in Bangladesh. **Journal of Hydrology**, 528(), 84–93, 2015.
- ALAA, M.; SALEM, S.; MORAD, L. F. Diagenesis and Reservoir-Quality Evolution of Fluvial Sandstones During Progressive Burial and Uplift: Evidence from the Upper Jurassic Boipeba Member, Reconcavo Basin, Northeastern Brazil. **AAPG Bulletin**, v.84, 2000.
- ALBUQUERQUE, S. **Cultivo da palma forrageira no serão do São Francisco**. Comunicado Técnico da EMPRABA Semi-Árido, n.91, 2000
- ALCÂNTARA, E.; CURTARELLI, M.; OGASHAWARA, I.; STECH, J.; SOUZA, A. A system for environmental monitoring of hydroelectric reservoirs in Brazil. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 8(1), 2013.
- ALENCAR FILHO, F.; ABREU, L.; MOREIRA, T.; ROSSI, T.; ALENCAR, E. Valoração contingente de ativos ambientais: uma aplicação do método na área diretamente afetada pela pequena central hidrelétrica - PHC Kotzian, em Júlio de Castilhos, RS. **Economia e Desenvolvimento**, 25(1), 1-20, 2013.

ALEPE. **Lei nº 12.984, de 30 de dezembro de 2005.: Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.** 2005.

ALMEIDA, L. DE A.; GOMES, R. C. Processo das políticas públicas: revisão de literatura, reflexões teóricas e apontamentos para futuras pesquisas. **Cadernos EBAPE.BR**, 16(3), 444–455, 2018.

ALVES, Vicente Eudes Lemos; AQUINO, Joacir Rufino; SILVA FILHO, Raimundo Inácio da. **A modernização da fruticultura irrigada e seus impactos socioeconômicos e ambientais no Vale do Açu/RN.** In: DANTAS, Aldo; ARROYO, Mónica; CATAIA, Márcio (Org.). O meio geográfico atual do Rio Grande do Norte: novas materialidades, novas dinâmicas. Natal: Sebo Vermelho, 2018. p. 263-312. 386p.

ALVES, W. S.; SCOPEL, I.; MARTINS, A. P. Análise da fragilidade ambiental da bacia do ribeirão das Abóboras, em Rio Verde, Sudoeste de Goiás. **GeoFocus**, v. 18, n. 19, p. 81-108, 2017.

ALVES, W.S.; MARTINS, A.P.; SCOPEL, I. Fragilidade Ambiental: Subsídio Ao Planejamento E À Gestão Da Bacia Do Ribeirão Da Laje (GO), Brasil. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, Vol. 22, e34 , p. 01-17, 2018.

AMARAL, E.; ROBERTO, N.; RODRIGUES, F.; MOEMA G. “Métodos e técnicas de mensuração de movimentos migratórios: Goiás e Distrito Federal, 1975–1979 e 1986–1990.” **Revista Brasileira de Estudos de População** 21 (2): 283–301, 2004.

ANA – Agência Nacional das águas. **45 barragens preocupam órgãos fiscalizadores, aponta Relatório de Segurança de Barragens elaborado pela ANA.** 2019b. Disponível em: < <https://www.ana.gov.br/noticias/45-barragens-preocupam-orgaos-fiscalizadores-aponta-relatorio-de-seguranca-de-barragens-elaborado-pela-ana> >. Acesso em: 20/06/2019.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Barragens e reservatórios.** 2021. <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/quem-regula/barragens-e-reservatorios>. Acesso em: 20/01/2021.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Panomara do enquadramento dos corpos d'água do Brasil.** ANA, 2007. 124P. Caderno de Recursos Hídricos.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Política Nacional de Recursos Hídricos.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 26/01/2022.

ANDRADE, A.J.; SOUZA, C.R.; SILVA, N.M. A vulnerabilidade e a resiliência da agricultura familiar em regiões semiáridas: o caso do seridó potiguar. **Campo-Território: revista de geografia agrária**, v. 8, n. 15, p. 1-30, fev., 2013.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano.** Texto para discussão. Instituto de Economia/UNICAMP, n. 155, p. 1-23, fev. 2009.

ANDRADE, J.; AUGUSTO, F.; JARDIM, I. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética Química Journal**, 35(3) , p17-43, 2018.

ANDREWS, K. R. **The Concept of Corporate Strategy**, Irwin, Homewood, IL, 1971.

APAC – Agência Pernambucana de Água e Clima. **Monitoramento de reservatórios**. 2017. Disponível em: < <http://www.apac.pe.gov.br/monitoramento/> >. Acesso em: 05/10/2017.

ARAÚJO, C.; FELIZOLA A. Estudo do processo de desertificação na Caatinga: uma proposta de educação ambiental. **Ciência & Educação (Bauru) [online]**. 2011, v. 17, n. 4, pp. 975-986, 2011.

ARAÚJO, C.; SOUSA, A. Estudo do processo de desertificação na Caatinga: uma proposta de educação ambiental. **Ciência & Educação (Bauru)**, 17(4), 975-986, 2011.

ARAUJO, J. **Barragens no Nordeste do Brasil: Experiência do DNOCS em Barragens na Região Semi-Árida**. Departamento Nacional de Obras contra as Secas, Ministério do Interior, pp 158, 1982.

ARAÚJO, M.C.B; COSTA, M.F. Environmental Quality Indicators for Recreational Beaches Classification. **Journal of Coastal Research**, 24, 1439–1449, 2008.

ArcGIS. **How create Random Points works**. 2016. Disponível em: < <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/how-create-random-points-works.htm> >. Acesso em: 15/04/2019.

ARCHAMBAULT, É et al. Comparing Bibliometric Statistics Obtained From the Web of Science and Scopus. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, vol. 60, n.7, p.1320-1326, 2009.

ARIZA, E.; PONS, F.; BRETON, F. Is “socio-ecological culture” really being taken into account to manage conflicts in the coastal zone? Inputs from Spanish Mediterranean beaches. **Ocean Coast. Manag.** 134:183–193, 2016.

ASF - Alaska Satellite Facility. **Citing ALOS PALSAR Data or Imagery**. 2019. Disponível em: < <https://www.asf.alaska.edu/sar-data/palsar/how-to-cite/> >. Acesso em: 15/04/2019.
AZEVEDO-SANTOS, V.; RIGOLIN-SÁ, O.; PELICICE, F. Growing, losing or introducing? Cage aquaculture as a vector for the introduction of non-native fish in Furnas Reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 9(4), 915-919, 2011.

BAADE, J.; SCHMULLIUS, C. TanDEM-X IDem precision and accuracy assessment based on a large assembly of differential GNSS measurements in Kruger National Park, South Africa. **ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.** 119, 496–508, 2016.

BABA, R.; VAZ, M.; COSTA, J. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo , v. 29, n. 4, p. 515-526, Dec. 2014 .

BAHRI, B.; VAIRAVAMOORTHY, K. Managing Change to Implement Integrated Urban Water Management in African Cities. **Aquatic Procedia**, 6, 3–14, 2016.

BALZTER, H.; COLE, B.; THIEL, C.; SCHMULLIUS, C. Mapping CORINE Land Cover from Sentinel-1A SAR and SRTM Digital Elevation Model Data using Random Forests. **Remote Sens**, v. 7, 14876-14898, 2015.

BANKUTI, S.; BANKUTI, F. Gestão ambiental e estratégia empresarial: um estudo em uma empresa de cosméticos no Brasil. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 21, n. 1, p. 171-184, Mar. 2014.

BARBOSA, F.; LIMA, M. **A cultura da goiaba** [editores técnicos, Flávia Rabelo Barbosa e Mirtes Freitas Lima]. – 2ª edição revista e ampliada – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

BARNSTON, A. **Correspondence among the Correlation [root mean square error] and Heidke Verification Measures; Refinement of the Heidke Score**. 1992. Notes and Correspondence, Climate Analysis Center. Available from: <https://www.swpc.noaa.gov/sites/default/files/images/u30/Barnston,%20Anthony%20G.,%201992.pdf>

BARROS, T.; BENDER, F.; SILVA, F.; JOSÉ, J.; COSTA, J.; COELHO, R. Geoestatística como ferramenta para estudos da variabilidade da precipitação pluviométrica no estado de Pernambuco, Brasil. **Agrarian**, 13(50), 513-520, 2020.

BATCHELOR, C. **Water governance literature assessment**. **International Institute for Environment and Development**, v. 2523, 2007.

BAZZOLI, N.; GODINHO, H. P. Reproductive biology of the *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Characidae) from Três Marias Reservoir, Brazil. **Zoologischer Anzeiger**, 226: 285–297, 1991.

BEZERRA, S.; CANTALICE, J.; CUNHA FILHO, M.; SOUZA, W. Características hidráulicas da erosão em sulcos em um cambissolo do semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34(4), 1325-1332, 2010.

BHAKAR, R.; SRIVASTAV, S.K.; PUNIA, M. Assessment of the relative accuracy of aster and SRTM digital elevation models along irrigation channel banks of Indira Gandhi Canal. **Journal of Water and Land-use Management**, 10(1–2): 1–11, 2010.

BIAS, E. S.; BRITES, R. S.; ROSA, A. N. C. **Imagens de alta resolução espacial**. In: MENESES, P.R.; ALMEIDA, T (orgs) **Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto**. Universidade de Brasília, 2012.

BIAS, E.; RIBEIRO, R. J.; BAPTISTA, G.; BERNARDI, J. V. Avaliação da exatidão do MDE obtido por meio do SRTM e pela de carta do IBGE na escala 1:100.000. **Revista Brasileira De Cartografia**, 63(1), 2011.

BIAU, D.J.; JOLLES, B.M.; PORCHER, R. P. value and the theory of hypothesis testing: an explanation for new researchers. **Clin Orthop Relat Res**. 2010;468(3):885–892.

BINI, L. M.; THOMAZ, S. M.; MURPHY, K. J.; CAMARGO, A. F. M. Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. **Biology, Ecology and Management of Aquatic Plants**, 147–154, 1999.

BOJÓRQUEZ-TAPIA, L.A.; CRUZ-BELLO, G.M.; LUNA-GONZÁLEZ, L. Connotative land degradation mapping: a knowledge-based approach to land degradation assessment. **Environmental Modelling & Software**, 40: 51-64, 2013.

BOSCHI, R. S.; BOCCA, F. F.; LOPES-ASSAD, M. L. R. C.; ASSAD, E. D. How accurate are pedotransfer functions for bulk density for Brazilian soils? **Scientia Agricola**, 75(1), 70–78, 2018.

BOUVY, M.; FALCÃO, D.; MARINHO, M.; PAGANO, P; MOURA, A. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology**, vol. 23, p. 13-27, 2000.

BOUVY, M.; MOLICA, R.; DE OLIVEIRA, S.; MARINHO, M.; BEKER, B. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. **Aquatic Microbial Ecology**, 20, 285–297, 1999.

BOUVY, M.; PAGANO, M.; TROUSSELLIER, M. Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). **Aquatic Microbial Ecology**, 25, 215–227, 2001.

BRABO, M.; VERAS, G.; PAIVA, R.; FUJIMOTO, R. Aquaculture in the large brazilian reservoirs. **Boletim Do Instituto De Pesca**, 40(1), 121-134, 2018.

BRASIL - CASA CIVIL. **Agronegócio brasileiro bate recorde em exportações em maio**. 2021. <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2021/junho/agronegocio-brasileiro-bate-recorde-em-exportacoes-em-maio>

BRASIL - Presidência da República/Casa Civil/Subchefia para Assuntos Jurídicos. **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012 Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. 2012. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm

BRASIL. **Constituição da república federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 20/01/2022.

BRASIL. **Decreto Federal nº 8.437, de 22 de abril de 2015 - Regulamenta o disposto no art. 7º, caput, inciso XIV, alínea “h”, e parágrafo único, da Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União**. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8437.htm. Acesso em: 21/01/2022.

BRASIL. **Decreto nº 73.030, 30 de outubro de 1973. Cria, no âmbito do Ministério do Interior, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-73030-30-outubro-1973-421650-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: out/2019.

BRASIL. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 20/01/2022.

BRASIL. Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 – Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm. Acesso em: 21/01/2022.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 – Dispõe de normas para proteção da vegetação nativa em áreas de preservação permanente, reserva legal, uso restrito, exploração florestal e assuntos relacionados. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 21/01/2022.

BRASIL. Lei Federal nº 140, de 08 de dezembro de 2011 – Cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora. 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LCP/Lcp140.htm. Acesso em: 21/01/2022.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em: 26/01/2022.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012: código florestal
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Modificações no código florestal.
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm

BRASIL. Lei nº 13.153, de 30 de julho de 2015. Institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e seus instrumentos; prevê a criação da Comissão Nacional de Combate à Desertificação; e dá outras providências. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113153.htm#:~:text=L13153&text=LEI%20N%C2%BA%2013.153%2C%20DE%2030,Desertifica%C3%A7%C3%A3o%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 26/01/2022.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 26/01/2022.

BRASIL. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências - Lei Federal nº 9.985. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 21/01/2022

BRASIL. **Resolução CONAMA de número 279/2001**. 2001. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2001/res_conama_279_2001_licenciamentoambientalsimplificadoparaempreendimentoselétricos.pdf. Acesso em: 21/01/2022.

BRIENZA JÚNIOR, S.; MANESCHY, R.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GAZEL FILHO, A.; YARED, J.; GONÇALVES, D.; GAMA, M. Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira: Análise de 25 Anos de Pesquisas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.60, n.67, 2010.

BRITO, C.; CARDOSO, C.; SANTOS, A.; SANTOS, G.; MEDEIROS, N. Geoestatística aplicada na geração de Modelos Numéricos de Elevação. **Geografia Ensino & Pesquisa**, 17(3), 143-152, 2014.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Polos de Irrigação no Nordeste do Brasil. desenvolvimento recente e perspectivas. *Confins. **Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia***, n. 23, 2015.

BULLEN, C. V.; ROCKART, J. F. **A primer on critical success factors**. Cambridge, MA: Center for Information Systems Research, MIT, 1981.

BURROUGH, P.A.; MCDONNELL, R.A. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford University Press, Oxford, 1998.

BUTTAUFUOCO, G.; CASTRIGNANÒ, A.; CUCCI, G.; LACOLLA, G.; LUCÀ, F. Geostatistical modelling of within-field soil and yield variability for management zones delineation: a case study in a durum wheat field. **Precision Agriculture**, v. 18, n. 1, p. 37–58, 1 fev. 2017.

CABRERA-VEGA, L.L.; CRUZ-AVERO, N.; HERNÁNDEZ-CALVENTO, L.; HERNÁNDEZ-CORDERO, A.I.; FERNÁNDEZ-CABRERA, E. Morphological changes in dunes as an indicator of anthropogenic interferences in arid dune fields. **J. Coast. Res. Spec. Issue** 65, 1271–1276, 2013.

CAI, H.; LI, H.; ZENG, H. et al. Application evaluation of clinical practice guidelines for traditional Chinese medicine: a clinical analysis based on the analytic hierarchy process. **BMC Complement Altern Med** 19, 277, 2019.

CALIJURI, M. C. Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, S.P.--Brazil). **Journal of Plankton Research**, 24(7), 617–634, 2002.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; BARBOSA, F. A. R.; ROCHA, O. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco river (northeastern Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, 65(2), 229–240, 2005.

CAMPOS, J N B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias pensadores e períodos. **Estud. Av. [online]**, v.28, n.82, p.65-88, 2014.

CAMPOS, V. N. O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 2, p. 365-382, 2010.

CARVALHO, D.; The Ore Tailings Dam Rupture Disaster in Mariana, Brazil 2015: What We Have to Learn from Anthropogenic Disasters. **Natural Resources Journal**, Vol. 59, No. 2, 2019.

CASAGLI, N.; FRODELLA, W.; MORELLI, S.; TOFANI, V.; CIAMPALINI, A.; INTRIERI, E.; RASPINI, F.; ROSSI, G.; TANTERI, L.; LU, P. Spaceborne, UAV and ground-based remote sensing techniques for landslide mapping, monitoring and early warning. **Geoenvironm. Disasters** 4 (1), 9, 2017.

CASATTI, L.; MENDES, H. F.; FERREIRA, K. M. Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana Reservoir, Paranapanema River, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 63(2), 213–222, 2003.

CASTRIGNANÒ, A.; BUTTAUFUOCO, G.; QUARTO, R.; PARISI, D.; VISCARRA ROSSEL, R.A.; TERRIBILE, F., LANGELLA, G., VENEZIA, A. A geostatistical sensor data fusion approach for delineating homogeneous management zones in Precision Agriculture. **Catena**, v. 167, p. 293–304, 1 ago. 2018

CASTRO, V. F. D.; CASTRO, V. F. D.; FRAZZON, E. M.; FRAZZON, E. M. Benchmarking of best practices: an overview of the academic literature. **Benchmarking: An International Journal**, v. 24, n. 3, 750-774, 2017.

CAVALCANTI SILVA, E.R.; MELO, J.G.; GALVÍNCIO, J.D. Identificação das Áreas Suscetíveis a Processos de Desertificação no Médio Trecho da Bacia do Ipojuca - PE Através do Mapeamento do Estresse Hídrico da Vegetação e da Estimativa do Índice de Aridez. **Revista Brasileira de Geografia Física** 03, 629-649, 2011.

CAVALCANTI, R.. Desenvolvimento sustentável: uma análise a partir da perspectiva dos BRICS. **Rev. secr. Trib. perm. revis.**, Asunción , v. 6, n. 11, p. 109-133, Apr. 2018 .

CAVALLI, A.C.; VALERIANO, M.M. Suavização da declividade em função da resolução da imagem em sistema de informação geográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.295-298, 2000.

CEDA - Centre for Environmental Data Analysis. **CEDA Archive - Record listing**. 2019. Disponível em: <https://catalogue.ceda.ac.uk/list/?return_obj=obj&id=8049,8042,8051,8053>. Acesso em: 14/04/2019.

CELESTE, A. B.; CURI, W. F.; CURI, R. C. Implicit Stochastic Optimization for deriving reservoir operating rules in semiarid Brazil. **Pesquisa Operacional**, 29(1), 223–234, 2009.

CEPEA. **PIB do agronegócio brasileiro**. 2021. <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>

CERICATO, I., L. A profissão docente em análise no Brasil: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v.97, n.246, 2016.

CESAMA. **Agência Nacional De Águas (ANA)**. 2021 <http://www.cesama.com.br/pesquisa-escolar/ana-ag-nacional-de-aguas>

CETESB. **Hidrelétrica (CGH, PCH, UHE)**. 2021. https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/licenca-previa-documentacao-necessaria/requerimento-de-licenca-previa-lp/relacao-entre-atividades-e-tipologias-para-definicao-do-modelo-de-consulta-previa-a-ser-utilizado-para-definicao-do-estudo-ambiental/consulta_hidreletrica_15_08_2014/

CHAGAS, C.; FERNANDES FILHO, E.; ROCHA, M.; CARVALHO JÚNIOR, W.; SOUZA NETO, N. Avaliação de modelos digitais de elevação para aplicação em um mapeamento digital de solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 14(2), 218-226, 2010.

CHANG, I.C; LU, L.T; LIN, S. Case Studies Using a Set of Strategic Indicator Systems as a Decisionmaking Support Implement for Establishing a Recycling-oriented Society A Taiwanese Case Study. **Environmental Science & Pollution Research**, 12, 96–108, 2005.

CHAVES, A. G. C. **Diagnóstico da exploração de lenha em planos de manejo sustentável na caatinga do Rio Grande do Norte**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.

CHELLAPPA, N., BORBA, J., & ROCHA, O. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 68(3), 477–494, 2008.

CHOWDHURY, E.H.; HASSAN, Q.K.; ACHARI, G.; GUPTA, A. Use of Bathymetric and LiDAR Data in Generating Digital Elevation Model over the Lower Athabasca River Watershed in Alberta, Canada. **Water**, v. 9, n. 19, 2017.

CIRILO, J.A.; ALVES, F.H.B.; SILVA, L.A.; CAMPOS, J.H.A. Suporte de Informações Georreferenciadas de Alta Resolução para Implantação de Infraestrutura e Planejamento Territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol 07, n.04, 755-763., 2014.

CIRINO, J.; LIMA, J. Valoração contingente da Área de Proteção Ambiental (APA) São José - MG: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 46(3), 647-672, 2008.

CNUMA. **Report of the United Nations Conference on the Human Enviroment**. Stockholm, 5-16 June 1972. United Nations Publication. 1972.

COELHO, M.; WANDERLEY, L.; GARCIA, T.; BARBOSA, E. Regiões econômicas mínero-metalúrgicas e os riscos de desastres ambientais das barragens de rejeito no Brasil. **Revista da ANPEGE**, 13(20), 83-108, 2017.

COGERH. **Rede de monitoramento operada pela COGERH**. 2008. <http://www.funceme.br/areas/monitoramento/nivel-diario-de-reservatorios/>

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 302/2002 - Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de**

reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Data da legislação: 20/03/2002 - Publicação DOU nº 090, de 13/05/2002, págs. 67-68. 2002A. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=299

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 303/2002 - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente .** - Data da legislação: 20/03/2002 - Publicação DOU nº 090, de 13/05/2002, pág. 068. 2002B. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=298

CONAMA. **Dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental.** 1987. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=60>. Acesso em: 21/01/2022.

CONAMA. **Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de empreendimentos com significativos impactos ambientais.** 1986. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 20/01/2022.

CONJUR - Consultor Jurídico. **Legislação ambiental é uma das mais avançadas.** 2020. <https://www.conjur.com.br/2011-mai-08/especialista-legislacao-ambiental-avancadas>

CONSEMA. **Resoluções CONSEMA.** 2021. <http://www2.cprh.pe.gov.br/publicacoes-e-transparencia/legislacoes-e-instrucoes-normativas/resolucoes/resolucoes-consema/>

COSTABILE, P.; FRANCESCO, M.; LUIGI, N.; PETACCIA, G. Flood Mapping Using Lidar Dem. Limitations of the 1-D Modeling Highlighted by the 2-D Approach. **Natural Hazards**, v.77, pp.181, 2015.

CPRH. **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais – PACUERA.** 2021. <http://www2.cprh.pe.gov.br/publicacoes-e-transparencia/pacuera/>

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2005. **Diagnóstico do Município de Serra Talhada – PE.** Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife – PE, 22 p. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pe/relatorios/SETA148.pdf>. Acesso em: 24/07/2021

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do Município de Araripina – PE.** 2005e. Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife – PE, 22 p. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16290/Rel_Araripina.pdf?sequence=1. Acesso em: 11/02/2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do Município de Bodocó – PE.** 2005g. Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife – PE, 22 p. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15749/Rel_Bodoc%C3%B3.pdf?sequence=1. Acesso em: 11/02/2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do Município de Cumaru – PE.** 2005d. Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife – PE, 22 p. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15922/Rel_Cumaru.pdf?sequence=6. Acesso em: 04/02/2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do Município de Exu – PE.** 2005h. Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife – PE, 22 p. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15920/Rel_Exu.pdf?sequence=1. Acesso em: 11/02/2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do Município de Ibimirim – PE.** 2005b. Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife – PE, 22 p. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16058/Rel_Ibimirim.pdf?sequence=1. Acesso em: 04/02/2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do Município de Lagoa Grande – PE.** 2005f. Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife – PE, 22 p. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16435/Rel_Lagoa%20Grande.pdf?sequence=1. Acesso em: 11/02/2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do Município de Serra Talhada – PE.** 2005a. Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife – PE, 22 p. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pe/relatorios/SETA148.pdf>. Acesso em: 04/02/2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do Município de Surubim – PE.** 2005c. Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife – PE, 22 p. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16869/Rel_Surubim.pdf. Acesso em: 04/02/2019.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/laf/sap/artigos/CrepaneEtAl.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; PALMEIRA, A.F.; SILVA, E.F. **Zoneamento Ecológico Econômico.** In T.G. Florenzano (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. (pp. 285-318). São Paulo: Oficina de textos, 2008.

CRUZ, R.F. **Impactos de pequenas centrais hidrelétricas com diferentes arranjos na bacia do Alto São Lourenço.** Universidade Federal de Mato Grosso, Doutorado - Programa de Pós Graduação em Física Ambiental, 2018.

- D'AMATO, D.; DROSTE, N.; ALLEN, B.; KETTUNEN, M.; LÄHTINEN, K.; KORHONEN, J.; TOPPINEN, A. Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, 716-734, 2017.
- DA COSTA LOBATO, T.; HAUSER-DAVIS, R. A.; DE OLIVEIRA, T. F.; MACIEL, M. C.; TAVARES, M. R. M.; DA SILVEIRA, A. M.; SARAIVA, A. C. F. Categorization of the trophic status of a hydroelectric power plant reservoir in the Brazilian Amazon by statistical analyses and fuzzy approaches. **Science of The Total Environment**, 506-507, 613-620, 2015.
- DA CUNHA, C. D.; ROSADO, A. S.; SEBASTIÁN, G. V.; SELDIN, L.; VON DER WEID, I. Oil biodegradation by *Bacillus* strains isolated from the rock of an oil reservoir located in a deep-water production basin in Brazil. **Applied Microbiology and Biotechnology**, 73(4), 949-959, 2006.
- DALLABRIDA, V. Ativos territoriais, estratégias de desenvolvimento e governança territorial: uma análise comparada de experiências brasileiras e portuguesas. **EURE (Santiago)**, v. 42, n. 126, p. 187-212, 2016.
- DANIEL, D.R. Management information crisis. **Harvard Business Review**, 111-116, 1961.
- DANTAS, S.P. Dimensionamento E Gestão De Reservatórios: Breve Discussão Acerca Da Experiência Do Estado Do Ceará/Brasil. **Revista Verde Grande: Geografia E Interdisciplinaridade**, 2(01), 25-36.
- DE ARAÚJO, J. C.; GÜNTNER, A.; BRONSTERT, A. Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil. **Hydrological Sciences Journal**, 51(1), 2006.
- DE ARAÚJO, J.; MAMEDE, G.; DE LIMA, B. Hydrological Guidelines for Reservoir Operation to Enhance Water Governance: Application to the Brazilian Semiarid Region. **Water**, 10(11), 1628, 2018.
- DE BRITO, F. M.; MIRAGLIA, S. G. E. K.; SEMENSATTO, D. Ecosystem services of the Guarapiranga Reservoir watershed (São Paulo, Brazil): value of water supply and implications for management strategies. **International Journal of Urban Sustainable Development**, 10(1), 49-59, 2018.
- DE GROOT, R.S.; WILSON, M.A.; BOUMANS, R.M.J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics** 41, 393-408, 2002.
- DEWITT, J.; WARNER, T.; CONLEY, J. Comparison of DEMS derived from USGS DLG, SRTM, a statewide photogrammetry program, ASTER GDEM and LiDAR: implications for change detection. **GISci. Remote Sens.** 52 (2), 179-197, 2015.
- DIAS, R. M.; BAILLY, D.; ANTÔNIO, R. R.; SUZUKI, H. I.; AGOSTINHO, A. A. Colonization of the Corumbá Reservoir (Corumbá River, Paraná River Basin, Goiás State, Brazil) by the “lambari” *Astyanax altiparanae* (Tetragonopterinae; Characidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48(3), 467-476, 2005.

DITT, E. H.; KNIGHT, J. D.; MOURATO, S.; PADUA, C. V.; MARTINS, R. R.; GHAZOUL, J. Defying legal protection of Atlantic Forest in the transforming landscape around the Atibainha reservoir, south-eastern Brazil. **Landscape and Urban Planning**, 86(3-4), 276–283, 2008.

DLR - GEOSERVICE. 2019. **TanDEM-X informations**. Disponível em: < <https://geoservice.dlr.de/web/dataguide/tdm90/#literature> >. Acesso em: 07/02/2019

DMOT – Gipuzkoa. **Departamento de Movilidad y Ordenación del Territorio. Infraestructura de Datos Espaciales de Gipuzkoa**. 2019. Disponível em: < https://b5m.gipuzkoa.eus/url5000/es/G_22485/PUBLI&consulta=HAZLIDAR >. Acesso em: 14/04/2019.

DOMINGUES, F. **Desertificação atinge 13% do semiárido brasileiro e ameaça conservação da caatinga**. G1, 2019. Disponível em: < <https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/08/20/desertificacao-atinge-13percent-do-semiarido-brasileiro-e-ameaca-conservacao-da-caatinga.ghtml> >. Acesso em: 28/08/2021

DONG, Y.; CHANG, HSING-CHUNG.; CHEN, WEITAO.; ZHANG, KUI.; FENG, RUILI. Accuracy assessment of GDEM, SRTM, and DLR-SRTM in Northeastern China, **Geocarto International**, 30:7, 779-792, 2014.

DONHA, A.G.; SOUZA, L.C.; SUGAMOSTO, M. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.10, n.1, p.175–181, 2006.

DORADO, R.; GÓMEZ-MORENO, A.; TORRES-JIMÉNEZ, E.; LÓPEZ-ALBA, E. An AHP application to select software for engineering education. **Process Safety and Environmental Protection**, Volume 92, Issue 5, September 2014, Pages 467-475, 2012.

DORAIS, A.; CARDILLE, J. Strategies for Incorporating High-Resolution Google Earth Databases to Guide and Validate Classifications: Understanding Deforestation in Borneo. **Remote Sensing**, 3(6), 1157–1176, 2011.

DOS SANTOS, P. R.; GABOARDI, C.; OLIVEIRA, L. Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 58, n. 1, 11. 2006.

EBC - AGÊNCIA BRASIL. **Conama revoga normas que delimitam áreas de proteção permanente**. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-09/conama-revoga-normas-que-delimitam-areas-de-protecao-permanente>

EBC - AGÊNCIA BRASIL. **Safra de grãos será recorde com 273,8 milhões de toneladas, diz Conab**. 2021. Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-04/safra-de-graos-sera-recorde-com-2738-milhoes-de-toneladas-diz-conab> >. Acesso em: 28/08/2021

EBC - Empresa Brasil de Comunicação. **Com risco de rompimento de barragem, moradores deixam suas casas em MG**. 2022. Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-01/com-risco-de-rompimento-de-barragem-moradores-deixam-suas-casas-em-mg>. Acesso em: 25/01/2022

EBC - Empresa Brasil de Comunicação. **Legislação ambiental brasileira é uma das mais modernas do mundo diz especialista**. 2011. Disponível em: < <http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2011-05-08/legislacao-ambiental-brasileira-e-uma-das-mais-modernas-do-mundo-diz-especialista> >. Acesso em: 23/01/2020.

EBC - Empresa Brasil de Comunicação. **Municípios bahianos estão em alerta após rompimento de barragem**. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-12/municipios-baianos-estao-em-alerta-apos-rompimento-de-barragem>. Acesso em: 26/01/2022.

ELETROBRÁS. **Potencial total hídrico do Brasil (MW)**. 2011. Sistema de Informação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro (SIPOT), Eletrobrás.

EM. **Barragens de rejeito já causaram diversas tragédias em Minas Gerais**. 2015a.. Disponível em: < https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/05/interna_gerais,705019/barragens-de-rejeito-ja-causaram-diversas-tragedias-em-minas-gerais-r.shtml >. Acesso em: 20/06/2019.

EMBRAPA. **Real contribuição da agricultura familiar no Brasil**. 2017. <https://www.embrapa.br/agropensa/busca-de-noticias/-/noticia/27405640/a-real-contribuicao-da-agricultura-familiar-no-brasil>

EMBRAPA. **Caupi: o feijão do sertão**. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

EMBRAPA. **Maracujá**. 2021. <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/maracuja>

EMBRAPA. **Sistema Brasileira de Classificação dos Solos**. Humberto Gonçalves dos Santos et al. 5 edição., Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

EMBRAPA. **Umbuzeiro: valorize o que é seu**. Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa SemiÁrido. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

EPSTEIN, L. **A riqueza do umbuzeiro**. Bahia Agrícola, v.2, n.3, 1998. <http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/comunicacoesV2N3.pdf>

ESPINDOLA, H.; NODARI, E.; SANTOS, M. Rio Doce: riscos e incertezas a partir do desastre de Mariana (MG). **Revista Brasileira de História**, 39(81), 141-162. Epub July 29, 2019.

ESRI. **Esri Leverages Federal Open Data Policies - Enhanced Elevation Data to Become Available in ArcGIS Online; Facilitates Building More Resilient Communities**. 2014. Disponível em: < <https://www.esri.com/esri-news/releases/14-3qtr/esri-leverages-federal-open-data-policies> >. Acesso em: 15/04/2019.

ESRI. **ALOS/PRISM AW3D30**. 2017. Disponível em: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=65db27c4d43d4c91922f44eccdc769a2>. Acesso em: 29/01/2019.

ESRI. **How To: Remove and replace no data values within a raster using statistical information from the surrounding data values**. 2021. <https://support.esri.com/en/technical-article/000004792>

ESRI. **Weighted Overlay**. 2008. http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=weighted_overlay

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. – 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

EXAME. **Secas espalham e 59 das cidades não se previnem contra desastre**. 2018. Disponível em: <https://exame.com/brasil/secas-se-espalham-e-59-das-cidades-nao-se-previnem-contra-desastre/>. Acesso em: 26/01/2022.

FALAGAS, M.; PITSOUNI, E.; MALIETZIS, G.; PAPPAS, G. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. **Scientific Databases, Pros and cons . The FASEB Journal**, Vol. 22 February 2008.

FAO - in: van Velthuizen, H.T., Huddleston, B., Fischer, G., Salvatore, M., Ataman, E., Nachtergaele, F.O., Zanetti, M., & Bloise, M. (2007). Mapping Biophysical Factors that Influence Agricultural Production and Rural Vulnerability. **Environment and Natural Resources Series No. 11**; FAO, Rome, Italy, 2007.

FAO. **Estudo revela que Brasil é um dos países mais eficientes no uso da terra e insumos agrícolas em função de sua alta produção**. 2017. <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1070557/>

FAO. **FAO prevê fortes perspectivas de crescimento para produção global e comércio de frutas tropicais**. 2019. <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1193684/>

FAO. **O que é a agricultura familiar**. 2016. <http://www.fao.org/family-farming/detail/fr/c/454156/>

FARAH, M. F. S. Análise de políticas públicas no Brasil: de uma prática não nomeada à institucionalização do “campo de públicas”. **Revista de Administração Pública**, 50(6), 959–979, 2016.

FARIAS, T.S.; OLIVEIRA, H.C.; ROMANO, M.P.C.G.; SOUZA, J.O.P. Análise Da Fragilidade Ambiental Da Bacia Do Riacho Do Saco, Pernambuco – Brasil. **Anais IN: XI SINAGEO - XI SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia - UGB - União da Geomorfologia Brasileira**, 2016.

FARR, T.G.; ROSEN, P.A.; CARO, E.; CRIPPEN, R.; DUREN, R.; HENSLEY, S.; KOBRICK, M.; PALLER, M.; RODRIGUEZ, E.; ROTH, L. The shuttle radar topography mission. **Rev. Geophys.** 45, 2007.

FEARNSIDE, P. O processo de desertificação e os riscos de sua ocorrência no Brasil. **Acta Amazonica**, 9(2), 393-400, 1979.

FEARNSIDE, P.M. Greenhouse gas emissions from hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. **Fuel and Energy Abstracts**, 44(2), 110, 2002.

FERNANDES, G. W.; GOULART, F. F.; RANIERI, B. D.; COELHO, M. S.; DALES, K.; BOESCHE, N.; SOARES-FILHO, B. Deep into the mud: ecological and socio-economic impacts of the dam breach in Mariana, Brazil. **Natureza & Conservação**, 14(2), 35–45, 2016.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; Greenberg, H. M. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos na encostas: Avaliação de metodologias e aplicação de modelos de previsão de áreas susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 2 (1): 51-71, 2001.

FERRAZ, E. et al. Composição florística em trechos de vegetação de caatinga e brejo de altitude na região do Vale do Pajeú, Pernambuco. **Brazilian Journal of Botany [online]**, v. 21, n. 1 [Acessado 10 Setembro 2021] , pp. 7-15, 1998.

FERREIRA, H.; CASSIOLATO, M.; GONZALEZ, R. **Uma experiência de desenvolvimento metodológico para avaliação de programas: o modelo lógico do programa segundo tempo**. Texto para discussão 1369. Brasília: IPEA, 2009.

FERREIRA, M. B. M.; SALLES, A. O. T. Política ambiental brasileira: análise histórico-institucionalista das principais abordagens estratégicas. **Revista de Economia**, v. 43, n. 2, ano 40, mai/ago 2016.

FERREIRA, P. DOS S.; SANTOS, A. M. DOS; FERREIRA, J. M. S. FERREIRA, H. DOS S.; GALVÍNCIO, J. D. Análise da suscetibilidade a desertificação na bacia hidrográfica do rio pontal–Pernambuco-Brasil. **Investig. Geográficas**, 37-50, 2017.

FERREIRA, P.S.; GOMES, V.P.; SANTOS, A.M.; MORAIS, Y.C.B.; MIRANDA, R.Q.; FERREIRA, J.M.S.; GALVÍNCIO, J.D. Análise do cenário de suscetibilidade à desertificação na bacia hidrográfica do rio Pajeú. Estado de Pernambuco. **Scientia Plena**, 10(10), 1-11, 2014.

FERREIRA, P.S.; SANTOS, A.M.; FERREIRA, J.M.; FERREIRA, H.S.; GALVÍNCIO, J.D. Análise da suscetibilidade à desertificação na bacia hidrográfica do rio pontal - Pernambuco - Brasil. **Investig. Geogr. Chile**, 53: 37-50, 2017.

FIGUEIREDO, J.B.; AMARAL, E.D.; SANTOS, R.M.; OLIVEIRA, R.P.; VICENTE, M.R. Suscetibilidade à desertificação na microrregião de salinas, norte de Minas Gerais. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 38, n.2, 2021.

FIGUEREDO, C. C.; GIANI, A. Ecological interactions between Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) and the phytoplanktonic community of the Furnas Reservoir (Brazil). **Freshwater Biology**, v.50, n.8, 1391–1403, 2005.

FLORINSKY, I.V.; SKRYPITSYNA, T.N.; LUSCHIKOVA, O.S. Comparative accuracy of the AW3D30 DSM, ASTER GDEM, and SRTM1 DEM: A case study on the Zaoksky testing ground, Central European Russia, *Remote Sensing Letters*, 9:7, 706-714, 2018.

FOLHA. **Sem manutenção cresce o número de barragens sob risco de ruptura no país.** 2018a.. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/11/sem-manutencao-cresce-numero-de-barragens-sob-risco-de-ruptura-no-pais.shtml> >. Acesso em: 20/06/2019.

FONSECA, B. **Brasil registra mais de três acidentes em barragens por ano.** 2019. Disponível em: < <https://exame.abril.com.br/brasil/brasil-registra-mais-de-tres-acidentes-em-barragens-por-ano/> >. Acesso em: 20/06/2019

FORNELOS, L.; NEVES, S. M. Uso de modelos digitais de elevação (MDE) gerados a partir de imagens de radar interferométrico (SRTM) na estimativa de perdas de solo. **Revista Brasileira De Cartografia**, 59(1), 2007.

FORTINI, R. **Um novo retrato da agricultura familiar do semiárido nordestino brasileiro [recurso eletrônico] : a partir dos dados do censo agropecuário.** 2017 / Rosimere Miranda Fortini ; coordenador Marcelo José Braga – Viçosa, MG : IPPDS, UFV, 2020.

FRANÇA, L.; PIUZANA, D. ROSS, J. S. Fragilidade Ambiental Potencial e Emergente em núcleo de desertificação no semiárido brasileiro (Gilbués, Piauí). **Revista Espacios**. Vol. 38 (Nº 31) Año 2017. Pág. 21.

FRANCISCHETTI, E.C.; POKER JUNIOR, J.H.; PADOVEZE, C.L. Contabilometria: análise bibliométrica, tendências e reflexões em publicações da base de dados SCOPUS de 1982 até 2014. **Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting**, v.4, n.1, 2017.

FRANCISCO, P. R. M.; PEREIRA, F. C.; BRANDÃO, Z. N.; ZONTA, J. H.; SANTOS, D.; SILVA, J. Mapeamento da aptidão edáfica para fruticultura segundo o zoneamento agropecuário do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol.08, n.02, (2015) 377-390, 2015.

FREIRE-SILVA, J.; FERREIRA, P.; GOMES, V.; SILVA, E.; GALVÍNCIO, J. Mapeamento do potencial geoclimático da fruticultura do abacaxi na microrregião de Araripina – PE (Climatic potential of pineapple fruit growing mapping in the micro region of Araripina - PE). **Revista Brasileira de Geografia Física**, 8(1), 196-210, 2015.

FREIRE-SILVA, J.; MIRANDA, R. Q.; CANDEIAS, A. L. B. Uma nova forma de análise bibliométrica - NAILS (Network Analysis Interface for Literature Studies): Procedimentos essenciais para pesquisadores brasileiros. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, p. 13-28, 2019.

FREITAS, F.; CANTALICE, J.; BEZERRA, S.; SILVA, M.; SANTOS, P.; CORREA, R.; LIMA, P.; FIGUEIRA, S. Erosão em entressulcos sob caatinga e culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32(4), 1743-1751, 2008.

FU, J.; ZHANG, G.; WANG, L.; XIA, N. Geomorphology Classification of Shandong Province Based on Digital Elevation Model in the 1 Arc-second Format of Shuttle Radar

Topography Mission Data. **IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science**, v108, 032025, 2018.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE QUALIDADE. **Indicadores de Desempenho: Estruturação do Sistema de Indicadores Organizacionais**. 3ª edição. São Paulo. FNQ. 2012.

FUNDAJ - FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO. **Desertificação atinge 13% do semiárido brasileiro e ameaça conservação da caatinga**.

<https://www.fundaj.gov.br/index.php/documentarios-e-estudos-sobre-as-secas/10729-desertificacao-atinge-13-do-semiarido-brasileiro-e-ameaca-conservacao-da-caatinga>

G1. **Corpo de mais uma vítima da tragédia em Brumadinho é identificada**. 2019b.

Disponível em: < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/06/05/corpo-de-mais-uma-vitima-da-tragedia-em-brumadinho-e-identificado.ghtml> >. Acesso em: 20/06/2019.

G1. **Defesa Civil aponta risco de rompimento de barragens e reservatórios em Itajaí**.

2019a.. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2019/03/20/defesa-civil-aponta-risco-de-rompimento-em-barragens-e-reservatorios-em-itajai.ghtml> > Acesso em: 20/06/2019.

G1. **Propriedades nas margens dos reservatórios estão irregulares**. 2011. Disponível em:

< <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2011/12/1800-propriedades-margens-de-reservatorios-estao-irregulares-em-mg.html> > Acesso em: 20/06/2019.

G1. **TV é o meio preferido de 63% dos brasileiros para se informar, e internet de 26%, diz pesquisa**. 2017. Disponível em:

< <https://g1.globo.com/economia/midia-e-marketing/noticia/tv-e-o-meio-preferido-por-63-dos-brasileiros-para-se-informar-e-internet-por-26-diz-pesquisa.ghtml> >. Acesso em: 22/06/2019.

GALINDO, I.; RIBEIRO, M.; SANTOS, M.; LIMA, J.; FERREIRA, R. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32(3), 1283-1296, 2008.

GALVÃO, J.; BERMAN, C. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. **Estudos Avançados [online]**. 2015, v. 29, n. 84, pp. 43-68.

GALVÃO, M. C. B. **O levantamento bibliográfico e a pesquisa científica**. In L. J. Franco, & A. D. C. Passos (Orgs.), *Fundamentos de epidemiologia* (2nd ed.). São Paulo: Manole, 2010.

GARBIN, H.B.; PEREIRA NETO, A.F.; GUILAM, M.C. A internet, o paciente expert e a prática médica: uma análise bibliográfica. **Interface - Comunicação Saúde Educação**, v.12, n.26, p.579-88, jul./set. 2008.

GIACOMIN, G.; DE CARVALHO, M.; SANTOS, A.; MEDEIROS, N.; FERRAZ, A. Análise comparativa entre métodos interpoladores de modelos de superfícies. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66, n. 6, 30, 2014.

GIODA, A. Características e procedência da lenha usada na cocção no Brasil. **Estudos Avançados** 33 (95), 2019

GIUSTINI, D.; BARSKY, E. A look at Google Scholar, PubMed, and Scirus: comparisons and recommendations”. **Journal of the Canadian Health Libraries Association**, 26(3):85-9, 2005.

GLOBO. **Brumadinho e os 10 rompimentos de barragens no Brasil desde 2000**. 2019. Disponível em: < <https://blogs.oglobo.globo.com/politicando/post/brumadinho-e-o-10-rompimento-de-barragem-no-brasil-desde-2000-veja-lista.html> >. Acesso em: 20/06/2019.

GOIAS. **Guia prático para o cultivo de mandioca**. 2021. <https://www.agricultura.go.gov.br/files/Cartilhas/CARTILHACULTIVODEMANDIOCA.pdf>

GOMES, J.; LEAL, E. **Cultivo da Mandioca para a Região dos Tabuleiros Costeiros**. EMBRAPA. 2003. https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_tabcosteiros/plantio.htm

GOMES, L. C.; CHIPARI-GOMES, A. R.; MIRANDA, T. O.; PEREIRA, T. M.; MERÇON, J.; DAVEL, V. C.; RAMOS, J. P. L. Genotoxicity effects on *Geophagus brasiliensis* fish exposed to Doce River water after the environmental disaster in the city of Mariana, MG, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. 2018.

GOMES, L.E.O.; CORREA, L.B.; SÁ, F.; NETO, R.R.; BERNARDINO, A.F. The impacts of the Samarco mine tailing spill on the Rio Doce estuary, Eastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 120, no. 1-2, pp. 28-36, 2017.

GOUVEIA, R.L.; SELVA, V.S.F.; PAZ, Y.M. Governança ambiental: contribuição para a revitalização de rios urbanos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.5, n.1, p.55-70, 2019.

GRANJEIRO BATISTA, JOSÉ PIO, MOREIRA DA SILVA, FERNANDO Avaliação Da Fragilidade Ambiental Na Microbacia Do Riacho Cajazeiras No Semiárido Potiguar. **Boletim Goiano de Geografia [en línea]**, 33(1), 63-82, 2013.

GROHMANN, C.H. Evaluation of TanDEM-X DEMs on selected Brazilian sites: comparison with SRTM, ASTER GDEM and ALOS AW3D30. **Remote Sens. Environ**, 212, 121–133, 2018.

GUNKEL, G.; SELGE, F.; KEITEL, J.; LIMA, D.; CALADO, S.; SOBRAL, M., ... HUPFER, M. Water management and aquatic ecosystem services of a tropical reservoir (Itaparica, São Francisco, Brazil). **Regional Environmental Change**, 2018.

GUTIÉRREZ, A.; ENGLE, N.; DE NYS, E.; MOLEJON, C.; MARTINS, E. Drought preparedness in Brazil. **Weather and Climate Extremes** 3:95-106, 2014.

HAI-YING, L.; BARTONOVA, A.; PASCAL, M.; SMOLDERS, R.; SKJETNE, E.; DUSINSKA, M. Approaches to integrated monitoring for environmental health impact assessment. **Environmental Health**, 11, 1–13, 2012.

HAMBLING, T; WEINSTEIN, P; SLANEY, D. A review of frameworks for developing environmental health indicators for climate change and health. **International Journal of Environmental Research and Public Health** 8, 1–22, 2011.

HASAN, A.; PILESJÖ, P.; PERSSON, A. The use of LIDAR as a data source for digital elevation models – a study of the relationship between the accuracy of digital elevation models and topographical attributes in northern peatlands. **Hydrology and Earth System Sciences Discuss**, 8: 5497–5522, 2011.

HAUCK, G. F. W. The Roman Aqueduct of Nîmes. **Scientific American**, 260(3), 98–105, 1989.

HENN, A.; GRÖGER, G.; STROH, V.; PLÜMER, L. Model driven reconstruction of roofs from sparse LIDAR point clouds. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 76, p. 17- 29, 2013.

HILL, T., & WESTBROOK, R. SWOT analysis: It's time for a product recall. **Long Range Planning**, 30(1), 46–52, 1997.

HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; MENEZES, L. C. B.; BAZANTE-YAMAGUISHI, R.; PEREIRA, A. S. A.; GARCIA, P. F. G.; ... CASTRO, P. M. G. Assessment of metal concentration in the Billings Reservoir sediments, São Paulo State, Southeastern Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 24(1), 58–67, 2013.

HOSKISSON, R. E. et al. **Estratégia competitiva**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

HOWLETT, M.; RAMESH, M.; PERL, A. **Política pública: seus ciclos e subsistemas – uma abordagem integral**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

IAT-PR. **EIA-RIMA**. 2022. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/EIA-RIMA>
Acesso em: 20/01/2022.

IBAMA. **Instrumentos legais sobre licenciamento ambiental**. 2018. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/images/2018/08/Procedimentos-de-Licencamento-Ambiental-IBAMA.pdf>. Acesso em 20/01/2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População no último censo e Índice de Desenvolvimento Humano - IDH: IBGE, Censo Demográfico 2010**. 2010. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/serra-talhada/panorama> >. Acesso em: 04/02/2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População no último censo e Índice de Desenvolvimento Humano - IDH: IBGE, Censo Demográfico Serra Tabalhada 2010**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/serra-talhada/panorama> >. Acesso em: 24/07/2021.

IEA-USP. **Impacto da Pandemia na Cultura da Melancia**. 2019.
<http://www.iesa.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14808>

IGLESIAS, A.; AVELLAR, L.Z.; Apoio Matricial: um estudo bibliográfico. **Ciênc. saúde coletiva**, v.19, n.9, 2014.

INEA. **EIA-RIMA**. 2022. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/eia-rima/> Acesso em: 20/01/2022.

IORIO, M.; LASTORIA, G.; MIOTO, C.; ALBREZ, E.; PARANHOS FILHO, A. Avaliação de modelos digitais de elevação extraídos de imagem ALOS/PRISM e comparação com os modelos disponibilizados gratuitamente na web. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 31, n. 4, p. 650-664, 2012.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

IPCC - The Intergovernmental Panel on Climate Change. **Fourth Assessment Report (AR4)**. 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar4/>. Acesso em: 26/01/2022.

IPCC - The Intergovernmental Panel on Climate Change. **The Third Assessment Report (TAR)**. 2001. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar3/>. Acesso em: 26/01/2022.

ISHIKAWA, K. **What Is Total Quality Control? The Japanese Way**. Translated by Lu, D.J., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1985.

JAIN, A.O.; THAKER, T.; CHAURASIA, A.; PATEL, P.; SINGH, A.K. Vertical accuracy evaluation of SRTM-GL1, GDEM-V2, AW3D30 and CartoDEM-V3.1 of 30-m resolution with dual frequency GNSS for lower Tapi Basin India. **Geocarto Int.** 2018, 33, 1237–1256.

JARIHANI, A.A.; CALLOW, J.N.; McVICAR, TIM.; NIEL, T.G.V.; LARSEN, J.R. Satellite-derived Digital Elevation Model (DEM) selection, preparation and correction for hydrodynamic modelling in large, low-gradient and data-sparse catchments. **Journal of Hydrology**, v. 524, 489–506, 2015.

JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency. **ALOS Global DSM AW3D30 Dataset Product Format Description for V 1.1**. available on http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/aw3d30v11_format_e.pdf

JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency. **About ALOS - PALSAR**. 2019. Disponível em: < <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/about/palsar.htm> >. Acesso em: 15/04/2019.

JENSEN, O.; WU, H. Urban water security indicators: Development and pilot. **Environmental Science & Policy**, 83, 33–45, 2018.

JSPACESYSTEMS. **METI and NASA Announce Plans for ASTER Global DEM Release**. 2009. Disponível em: <https://ssl.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/4.html>. Acesso em 28/01/2019.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. The Balanced Scorecard - Measures that drive performance. Boston: **Harvard Business Review**, pp. 71-79, 1992.

KASPER, D.; PALERMO, E.; DIAS, A.; FERREIRA, G.; LEITÃO, R.; BRANCO, C.; MALM, O. Mercury distribution in different tissues and trophic levels of fish from a tropical reservoir, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 7(4), 751-758, 2009.

KASURINEN, J.; KNUTAS, A. Publication trends in gamification: A systematic mapping study. **Computer Science Review**, 27, 33-44, 2018.

KEHRIG, H. DO A.; MALM, O.; AKAGI, H.; GUIMARÃES, J. R. D.; TORRES, J. P. M. Methylmercury in Fish and Hair Samples from the Balbina Reservoir, Brazilian Amazon. **Environmental Research**, 77(2), 84–90, 1998.

KEMENES, A.; FORSBERG, B. R.; MELACK, J. M. CO₂ emissions from a tropical hydroelectric reservoir (Balbina, Brazil). **Journal of Geophysical Research**, v.116, 2011.

KEMP, R.; PARTO, S.; GIBSON, R.B. Governance for sustainable development: moving from theory to practice. **Int. J. Sustainable Development**, Vol. 8, 2005.

KHATTAB, M.F.O.; ABO, R.K.; MUQDADI, S.Q.A.; MERKEL, B.J. Generate Reservoir Depths Mapping by Using Digital Elevation Model: A Case Study of Mosul Dam Lake, Northern Iraq. **Advances in Remote Sensing**, v. 6, 161-174, 2017.

KIILL, L.H.; ARAÚJO, F.P.; ANJOS, J.B.; FERNANDES-JÚNIOR, P.I.; AIDAR, S.T.; SOUZA, A.V. **Biodiversidade da Caatinga como potencialidade a agricultura familiar**. In: MELO, R.F.; VOLTOLINI, T.V. Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido. Brasília, DF : Embrapa, 2019. 467 p.

KNUTAS, A.; HAJIKHANI, A.; SALMINEN, J.; IKONEN, J.; PORRAS, J. Cloud-based bibliometric analysis service for systematic mapping studies. **Proceedings of the 16th International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech '15**, 1008, 184–191, 2015. <https://doi.org/10.1145/2812428.2812442>

KOCH, H.; SELGE, F.; DE AZEVEDO, J. R. G.; SOUZA DA SILVA, G. N.; SIEGMUND-SCHULTZE, M.; HATTERMANN, F. F. Reservoir operation and environmental water demand: Scenarios for the Sub-Middle and Lower São Francisco River basin, Brazil. **Ecohydrology**, e2026, 2018.

KOLLE, S. R. Global research on air pollution between 2005 and 2014: A bibliometric study. **Collection Building**, v.35, n.3, 2016.

KORENBLUM, E.; DER WEID, I.; SANTOS, A. L. S.; ROSADO, A. S.; SEBASTIAN, G. V.; COUTINHO, C. M. L. M.; ... SELDIN, L. Production of antimicrobial substances by *Bacillus subtilis* LFE-1, *B. firmus* H2O-1 and *B. licheniformis* T6-5 isolated from an oil reservoir in Brazil. **Journal of Applied Microbiology**, 98(3), 667–675, 2005.

KRIEGER, G.; MOREIRA, A.; FIEDLER, H.; HAJNSEK, I.; WERNER, M.; YOUNIS, M.; ZINK, M. TanDEM-X: a satellite formation for high resolution SAR interferometry. **IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens.** 45 (11), 3317-3341, 2007.

KUBINA, M.; VARMUS, M.; KUBINOVA, I. Use of Big Data for Competitive Advantage of Company. **Procedia Economics and Finance**, 26, 561–565, 2015.

KUMAR, DILIP. River Ganges – Historical, cultural and socioeconomic attributes, **Aquatic Ecosystem Health & Management**, 20:1-2, 8-20, 2017.

LACAZ, F. A. DE C.; PORTO, M. F. DE S.; & PINHEIRO, T. M. M. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, 42(0), 2017.

LATINI, J.R.; PEDLOWSKI, M.A. Examinando as contradições em torno das Pequenas Centrais Hidrelétricas como fontes sustentáveis de energia no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. vol 37, 2016.

LEBRET, E. Integrated Environmental Health Impact Assessment for Risk Governance Purposes; Across What Do We Integrate? **International Journal of Environmental Research and Public Health** 13, 71, 2015.

LEE, J.; GERE, G.; BEAUVAIS, J. Global value chains and agrifood standards: challenges and possibilities for smallholders in developing countries. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** 2012, 109, 12326–12331, 2012.

LEUZZI, M. S. P.; ALMEIDA, F. S. DE.; ORSI, M. L.; SODRÉ, L. M. K. Analysis by RAPD of the genetic structure of *Astyanax altiparanae* (Pisces, Characiformes) in reservoirs on the Paranapanema River, Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, 27(3), 355–362, 2004.

LI, K.; LI, K.; YAO, K. Inundation analysis of reservoir flood based on computer aided design (CAD) and digital elevation model (DEM). **Water**, 2018, 10, 530.

LIMA NETO, I. E.; WIEGAND, M. C.; DE ARAÚJO, J. C. Sediment redistribution due to a dense reservoir network in a large semi-arid Brazilian basin. **Hydrological Sciences Journal**, 56(2), 319–333, 2011.

LIMA, G. R. DE. Mapeamento geomorfológico de detalhe em uma parcela do Quilombo Águas Claras - Triunfo/PE. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 33-42, 27 out. 2016.

LIMA, M. **Principais Classes De Solos Do Brasil**. Apostila. Universidade Federal do Paraná, 2016.

LIMA, R. D.; DE ROS, L. F. The role of depositional setting and diagenesis on the reservoir quality of Devonian sandstones from the Solimões Basin, Brazilian Amazonia. **Marine Pet Geol.** 19, 1047–1071, 2002.

LiPAD - LiDAR Portal for Archiving and Distribution. **LiDAR data for Philippines**. 2019. Disponível em: < <https://lipad.dream.upd.edu.ph/> >. Acesso em: 14/04/2019.

LOPES, E. A.; CANTO, J. L. Exploração de lenha em Plano de Manejo Florestal Sustentável no Rio Grande do Norte. In: IV Congresso Nordestino de Engenharia Florestal, 2013, Vitória da Conquista, 2013. p. 687-692. **Anais do IV CONEFLO e III SEEFLO**. Vitória da Conquista, 2013.

LOPES, L.S.; SOARES, C.S. Suscetibilidade À Desertificação Das Terras Secas De Gilbués (Estado Do Piauí) E Cabrobó (Estado Do Pernambuco), Nordeste Do Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, vol. 1, núm. 56, pp. 307-323, 2016.

LOPES, S.; COSTA, T.; FERNÁNDEZ-LLIMÓS, F.; AMANTE, M.J.; LOPES, P.F. A bibliometria e a avaliação da produção científica: indicadores e ferramentas. **Actas dos Congressos Nacionais de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas**, v.11, 2012.

LOUREIRO-CRIPPA, V.; HAHN, N. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. **Neotropical Ichthyology**, 4(3), 357-362, 2006.

LUEDELING, E.; SIEBERT, S.; BUERKERT, A. Filling the voids in the SRTM elevation model – A TIN-based delta surface approach. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing** 62, 283-294, 2007.

LUZ-AGOSTINHO, KARLA D. G.; BINI, LUIS M.; FUGI, ROSEMARA.; AGOSTINHO, ANGELO A.; JÚLIO JR.; HORÁCIO F. Food spectrum and trophic structure of the ichthyofauna of Corumbá reservoir, Paraná river Basin, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 4(1), 61-68, 2006.

LYNN, L. E. **Designing Public Policy: A Casebook on the Role of Policy Analysis**. Santa Monica, Calif.: Goodyear, 1980.

LYRA, G.; SANTOS, M.; SOUZA, J.; LYRA, G.; SANTOS, M. Espacialização da temperatura do ar anual no estado de Alagoas com diferentes modelos digitais de elevação e resoluções espaciais. **Ciência Florestal**, 21(2), 275-287, 2011.

MA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment**. Island Press, Washington, DC, 2003.

MACAULEY, J.M; HARWELL, L.C; ALAFITA, H.V The Ecological Condition of Veracruz, Mexico Estuaries. **Environmental Monitoring Assessment**, 131, 177–185, 2007.

MACHADO, SIMONE. **M149g Gestão da qualidade**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MACKLIN, M. G.; LEWIN, J. The rivers of civilization. **Quaternary Science Reviews**, 114, 228–244, 2015.

MAGALHAES, A, E COAUTHORS. **The effects of climate variations on agriculture in Northeast Brazil**. In: Parry M, Carter T, Konijn N (eds) *The Impact of Climate Variations on Agriculture*. vol 2. assessments in semiarid regions, Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, pp 277–304, 1988.

MAKROPOULOS, C. K.; NATSIS, K.; LIU, S.; MITTAS, K.; BUTLER, D. Decision support for sustainable option selection in integrated urban water management. **Environmental Modelling & Software**, 23(12), 1448–1460, 2008.

MALLET, VICTOR. **River of Life, River of Death: The Ganges and India's Future**. Oxford University Press. 2017.

MALVEIRA, V. T. C.; ARAÚJO, J. C. DE.; GÜNTNER, A. Hydrological Impact of a High-Density Reservoir Network in Semiarid Northeastern Brazil. **Journal of Hydrologic Engineering**, 17(1), 109–117, 2012.

MANCAL, A.; LIMA, P.; KHAN, A.; MAYORGA, M. À espera da seca que vem: capacidade adaptativa em comunidades rurais do semiárido. **Rev. bras. estud. popul.** vol.33, n.2, pp.257-281, 2016.

MANTELLI, L. R.; ROSSETTI, D. F.; ALBUQUERQUE, P. C. G.; VALERIANO, M. M. Applying SRTM digital elevation model to unravel Quaternary drainage in forested areas of Northeastern Amazonia. **Computers & Geosciences**, v. 35, p. 2331-2337, 2009.

MANTOVANI, E.; PEREIRA FILHO, I.; VIANA, J.; ALBUQUERQUE FILHO, M.; OLIVEIRA, M.; GONTIJO NETO, M.; ALVARENGA, R.; MATRANGOLO, W.; CRUZ, J. **Cultivo do Milho**. EMBRAPA. 2015.

https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=1309#topodapagina

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento do Brasil - 2020**. 2020. <https://alerta.mapbiomas.org/relatorio>

MARANHO, L. T.; GALVÃO, F.; PREUSSLER, K. H.; BOLZON DE MUÑIZ, G. I.; KUNIYOSHI, Y. S. Efeitos da poluição por petróleo na estrutura da folha de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., Podocarpaceae. **Acta Botanica Brasilica**, 20(3), 615–624, 2006.

MARENGO J.A.; CUNHA, A.P.; ALVES, L.M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climánálise**, v. 3, p. 49-54, 2016

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Crise Hídrica em São Paulo em 2014: Seca e Desmatamento. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 485-494, 2015.

MARSHALL, F.E; BANKS, K; COOK, G.S. Ecosystem indicators for Southeast Florida beaches. **Ecological Indicators** 44, 81–91, 2014.

MARTA-ALMEIDA, M.; MENDES, R.; AMORIM, F.N.; CIRANO, M.; DIAS, J.M. Fundação Dam collapse: Oceanic dispersion of River Doce after the greatest Brazilian environmental accident. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 112, no. 1-2, pp. 359-364, 2016.

MARTÍN-DUQUE, J.F.; GARCÍA, J.C.; URQUÍ, L.C. Geoheritage information for geoconservation and geotourism through the categorization of landforms in a Karstic Landscape: a case study from Covalagua and Las Tuerces (Palencia, Spain). **Geoheritage**, 4(1-2): 93-108, 2012.

- MARTINS, C.; GALINDO, I.; SOUZA, E.; POROCA, H. Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34(6), 1883-1890, 2010.
- MARTINS, E.S.; MAGALHÃES, A.R.; FONTENELE, D. A seca plurianual de 2010-2018 no Nordeste e seus impactos. **Parc. Estrat**, Brasília – DF, v. 22, n. 44. p. 17-40. jan-jun, 2017.
- MATOS LIMA, G.; FREITAS DIAS, L. Mapeamento geomorfológico como subsídio ao estudo da desertificação no norte da Bahia. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p. 588 -, 12 nov. 2012.
- MATTOS, A.; JACOVINE, L.; VALVERDE, S.; SOUZA, A.; SILVA, M.; LIMA, J. Valoração ambiental de áreas de preservação permanente da microbacia do ribeirão São Bartolomeu no Município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, 31(2), 347-353, 2007.
- MAURYA, S. P.; SINGH, P. K.; OHRI, A.; SINGH, R. Identification of indicators for sustainable urban water development planning. **Ecological Indicators**, 108, 105691, 2020.
- MEAD, L. M. Public Policy: Vision, Potential, Limits. **Policy Currents**. 1-4, 1995.
- MELO, R.F.; VOLTOLINI, T.V. **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Brasília, DF : Embrapa, 2019. 467 p.
- MENEGAES, J.; MAGANO, D.; COSTA, E.; TREVISSAN, P.; BARBIERI, M. Valoração Ambiental Sobre a Perspectiva dos Princípios da Prevenção e da Precaução. **Ciência e Natura**, 36(2), 675-682, 2014.
- MERAJ, G.; KHAN, T.; ROMSHOO, S.A.; FAROOQ, M.; ROHITASHW, K.; SHEIKH, B.A. An Integrated Geoinformatics and Hydrological Modelling-Based Approach for Effective Flood Management in the Jhelum Basin, NW Himalaya. **Proceedings**, 7, 8, 2019.
- MICELI, B.; DIAS, F.; SEABRA, F.; DOS SANTOS, P. R.; FERNANDES, M. Avaliação vertical de modelos digitais de elevação (MDES) em diferentes configurações topográficas para médias e pequenas escalas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 63, n. 1, 2011.
- MICHAELIS. **Estratégia - Significado**. 2020. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/estrat%C3%A9gia/>>. Acesso em: 20/01/2020.
- MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevô**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 15 Abr. 2019.
- MIRANDA, G.; VITALE, V.; & ZAMPIER, J. Levantamento das metodologias propostas para valoração econômica de bens ambientais. **Floresta**, 39(4), 2009.
- MIRANDA, R. D. Q.; GALVÍNCIO, J. D.; MORAIS, Y. C. B.; MOURA, M. S. B. D.; JONES, C. A.; SRINIVASAN, R. Dry forest deforestation dynamics in brazil's pontal basin. **Revista Caatinga**, 31(2), 385–395, 2018.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **MMA lança painel sobre legislação ambiental.** 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/mma-lanca-painel-sobre-legislacao-ambiental> . Acesso em 19/09/2021.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional sobre Mudança do Clima.** 2022. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima.html>. Acesso em: 26/01/2022.

MOKARRAN, M.; HOJATI, M. Morphometric analysis of stream as one of resources for agricultural lands irrigation using high spatial resolution of digital elevation model (DEM). **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 142, 190–200, 2017.

MOLICA, R.; ONODERA, H.; GARCÍA, C., RIVAS, M., ANDRINOLO, D., NASCIMENTO, S., ... LAGOS, N. Toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanophyceae) isolated from Tabocas reservoir in Caruaru, Brazil, including demonstration of a new saxitoxin analogue. **Phycologia**, 41(6), 606–611, 2002.

MONOSOWSKI, E. “Políticas ambientais e desenvolvimento no Brasil”. São Paulo: **Cadernos FUNDAP**, págs. 15-24, 1989.

MONTEIRO BRANDÃO, S.; BRUNO-FARIA, M. Inovação no setor público: análise da produção científica em periódicos nacionais e internacionais da área de administração. **Revista de Administração Pública – RAP**, v.47, 227-248, 2013.

MOURA, L.; BIAS, E.; BRITES, R. Avaliação da acurácia vertical de modelos digitais de elevação (MDE's) nas bacias do Paranoá e São Bartolomeu. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66, n. 1, 11. 2014.

MOURA-BUENO, J.M.; DALMOLIN, R.S; CATEN, A.T; RUIZ, L.F.C; RAMOS, P.V.; DOTTO, A.C. Assessment of Digital Elevation Model for Digital Soil Mapping in a Watershed with Gently Undulating Topography. **Rev Bras Cienc Solo**, v.40, 2016.

MPF - Ministério Público Federal. **Ministério Público pede fornecimento urgente de água potável à população de Barcarena (PA).** 28/10/2016. Disponível em <http://racismoambiental.net.br/2016/10/28/ministerio-publico-pede-fornecimento-urgente-de-agua-potavel-a-populacaode-barcarena-pa/>. Acessado em 27/01/2019.

MU, E.; PEREYRA-ROJAS, M. **Practical Decision Making Using Super Decisions V3. An Introduction to the Analytic Hierarchy Process.** Springer: Cham, Germany, 2017; ISBN 9783319683683

MUKAKA M. M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi medical journal: the journal of Medical Association of Malawi**, 24(3), 69–71, 2012.

MÜLLER, M.F.; YOON, J.; GORELICK, S.M.; AVISSE, N.; TILMANT, A. Impact of the Syrian refugee crisis on land use and transboundary freshwater resources. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 113, 14932–14937, 2016.

NASCIMENTO, Regina Célia Macêdo do; GUILHERME, Betania Cristina; ARAÚJO, Maria Christina Barbosa de; MAGAROTTO, Mateus; SILVA-CAVALCANTI, Jacqueline Santos. Uso de Indicadores Ambientais em áreas costeiras: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.2, n.1. p.052-069, 2018.

NEBIE, E.K.; WEST, C.T. Migration and Land-Use and Land-Cover Change in Burkina Faso: a comparative case study. **Journal of Political Ecology**, v.26, 2019.

NIKOLAKOPOULOS, K.G.; KAMARATAKIS, E.K.; CHRYSOULAKIS, N. SRTM vs ASTER elevation products. Comparison for two regions in Crete, Greece. **International Journal of Remote Sensing** 27, 4819–4838, 2006.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. **United States Interagency Elevation Inventory**. 2019. Disponível em: <<https://coast.noaa.gov/inventory/>>. Acesso em: 14/04/2019.

NOGUEIRA, M.; FERRAREZE, M.; MOREIRA, M.; GOUVÊA, R. Phytoplankton assemblages in a reservoir cascade of a large tropical - subtropical river (SE, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, 70(3 suppl), 781–793, 2013.

NU-BRASIL NAÇÕES UNIDAS. **Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 26/01/2022.

O SUL – O JORNAL. **Desde 2000 o Brasil tem um rompimento de barragem a cada dois anos**. 2019. Disponível em: < <http://www.osul.com.br/desde-2000-o-brasil-tem-um-rompimento-de-barragem-a-cada-dois-anos-veja-lista/> >. Acesso em: 20/06/2019.

O TEMPO. **Minas Gerais já sofreu com outros rompimentos de barragens**. 2015. Disponível em: < <https://www.otempo.com.br/cidades/minas-j%C3%A1-sofreu-com-outros-rompimentos-de-barragens-1.1159501> >. Acesso em: 20/06/2019.

O'LOUGHLIN, F.E.; PAIVA, R.C.D.; DURAND, M.; ALSDORF, D.E.; BATES, P.D. A multi-sensor approach towards a global vegetation corrected SRTM DEM product. **Remote Sensing of Environment**, v182, 49–59, 2016..

OAB - Ordem dos Advogados do Brasil. **Nota pública da comissão de direito ambiental da oab/sc sobre a revogação das resoluções CONAMA 284, 302 E 303**. 2020. <https://www.oab-sc.org.br/noticias/nota-publica-comissao-direito-ambiental-oabsc-sobre-revogacao-das-resolucoes-conama-284-302-e-303/18359>

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2021A. <https://odsbrasil.gov.br/>

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Objetivo 14 - Vida na Água**. 2021d. <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=14>

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Objetivo 6 - Água Potável e Saneamento**. 2021b. <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=6>

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Objetivo 7 - Energia Limpa e Acessível**. 2021c. <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=7>

OECD – The Organisation for economic Co-operation and Development. **OECD Environmental Indicators: Development, Measurement and Use**. Paris, 2003.

OGASHAWARA, I.; ALCÂNTARA, E.; CURTARELLI, M.; ADAMI, M.; NASCIMENTO, R.; SOUZA, A.; STECH, J.; KAMPEL, M. Performance analysis of MODIS 500-m spatial resolution products for estimating chlorophyll-a concentrations in Oligo-to-mesotrophic waters case study: Itumbiara Reservoir, Brazil. **Remote Sens** 6(2):1634–1653, 2014b.

OGASHAWARA, I.; DE ALCÂNTARA, E. H.; STECH, J. L.; TUNDISI, J. G. Cyanobacteria detection in Guarapiranga Reservoir (São Paulo State, Brazil) using Landsat TM and ETM+ images. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 9(2), 2014a.

OJIMA, R.; COSTA, J. V.; CALIXTA, R. K. Minha vida é andar por esse país...: a emigração recente no semiárido setentrional, políticas sociais e meio ambiente. **REMHU**, Brasília, v. 22, p. 149-167, 2014.

OKEOLA, O. G.; SULE, B. F. Evaluation of management alternatives for urban water supply system using Multicriteria Decision Analysis. **Journal of King Saud University - Engineering Sciences**, 24(1), 19–24, 2012.

OKUBO, Y. Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples. **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, 1997.

OLIVEIRA, J.H.; CHAVES, J.M. Fragilidade Ambiental de um setor do raso da catarina (BA) e entorno utilizando geoprocessamento (álgebra simples de mapas-sobreposição ponderada). **Anais ... XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2009.

OLIVEIRA, R de et al. Desmatamento e crescimento econômico no Brasil: uma análise da curva de Kuznets ambiental para a Amazônia legal. **Revista de Economia e Sociologia Rural [online]**. 2011, v. 49, n. 3 [Acessado 13 Setembro 2021] , pp. 709-739.

OMETTO, J. P.; CIMBLERIS, A. C. P.; DOS SANTOS, M. A.; ROSA, L. P.; ABE, D.; TUNDISI, J. G. ... ROLAND, F. Carbon emission as a function of energy generation in hydroelectric reservoirs in Brazilian dry tropical biome. **Energy Policy**, 58, 109–116, 2013.

OSBORN, A. F. **Your creative power**. Ed. Scribners. 1953

ÖZKAN, B.; DENGİZ, O.; TURAN, İD. Site suitability analysis for potential agricultural land with spatial fuzzy multi-criteria decision analysis in regional scale under semi-arid terrestrial ecosystem. **Sci Rep**, 16;10(1):22074, 2020.

PAES, R. **Sisal**. EMBRAPA. 2021.

https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fbaroeq402wx5eo0wyh66j2pzq4se.html

PAHL-WOSTL, C.; KNIEPER, C. **Responding to climate change: towards more adaptive water governance systems**. Policy Brief 1. Twin2Go Project, 2011.

PAULA, M.; MORAIS, M.; BORGES, J. O processo de produção científica e as dificuldades para utilização de resultados de pesquisas pelos profissionais de saúde. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação [online]**, v. 23, 2019.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a theory and a taxonomy. **Research Policy**, v. 13, pp. 343–373, 1984

PE3D – Pernambuco tridimensional. **O que é o programa?** 2019. Disponível em: < <http://www.pe3d.pe.gov.br/> >. Acesso em: 21/02/2019.

PEARSON, K. 'X. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling', **Philosophical Magazine Series** 5,50:302,157 — 175, 1900. Disponível em: < <http://www.medicine.mcgill.ca/epidemiology/hanley/tmp/proportion/Pearson1900.pdf> >. Acesso em: 22/05/2019.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. patches in a tropical reservoir, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**, 15(1), 10–19, 2006.

PEÑA-ALONSO, C.; GALLEGU-FERNÁNDEZ, J. B.; HERNÁNDEZ-CALVENTO, L.; HERNÁNDEZ-CORDERO, A.; ARIZA, E. Assessing the geomorphological vulnerability of arid beach-dune systems. **Science of The Total Environment**, 635, 512–525, 2018.

PEQUENO, P.; VASCONCELOS, L.; MARTINS, A.; LOCATELLI, M.; OLIVEIRA, V. **Importância das Matas Ciliares**. EMPRAPA, documentos 61, 2002.

PEREZ-MARIN, A. M.; CAVALCANTE, A. M. B.; MEDEIROS, S. S.; TINOCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: Ocorrência natural ou antrópica? **Parcerias Estratégicas**, v.17, p.87-106, 2012

PETERS, B. G. **American Public Policy**. Chatham, N.J.: Chatham House, 1986.

PILOUK, S; KOOTTATEP, T. Environmental performance indicators as the key for eco-industrial parks in Thailand. **Journal of Cleaner Production** 156, 614–623, 2017.

PINHEIRO, E. Comparação entre dados altimétricos Shuttle Radar Topography Mission, cartas topográficas e gps: numa área com relevo escarpado. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 58, n. 1, 11. 2006.

PINTO JÚNIOR, E.P.; CAVALCANTE, J.L.; SOUSA, R.A.; MORAIS, A.P.; SILVA, M.G. Análise da produção científica sobre avaliação, no contexto da saúde da família, em periódicos brasileiros. **Saúde Debate**, v.39, n.104, 2015.

PORTER M. E. The economic performance of regions, **Reg. Studies** 37, 549–578, 2003.

PORTER, M. E. **Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**, The Free Press, New York, 1985.

PORTER, M. E. **Competitive Strategy: Techniques for Analysing Industry and Competitors**, The Free Press, New York, 1980.

PORTER, M. How competitive forces shape strategy. **Harvard Bussiness Review**. Boston. March-April, 1979.

PORTILLO-QUINTERO, C. A.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. **Biological Conservation**, 143(1), 144–155, 2010.

PORTO, M. **Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integramos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007. 248p.

PORVARI, P. Mercury levels of fish in Tucuruí hydroelectric reservoir and in River Mojú in Amazonia, in the state of Pará, Brazil. **Science of The Total Environment**, v.175, n.2, 109–117, 1995.

PRADO, L. C.; LEAL, B. G. Meteorological variables influence analysis over Petrolina – Juazeiro pole monthly reference evapotranspiration. **Latin America Transactions**, v.14, n.10, p.4373-4376, 2016

PRADO, R.; NOVO, E. Modeling pollution potential input from the drainage basin into Barra Bonita reservoir, São Paulo – Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 75(2), 314–323, 2015.

PROMENTILLA, M.; AVISO, K.; LUCAS, R.; RAZON, LUIS F.; TAN, RAYMOND R. Teaching Analytic Hierarchy Process (AHP) in undergraduate chemical engineering courses. **Education for Chemical Engineers**, 23(), 34–41, 2018.

PUCCINI, L.R.S.; GIFFONI, M.G.; SILVA, L.F.; UTAGAWA, C.Y. Comparativo entre as bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico com o foco na temática Educação Médica. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 28, p. 75-82, 2015.

RAMOS, M. O Desenvolvimento Econômico na Amazônia Legal: Seus Impactos Sociais, Ambientais e Climáticos e as Perspectivas para a Região. **Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Direito – PPGDir./UFRGS**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, ago. 2014.

RAMOS, M. P.; SCHABBACH, L. M. The state of the art of public policy evaluation: concepts and examples of evaluation in Brazil. **Revista de Administração Pública**, v. 46, n. 5, p. 1271-1294, 2012.

RAMOS, S.; RAMALHO RAMOS, R. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Semíramis R. Ramalho Ramos ... [et al.]. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010.

RAMOS, V.M.; GUIMARÃES, R.F.; REDIVO, A.L.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; DE, FERNANDES, N.F.; GOMES, R.A.T. Avaliação de metodologias de determinação do cálculo de áreas de contribuição. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 4 (2): 41-49, 2003.

RAWAT, K.; MISHRA, A.; SEHGAL, V.; AHMED, N.; TRIPATHI, V. Comparative evaluation of horizontal accuracy of elevations of selected ground control points from ASTER and SRTM DEM with respect to CARTOSAT-1 DEM: a case study of Shahjahanpur district, Uttar Pradesh, India, **Geocarto International**, 28:5, 439-452, 2013.

RAYNAL-VILLASENOR, J.A. **Hydrologic and Hydraulic Works of the Aztec Civilization**. In: Raynal-Villasenor J. (eds) Water Resources of Mexico. World Water Resources, vol 6. Springer, Cham, 2020.

REDO, D.; AIDE, T. M.; CLARK, M. L. Vegetation change in Brazil's dryland ecoregions and the relationship to crop production and environmental factors: Cerrado, Caatinga, and Mato Grosso, 2001–2009. **Journal of Land Use Science**, 8(2), 123–153, 2013.

REGO FILHO, L.; VIEIRA, A.; BARROS, J.; IDE, C.; MALDONADO, J.; GRAÇA, J.; CELESTINO, R.; RAMOS, D.; PIMENTA, F. A deficiência hídrica no Brasil: Reflexo da falta de planejamento. **Informação Tecnológica**, n.55, 2015.

REUTER, H.I.; HENGL, T.; GESSLER, P.; SOILLE, P. Chapter 4 Preparation of DEMs for Geomorphometric Analysis. In: Hengl, T., Reuter, H.I. (Eds.), **Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science**. vol. 33. Elsevier, Amsterdam, pp. 87–120, 2009.

RIBEIRO, V. **Cultivo do feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp)**. Aderson Soares de Andrade Júnior ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2002. 108 p.

ROCHA, P. M. DA.; BARROS, A. P. DE.; SILVA, G. B. DA.; COSTA, H. G. Analysis of the operational performance of brazilian airport terminals: A multicriteria approach with De Borda-AHP integration. **Journal of Air Transport Management**, 51, 19–26, 2016.

ROCHA, T.; OLIVEIRA, F. Segurança e Saúde do Trabalho: Vulnerabilidade e percepção de riscos relacionados ao uso de agroquímicos em um pólo de fruticultura irrigada do Rio Grande do Norte. **Gest. Prod.**, São Carlos , v. 23, n. 3, p. 600-611, Sept. 2016 .

ROCHA, V.C.S. A Legislação Ambiental no Brasil é avançada, mas e daí?. **Ecodebate**, 2020.

ROCKART, J. F. Chief executives define their own data needs. **Harvard Business Review**, 1979.

RODRIGUES, L. N.; SANO, E. E.; STEENHUIS, T. S.; PASSO, D. P. Estimation of Small Reservoir Storage Capacities with Remote Sensing in the Brazilian Savannah Region. **Water Resources Management**, 26(4), 873–882, 2011.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p.3-74, 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990. 88p.

ROSS, Jurandyr L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208p.

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; VALERIANO, M. M.; MIRANDA, M. C. C. Quaternary tectonics in a passive margin: Marajó Island, northern Brazil. *JQS. Journal of Quaternary Science*, v. 23, p. 121-135, 2008.

ROSSITER, H.G.L.; FREIRE-SILVA, J. A importância das iniciativas sociais na educação e população vulnerável brasileira: o Consumo Colaborativo e a difusão das Gelatecas. **Educação Ambiental (Brasil)**, v.1, n.2, p.31-50, 2020.

SÁ, F.; PAIVA, F.; MARINHO, F. **Plantando Caju**. Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, CE)- Fortaleza, 2000. 33p. ; (Projeto Lumiar)

SÁ, I.; CUNHA, J.; TAURA, T.; DRUMOND, M. Mapeamento da desertificação da mesorregião Sul do Ceará com base na cobertura vegetal e nas classes de solos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.07 , n.03, 572-583, 2014.

SAATY, R.W. The analytic hierarchy process—What it is and how it is used. **Math. Model**, 9, 161–176, 1987.

SAATY, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. **Int. J. Serv. Sci.** 1, 83–98, 2008.

SAKSENA, S.; VENKATESH, M. Incorporating the Effect of DEM Resolution and Accuracy for Improved Flood Inundation Mapping. **Jour. Hydrol.**, v.530, pp.180, 2015.

SALMINEN, J.; KNUTAS, A.; HAJIKHANI, A. **Network Analysis Interface for Literature Studies**. 2019. Disponível em: < <http://nailsproject.net/> >. Acesso em: 17/06/2019.

SAMPAIO, E.; ARAÚJO, M.S.; SAMPAIO, Y. Propensão à desertificação no semi-árido brasileiro. **Revista de Geografia**, v.22., n.2, 2005.

SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS OLIVEIRA, A.; GOUVEIA SANTOS, V., Responsividade dos instrumentos de avaliação de qualidade de vida de Ferrans e Powers: uma revisão bibliográfica. **Acta Paulista de Enfermagem**, v,24, 2011.

SANTOS, A.M.; GALVÍNCIO, J.D. Mudanças climáticas e cenários de suscetibilidade ambiental à desertificação em municípios do estado de Pernambuco. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, 5(13):66-83, 2013.

SANTOS, J. O. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. **Mercator**, v. 14, n. 2, p. 75-90, 2015.

SANTOS, J.; ANDRADE, E.; MEDEIROS, P.; ARAÚJO NETO, J.; PALÁCIO, H.; RODRIGUES, R. Determinação do fator de cobertura e dos coeficientes da MUSLE em microbacias no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 18(11), 1157-1164, 2014.

SANTOS, T. Projeção da suscetibilidade a desertificação em Pernambuco utilizando o modelo HADGEM-ES. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 1170-1179, jul. 2017.

SANTOS, T.; MONTENEGRO, A.; PEDROSA, E. Características hidráulicas e perdas de solo e água sob cultivo do feijoeiro no semi-árido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13(3), 217-225, 2009.

SANYAL, J.; PATRICE C.; DENSMORE, A. Low- Cost Inundation Modelling at the Reach Scale with Sparse Data in the Lower Damodar River Basin, India. **Hydrol. Sci. Jour.**, v.59(12), pp.2086- 2102, 2014.

SATGE, F.; BONNET, M.P.; CALMANT, S.; CRETAUX, J.F. Accuracy assessment of SRTM V4 and ASTER GDEM V2 over the 2 altiplano's watershed using ICESat/GLAS data. **Int. J. Remote Sens**, v.36, 465–488, 2015.

SAWALHAH, M.; AL-KOFAHI, S.; OTHMAN, Y.; ANDRES, F. Assessing rangeland cover conversion in Jordan after the Arab spring using a remote sensing approach, **Journal of Arid Environments** 157:97-102, 2018.

SBPC - SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. **SBPC e REBISEC se manifestam contra revogação de resoluções do Conama**. 2020. <http://portal.sbpnet.org.br/noticias/sbpc-e-rebisec-se-manifestam-contra-revogacao-de-resolucoes-do-conama/>

SCHUMPETER, J. **The Theory of Economic Development**. Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, 1934.

SEBRAE. **Frutas de clima temperado em pleno semiárido nordestino**. 2016. <http://www.rn.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/RN/frutas-de-clima-temperado-em-pleno-semiarido-nordestino,4092a2b36de66510VgnVCM1000004c00210aRCRD>

SECCHI, L. **Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

SEGURA, F.R.; NUNES, E.A.; PANIZ, F.P.; PAULELLI, A.C.C.; RODRIGUES, G.B.; BRAGA, G.Ú.L.; REIS PEDREIRA FILHO, W.; BARBOSA JÚNIOR, F.; CERCHIARO, G.; SILVA, F.F.; BATISTA, B.L. Potential risks of the residue from Samarco's mine dam burst (Bento Rodrigues,Brazil). **Environmental Pollution**, vol. 218, pp. 1-13, 2016.

SEMEOSHENKOVA, V.; NEWTON, A.; CONTIN, A.; GREGGIO, N. Development and application of an Integrated Beach Quality Index (BQI). **Ocean & Coastal Management**, 143:74–86, 2017.

SENADO - AGÊNCIA. **STF suspende resolução do Conama que revogava normas de proteção ambiental**. 2020. <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/10/29/stf-suspende-resolucao-do-conama-que-revogava-normas-de-protecao-ambiental>

SENADO - EM discussão. **Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países**. 2021.

SETTE, L. D.; SIMIONI, K. C. M.; VASCONCELLOS, S. P.; DUSSAN, L. J.; NETO, E. V. S.; OLIVEIRA, V. M. Analysis of the composition of bacterial communities in oil reservoirs from a southern offshore Brazilian basin. **Antonie van Leeuwenhoek**, 91(3), 253–266, 2006.

SEYDA, TOPALOGLU. **A multi-objective programming model for scheduling emergency medicine residents**. 51(3), 375–388, 2006.

SHARMA, A.; TIWARI, K.N. A comparative appraisal of hydrological behavior of SRTM DEM at catchment level. **Journal of Hydrology** 519 (2014) 1394–1404.

SHIN, Y.; KIM, S.; SANG-WOO, L.; KYUNGKIN, A. Identifying the Planning Priorities for Green Infrastructure within Urban Environments Using Analytic Hierarchy Process. **Sustainability**, 12, 5468, 2020.

SHURU, LIU.; BING, ZHANG. "Research on the evaluation and analysis of the real estate investment environment base on AHP (analytic hierarchy process)," 2011 **International Conference on Multimedia Technology**, pp. 4059-4062, 2011.

SHWETA, D.; KUMAR, D. Analysis of issues of generic medicine supply chain using fuzzy AHP: a Pilot study of Indian public drug distribution scheme. **International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing**, Vol. 15 No. 1, pp. 18-42, 2021.

SILVA JR, V.; MONTENEGRO, A.; SILVA, T.; GUERRA, S.; SANTOS, E. Produção de água e sedimentos em bacia representativa do semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 15(10), 1073-1081, 2011.

SILVA, A.F.; REGITANO-NETO, A. **As principais culturas anuais e bianuais na agricultura familiar**. In: MELO, R.F.; VOLTOLINI, T.V. Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido. Brasília, DF : Embrapa, 2019. 467 p.

SILVA, A.S.; SANTIAGO, O.R.O.L.; SILVA, C.R. Análise da exatidão entre MDEs: AW3D, SRTM-30m e Projeto SPMGGO50. **Geografia (Londrina)**, v. 27. n. 2. pp. 87 – 98, 2018.

SILVA, C. A.; TRAIN, D.; RODRIGUES, L. C. Phytoplankton assemblages in a Brazilian subtropical cascading reservoir system. **Hydrobiologia**, 537(1-3), 99–109, 2005.

SILVA, C. L.; BASSI, N. S. S. **Políticas públicas e desenvolvimento local**. In: SILVA, C. L. Políticas públicas: desenvolvimento local. Petrópolis: Vozes, 2012. p. 15-38

SILVA, J.S.; FERREIRA, M.O.; LIMA, J.R.F. Eficiência técnica dos produtores de manga do vale do sãofrancisco. **Revista de Economia e Agronegócio - REA**, v. 15., n.1, 2017.

SILVA, J.F.; FERREIRA, P.S.; SILVA, E.R.C.; COSTA, V.S.O.; CANDEIAS, A.N.B. Analysis of errors in the digital elevation model - SRTM for the Sobradinho reservoir/BA. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, vol 7, n.4, 2017.

SILVA, N. M.; ANDRADE, A. J. P.; ROZENDO, C. O sertanejo e as experiências de inverno no Seridó potiguar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 27, p. 87-107, jan.-jun. 2013.

SILVA, N.; ANDRADE, A.; ROZENDO, C. 'Profetas da chuva' do Seridó potiguar, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Ciênc. hum.** [online]. 2014, vol.9, n.3, pp.773-795.

SILVA, N.C.; FERREIRA, J.V.; ALBUQUERQUE, T.C.; RODRIGUES, M.R.; MEDEIROS, M.F. Transtornos á saúde mental relacionados à intensa rotina de trabalho do enfermeiro: uma revisão bibliográfica. **Revista Eletrônica Estácio Saúde**, Vol. 5, No 2, 2016.

SILVA, R. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semi-árido. **Sociedade e Estado** [online], v. 18, n. 1-2, pp. 361-385, 2003.

SOARES, D. B.; NÓBREGA, R. S.; MOTA FILHO, F. DE O. Mapeamento do percentual de solo exposto em área suscetível à desertificação em Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 9, 8 ago. 2017.

SONG, K.-W.; LEE, Y. Re-scaling for Improving the Consistency of the AHP Method. **Soc. Sci. Res. Rev**, 29, 271–288, 2013.

SOPHIA, G.; SARNO, RIYANARTO. AHP-TOPSIS for analyzing job performance with factor evaluation system and process mining. **TELKOMNIKA**, vol.17, No.3, June 2019, pp.1344~1351

SOROOSHIAN, S.; DUAN, Q.; GUPTA, V.K . Calibration of rainfall-runoff models: Application of global optimization to the Sacramento Soil Moisture Accounting Model, **Water Resources Research**, 29 (4), 1185-1194, 1993.

SOTERO-SANTOS, R. B.; SILVA, C. R. D. S. E.; VERANI, N. F.; NONAKA, K. O.; ROCHA, O. Toxicity of a cyanobacteria bloom in Barra Bonita Reservoir (Middle Tietê River, São Paulo, Brazil). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 64(2), 163–170, 2006.

SOUSA, M.; LOPES, S.; COSTA, R.; NOVAES, J. Population structure and reproductive period of two introduced fish species in a Brazilian semiarid region reservoir. **Rev. biol. trop**, vol.63, n.3, pp.727-739, 2015.

SOUSA, V. **Sistemas Integrados de Gestão (Qualidade, Ambiente e Segurança)**. Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em segurança e saúde no trabalho. Setúbal, 2010.

SOUZA, B.; MENEZES, R.; CÁMARA ARTIGAS, R. Efeitos da desertificação na composição de espécies do bioma Caatinga, Paraíba/Brasil. **Investigaciones geográficas**, (88), 45-59, 2015.

SOUZA, B.; SILANS, A.; SANTOS, J. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 8(2-3), 292-298, 2004.

SOUZA, C. Políticas públicas: conceitos, tipologias e subáreas. **Anais** In: Workshop sobre Políticas Públicas e Avaliação. Salvador: Fundação Luiz Eduardo Magalhães, 2002

SOUZA, D.V.; ZIONI, F. Novas perspectivas de análise em investigações sobre meio ambiente: a teoria das Representações Sociais e a técnica qualitativa da triangulação de dados. **Saúde e Sociedade** v.12, n.2, p.76-85, jul-dez 2003

SOUZA, E.; STUDART, T.; PINHEIRO, M.; CAMPOS, J.. Segurança hídrica do reservatório Castanhão-CE: aplicação da matriz de sistematização institucional. **Eng. Sanit. Ambient.** 2017, vol.22, n.5, pp.877-887, 2017.

SOUZA, M. T. S. DE .; RIBEIRO, H. C. M. Sustentabilidade Ambiental: uma Meta-análise da Produção Brasileira em Periódicos de Administração. **RAC**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, art. 6, pp. 368-396, Maio/Jun. 2013 .

SPERLING, E. **Morfologia de Lagos e Represas**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1999.

STEIGLEDER, A. Valoração de danos ambientais irreversíveis. **Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais**, 2011. p. 24-31.

SUINAGA, F.; COUTINHO, W.; SILVA. **Sisal**. EMBRAPA. 2021.
<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sisal/arvore/CONT000gv5km0x602wx7ha0g934vg75gpe5w.html>

SUJUAN, ZHOU.; BO, LIU.; JIANG, MENG. Quality Evaluation of Raw Moutan Cortex Using the AHP and Gray Correlation-TOPSIS Method. **Pharmacogn Mag**, 13(51): 528–533, 2017.

SWAIN, K.C.; SINGHA, C.; NAYAK, L. Flood Susceptibility Mapping through the GIS-AHP Technique Using the Cloud. **ISPRS Int. J. Geo-Inf.** 2020, 9, 720.

SYLVIA, M. C.; ANJOS, L. Depositional and diagenetic controls on the reservoir quality of Lower Cretaceous Pendência sandstones, Potiguar rift basin, Brazil. **AAPG Bulletin**, 84, 2000.

TACHIKAWA, T.; HATO, M.; KAKU, M.; IWASAKI, A. Characteristics of ASTER DEM version 2. In: **Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)**, 2011 IEEE International, pp. 3657–3660, 2011b.

TACHIKAWA, T.; KAKU, M.; IWASAKI, A.; GESCH, D.B.; OIMOEN, M.J.; ZHANG, Z.; DANIELSON, J.J.; KRIEGER, T.; CURTIS, B.; HAASE, J., et al. **ASTER global digital elevation model version 2-summary of validation results**. Tech. rep. NASA, 2011a.

TADONO, T.; ISHIDA, H.; ODA, F.; NAITO, S.; MINAKAWA, K.; IWAMOTO, H. Precise Global DEM Generation By ALOS PRISM. **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Vol.II-4, pp.71-76, 2014.

TAKAKU, J.; TADONO, T.; TSUTSUI, K.; ICHIKAWA, M. Validation of ‘AW3D’ Global DSM Generated from ALOS PRISM. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Vol.III-4, pp.25-31, 2016.

TAKESHI, OMASA.; MICHIMASA, KISHIMOTO.; MASAYA KAWASE; KIYOHITO YAGI. **An attempt at decision making in tissue engineering: reactor evaluation using the analytic hierarchy process (AHP).** , 20(2-3), 173–179, 2004.

TAN, R.R.; AVISO, K.B.; HUEL GAS, A.P.; PROMENTILLA, M.A.B. Fuzzy AHP approach to selection problems in process engineering involving quantitative and qualitative aspects. **Process Safety and Environmental Protection**, 92(5), 467–475, 2014.

TESKE, R.; GIASSON, E.; BAGATINI, T. Comparação do uso de modelos digitais de elevação em mapeamento digital de solos em Dois Irmãos, RS, Brasil. **Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]**. vol.38, n.5, pp.1367-1376, 2014.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M.; SOUZA, M. C. DE; KITA, K. K.; CAMARGO, A. F. M. Aquatic macrophytes of Itaipu Reservoir, Brazil: survey of species and ecological considerations. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 42(1), 1999.

THOMPSON, F. The Roman Aqueduct at Lincoln, **Archaeological Journal**, 111:1, 106-128, 1954.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The Water Balance**. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Technology, 1955.

THOURET, Jean-Claude. **Os riscos nos países em desenvolvimento**. In: VEYRET, Yvette (org.) Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007. p. 83-85.

TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil - TOPODATA**. 2019. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/topodata/dados.php> >. Acesso em: 15/04/2019.

TORTAJADA, C. Water governance: Some critical issues. **Water resources development**, v. 26, n. 2, p. 297-307, 2010.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. **GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v.18, n.2, p.329-40, 2014.

TUCCI, C. E. M., **Inundações Urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

TUNDISI, J.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ABE, D. The ecological dynamics of Barra Bonita (Tietê River, SP, Brazil) reservoir: implications for its biodiversity. **Brazilian Journal of Biology**, 68(4 suppl), 1079–1098, 2008.

UCHOA, Carlos Eduardo. **Elaboração de indicadores de desempenho institucional**. Brasília. ENAP. 2013.

ULIAN, G.; CARTES, I.; LIMA, M.; LEMOS, C. Water management assessment methodology for urban planning. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté , v. 12, n. 1, p. 33-46, 2017.

UN - NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e o meio ambiente**. 2020. <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>

UNCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. **Kyoto Protocol - Targets for the first commitment period**. 1997. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/what-is-the-kyoto-protocol/kyoto-protocol-targets-for-the-first-commitment-period>. Acesso em: 26/01/2022.

UNCCD. **United Nations Convention to Combat Desertification**: Edição Brasileira. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 1994.

UOL. **Acidentes com barragens no Brasil estão acima da média mundial**. 2015a.. Disponível em: < <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2015/11/12/acidentes-com-barragens-no-brasil-estao-acima-da-media-mundial-admite-dnmp.htm> >. Acesso em: 20/06/2019.

UOL. **Brasil tenta recuperar 139 barragens de alto risco e 107 ficam no Nordeste**. 2019b. Disponível em: < <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2019/03/07/brasil-tenta-recuperar-139-barragens-de-alto-risco-107-ficam-no-nordeste.htm> > Acesso em: 20/06/2019.

U.S./Japan ASTER Science Team NASA/METI/AIST/Japan Spacesystems, and U.S./Japan ASTER Science Team. **ASTER Global Digital Elevation Model**. 2009, distributed by NASA EOSDIS Land Processes DAAC, <https://doi.org/10.5067/ASTER/ASTGTM.002>

VALENTIN, E. K. Swot Analysis from a Resource-Based View, **Journal of Marketing Theory and Practice**, 9:2, 54-69, 2001.

VALERIANO, M. de M.; ABDON, M. de M. APLICAÇÃO DE DADOS SRTM A ESTUDOS DO PANTANAL. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 59/01, Abril, 2007.

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. **Anais...** In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, p. 1-8.

VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T. M.; STORINO, M.; AMARAL, B. D.; MENDES JÚNIOR., J. N.; Lima, D. Modeling small watersheds in Brazilian Amazônia with SRTM-90m data. **Computers & Geosciences**, v.32, n.8, p.1169-1181, 2006.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. *Applied Geography*, 32(2), 300–309, 2012.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topographic modeling of Marajó Island with SRTM data. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, p. 53-63, 2008.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F.; ALBUQUERQUE, P. C. G. Topodata: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. **Anais...**, São José dos Campos, SP : INPE, 2009. v. CD-ROM. p. 1-8.

VALERIANO, M.M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.539-546, 2003.

VALLE, I.; FRANCELINO, M.; PINHEIRO, HELENA. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, pp. 295-308, 2016.

VANNIER, E.; TACONET, O.; DUSSÉAUX, R.; DARBOUX, F. Using digital elevation models and image processing to follow clod evolution under rainfall. **Journal of Ecology and Toxicology**, v.2, n.1, 2018.

VARGA, M.; BAŠIĆ, T. Accuracy validation and comparison of global digital elevation models over Croatia, **International Journal of Remote Sensing**, 36:1, 170-189, 2015.

VEJA. **¼ das barragens de rejeitos de minério com alto risco são da Vale** .2019. Disponível em: < <https://veja.abril.com.br/brasil/1-4-das-barragens-de-rejeitos-de-minerio-com-alto-risco-sao-da-vale/> >. Acesso em: 20/06/2019.

VENTURA, T. M. **Preenchimento de falhas de dados micrometeorológicos utilizando técnicas de inteligência artificial**. Dissertação (Dissertação em Física Ambiental) - UFMT, 2012.

VIDAL, M.; XIMENES, L. Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização. **Caderno Setorial ETENE**, n.1, v.2, 2016.

VORMITTAG, E. D. M. P. A. D. A.; OLIVEIRA, M. A. D.; GLERIANO, J. S. Health Evaluation Of The Barra Longa Population Affected By The Disaster In Mariana County. **Ambiente & Sociedade**, 21(0), 2018.

WALCZAK, Z.; SOJKA, M.; WRÓŻYŃSKI, R.; LAKS, I. Estimation of Polder Retention Capacity Based on ASTER, SRTM and LIDAR DEMs: The Case of Majdany Polder (West Poland). **Water**, 2016, 8, 230.

WCED. World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

WEBER, P. S. A Gestão Ambiental na Empresa. **Revista Sanare**, v. 12, 1999.

WESSEL, B.; HUBER, M.; WOHLFART, C.; MARSCHALK, U.; KOSMANN, D.; ROTH, A. Accuracy Assessment of the Global TanDEM-X Digital Elevation Model with GPS Data. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**. Vol. 139, pp. 171-182, 2018.

WESTOBY, M.J.; BRASINGTON, J.; GLASSER, N.F.; HAMBREY, M.J.; REYNOLDS, J.M. “Structure-from-Motion” photogrammetry: a low-cost, effective tool for geoscience applications. **Geomorphology**, 179, 300–314, 2012.

WHO – World Health Organization. **Environmental Health Indicators: Frameworks and methodologies**. Protection of the Human Environment Occupational and Environmental Health Series 1–122, 1999.

WILCOX-MOORE, K. et al. The Influence of Socioeconomic Status and Fuelwood Access on Domestic Fuelwood Use in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Latin American Geography**, v.10, p.195-216, 2011.

WILHITE, D.A.; SIVAKUMAR, M.V.K.; PULWARTY, R. Managing drought risk in a changing climate: The role of national drought policy. **Weather and Climate Extremes** 3, 4–13, 2014.

XIAOQIN, W. A Proposal and Application of the Integrated Benefit Assessment Model for Urban Water Resources Exploitation and Utilization. **Water Resources Management**, 23(6), 1171–1182, 2008.

YAMAGUCHI, Y.; FUJISADA, H.; TSU, H.; SATO, I.; WATANABE, H.; KATO, M.; KUDOH, M.; KAHLE, A.B. & PNIEL, M. ASTER early image evaluation. **Adv. Space Res.**, 28:69-76, 2001.

YAN, K.; BALDASSARRE, G.; SOLOMATINE, D.; SCHUMANN, G. A Review of Low Cost Space Borne Data for Flood Modelling: Topography, Flood Extent and Water Level. **Hydrological Processes**, v.29(15), pp.3368-3387, 2015.

YAPO P. O.; GUPTA H. V.; SOROOSHIAN S. Automatic calibration of conceptual rainfall-runoff models: sensitivity to calibration data. **Journal of Hydrology**. v181 i1-4. 23-48, 1996.

ZAIDI, S.M.; AKBARI, A.; GISEN, J.I.; KAZMI, J.H.; GUL, A.; FHONG, N.Z. Utilization of Satellite-based Digital Elevation Model (DEM) for Hydrologic Applications: A Review. **Journal Geological Society of India**, vol. 92, pp.329-336, 2018.

ZHAO, W.; TANG, G.; MA, L.; ZHAO, J.; ZHOU, W.; TIAN, J.; HUANG. Digital elevation model-based watershed geomorphic entropy for the study of landscape evolution of a watershed geomorphic system in the loess landforms of China. **Progress in Physical Geography**, vol. 41(2) 139–153, 2017.

ZORZAL-SILVA, M.; CAYRES, D.; SOUZA, L. Desastre socioambiental e Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) como instrumento de política pública: o caso da barragem de Fundão, MG. **Civitas - Revista de Ciências Sociais**, 19(2), 464-488, 2019.

APÊNDICE A - PESQUISA APLICADA ATRAVÉS DA ESCOLHA DE 48 PERIÓDICOS AMOSTRAIS

(1) Revista Brasileira de Geomorfologia (2000 – atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
1	Topographic Modeling of Marajó island With SRTM Data	Valeriano e Rosseti (2008)	SRTM (90 metros)
2	Utilização dos Produtos da “SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION” (SRTM) no Mapeamento Geomorfológico do Estado de Goiás	Carvalho e Bayer (2008)	SRTM (90 metros)
3	Redes de drenagem distributária e formas deposicionais no megaleque do Taquari, Pantanal: uma análise baseada no MDE-SRTM.	Zani et al. (2009)	SRTM (90 metros)
4	Variabilidade morfológica em níveis de base do rio Maracujá (Quadrilátero Ferrífero – MG): influências litológicas, estruturais e de reativações cenozóicas	Lana & Castro (2010)	SRTM (90 metros)
5	Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil: proposta de classificação	Robaina et al. (2010)	SRTM (90 metros)
6	Mapeamento da Suscetibilidade a Deslizamentos usando Técnicas de Estatística Bivariada e Sistema de Informações Geográficas na região Nordeste do Rio Grande do Sul	Vanacôr e Rolim (2012)	ASTER
7	Relações entre dados SRTM e classes geomorfológicas do projeto RADAMBRASIL	Fernandes e Valeriano (2013)	TOPODATA
8	Sensoriamento remoto aplicado à análise de estruturas rúpteis da depressão do Pirai, estado do Paraná, sul do Brasil	Melo e Rosseti (2013)	TOPODATA
9	Caracterização Morfológica do Delta do Rio Doce (ES) com Base em Análise Multissensor	Polizel & Rossetti (2014)	TOPODATA e ALOS Palsar
10	Aplicação e Avaliação de Metodologia de Classificação Automática de Padrões de Formas Semelhantes do Relevô	Tinós et al. (2014)	SRTM (90 metros)
11	Unidades Geomorfológicas de Portugal Continental. Revista Brasileira de Geomorfologia	Pereira et al. (2014)	SRTM (90 metros)
12	Emprego de técnicas de inferência espacial para identificação de unidades de relevo apoiado em atributos topográficos e árvores de decisão	Silveira, Silveira e Oka-Fiori (2014)	SRTM (90 metros)

(2) Revista Brasileira de Cartografia (2001 – atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
13	Comparação entre dados altimétricos Shuttle Radar Topography Mission, cartas topográficas e gps: numa área com relevo escarpado	Pinheiro (2006)	SRTM (90 metros)
14	Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia	Santos, Gaboardi, Oliveira (2006)	SRTM (90 metros)
15	Avaliação de dados de altimetria da floresta amazônica baseados nas tecnologias INSAR, LIDAR e GPS	Elmiro et al. (2006)	SRTM (90 metros), LiDAR
16	Sistema de reserva legal extra-propriedade no bioma cerrado: uma análise preliminar no contexto da bacia hidrográfica	Bonnet, Ferreira e Lobo (2006)	SRTM (90 metros)
17	Uso de modelos digitais de elevação (MDE) gerados a partir de imagens de radar interferométrico (SRTM) na estimativa de perdas de solo	Fornelos e Neves (2007)	SRTM (90 metros)
18	Avaliação de modelos digitais de elevação para delimitação automática de bacias hidrográficas	Medeiros, Ferreira e Ferreira (2009)	SRTM (90 metros)
19	Geotecnologias portáteis e produtos gratuitos ou de baixo custo no auxílio ao mapeamento	Arruda Junior, Seoane e Meneses (2010)	SRTM (90 metros)
20	Composição de uma base cartográfica digital aliada à gestão participativa da reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá - Amazonas	Dias, Pereira e Silva (2010)	SRTM (90 metros)
21	Caracterização de unidades geobotânicas do parque nacional da serra do cipó (MG) através da integração de imagens ópticas e modelo digital de elevação	Peloso e Shimabukuro (2010)	TOPODATA
22	Avaliação vertical de modelos digitais de elevação	Miceli et al. (2011)	ASTER, SRTM (90 metros) e

	(MDES) em diferentes configurações topográficas para médias e pequenas escalas		TOPODATA
23	Avaliação da exatidão do MDE obtido por meio do SRTM e pela de carta do IBGE na escala 1:100.000	Bias et al. (2011)	SRTM (90 metros)
24	O uso de dados da missão SRTM e sedimentológicos nos estudos de geomorfologia e padrões de drenagem na região dos lençóis maranhenses	Gastão e Maia (2011)	SRTM (90 metros)
25	Avaliação dos dados SRTM aplicados à modelagem do fator topográfico da USLE	Salgado, Formaggio e Rudorff (2012)	SRTM (90 metros)
26	Determinando a variação do padrão fractal de rede de drenagem utilizando dados SRTM, Laser Scanning e base cartográfica	Schuch e Loch (2012)	SRTM (90 metros), LiDAR
27	Mapeamento da cobertura da terra da APA Petrópolis/rj utilizando análise baseada em objeto no sistema Interimage	Sousa, Santos e Fernandes (2012)	TOPODATA
28	Building capacity in remote sensing using distance learning	Ferreira et al. (2013)	SRTM (90 metros)
29	Geotecnologias aplicadas à extração automática de dados morfométricos da bacia do rio Pacuá/mg	Leite, Almeida e Silva (2013)	SRTM (90 metros)
30	Extração automática de redes de drenagem a partir de Modelos Digitais De Elevação	Férrandez et al. (2013)	TOPODATA e SRTM
31	Estimativa de biomassa em uma floresta tropical no município de Maués - AM, Brasil	Celes et al. (2013)	SRTM (90 metros)
32	Algoritmo para o mapeamento de geleiras a partir de dados de sensores remotos	Ribeiro et al. (2013)	SRTM (90 metros)
33	Uso de geotecnologias na análise da ocorrência de unidades fitofisionômicas na região do médio araguaia	Fernandes et al. (2013)	SRTM (90 metros)
34	Classificação de cobertura da terra de nova Friburgo - RJ utilizando duas abordagens: mineração de dados e rede heurística	Francisco e Almeida (2013)	TOPODATA
35	Avaliação da acurácia vertical de modelos digitais de elevação (MDE's) nas bacias do Paranoá e São Bartolomeu	Moura, Bias e Brites (2014)	ASTER, SRTM, TOPODATA, HydroSHEDS
36	Análise comparativa entre métodos interpoladores de modelos de superfícies	Giacomin et al. (2014)	ASTER e LiDAR
37	Mapeamento geomorfológico por meio de classificação baseada em objetos: estudo de caso para a bacia do rio São João - RJ	Pimenta et al. (2014)	ASTER
38	Uso do sensoriamento remoto na avaliação de alterações dos estados dinâmicos da paisagem da bacia hidrográfica do rio São João	Seabra e Cruz (2014)	TOPODATA
39	Desempenho de classificadores paramétrico e não paramétrico na classificação da fisionomia vegetal	Andrade, Francisco e Almeida (2014)	TOPODATA

(3) Revista Brasileira de Geociência (1971 – atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
40	Correlação de dados sísmicos multiescala e integração com arcabouço tectônico regional: exemplo da área do Domo de Piratininga, SP	Campos et al. (2008)	SRTM (90 metros)
41	Propriedades fractais de arenitos fraturados do Canyon Guartelá, Formação Furnas, Bacia do Paraná	Souza et al. (2008)	SRTM (90 metros)
42	Registro da deformação pós-paleozóica na Bacia do Amazonas, região de Itaituba (PA)	Santos et al. (2011)	SRTM (90 metros)
43	A influência da geodiversidade da região da Serra do Cabral (norte de MG) na variabilidade morfossedimentar do Córrego da Gameleira	Lana e Castro (2011)	SRTM (90 metros)
44	Tectônica transcorrente mesozoica-cenozoica no Domo de Lages – Santa Catarina	Machado et al. (2012)	SRTM (90 metros)

(4) Boletim de Ciências Geodésicas (1997 – atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
45	Combinação de mínimos quadrados na comparação de modelos digitais de terreno e seu potencial de aplicação para o modelo brasileiro e o modelo SRTM	Feifer e Santos (2004)	SRTM (90 metros)
46	Determining a gravimetric geoid for the Paraná State by using minimum square collocation	Genro e Quintas (2007)	SRTM (90 metros)
47	Defining geomorphological unities from navigation and validation of fields by using GPS and Geographic Information System: the case of Rio Castelo watershed.	Castro et al. (2007)	SRTM (90 metros)

48	Object-Based Analysis and ASTER/Terra Data for Classifying Relief Units	Camargo et al. (2007)	ASTER
49	Integration and interpolation free air anomalies with basis in an ann and kriging	Miranda, Freitas e Faggion (2009)	SRTM (90 metros)
50	Digital Elevation Model Generalization constrained by Critical Points of the Terrain	Frau et al. (2011)	SRTM (90 metros)
51	Evaluating the performance of statistical and textural attributes for an object-based land cover classification	Francisco e Almeida (2012)	TOPODATA
52	Validação de modelos digitais de elevação sem dados de referência: Aplicação ao MDT Topodata no Brasil	Polidori et al. (2014)	TOPODATA

(5) Revista Árvore (2002 – atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
53	O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente.	Ribeiro et al. (2005)	SRTM (90 metros)
54	Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da bacia hidrográfica	Bonnet, Ferreira e Lobo (2008)	SRTM (90 metros)
55	Estimativa de volume de madeira em plantios de Eucalyptus spp. utilizando dados hiperespectrais e dados topográficos	Canavesi, Ponzoni e Valeriano (2010)	TOPODATA
56	Análise morfométrica e socioambiental de uma bacia hidrográfica Amazônica, Carlinda, MT	Umetsu et al. (2012)	SRTM (90 metros)

(6) Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (1997 – Atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
57	Comparison of methodologies for automatic generation of limits and drainage networks for hydrographic basins	Alcaraz et al. (2009)	SRTM (90 metros)
58	Mapa digital de solos: uma proposta metodológica usando inferência fuzzy	Nolasco-Carvalho, Franca-Rocha e Ucha (2009)	SRTM (90 metros)
59	Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM	Oliveira et al. (2010)	SRTM (90 metros)
60	Caracterización y monitoreo de paisaje semiárida en la Región del Maule mediante datos satelitales	Frau et al. (2010)	SRTM (90 metros)
61	Relação da vegetação de caatinga com a condição geomorfométrica local	Bispo, Valeriano e Kuplish (2010)	TOPODATA
62	Avaliação de modelos digitais de elevação para aplicação em um mapeamento digital de solos	Chagas et al. (2010)	SRTM (90 metros) e ASTER
63	Mapeamento de áreas aluvionares no semiárido brasileiro por meio de dados colaterais e imagens orbitais	Lopes et al. (2013)	SRTM (90 metros)

(7) Pesquisa Agropecuária Brasileira (1966 – atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
64	Estudo da dinâmica espaço-temporal do bioma Pantanal por meio de imagens MODIS	Adami et al. (2008)	SRTM (90 metros)
65	Modelos de elevação para obtenção de atributos topográficos utilizados em mapeamento digital de solos	Pinheiro et al. (2012)	TOPODATA
66	Resolução espacial de um modelo digital de elevação definida pela função wavelet	Caten et al. (2012)	TOPODATA
67	Mapeamento digital de solos com base na extrapolação de mapas entre áreas fisiograficamente semelhantes	Höfig, Geiasson e Vendrame (2014)	TOPODATA

(8) Revista Brasileira de Geografia Física (2008 – atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
68	Índice de Umidade (NDWI) e Análise Espaço-Temporal do Albedo da Superfície da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó-PE	Oliveira et al. (2010)	SRTM (90 metros)
69	Uso de Modelo Digital de Elevação Gerados a partir do ASTER GDEM e SRTM para Caracterização da Rede de Drenagem do Município de Renascença no Sudoeste do Estado do Paraná	Tomazoni et al. (2011)	ASTER e SRTM (90 metros)
70	Mapeamento Geomorfológico da Folha Ouricuri - Pernambuco, Através da Utilização de Softwares de Geoprocessamento	Arruda (2012)	SRTM (90 metros)
71	Mapeamento das Terras para Mecanização Agrícola - Estado da Paraíba	Francisco, Chaves e Lima (2012)	SRTM (90 metros)
72	Mapeamento da Vulnerabilidade das Terras da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá.	Francisco et al. (2013)	SRTM (90 metros)

73	Avaliação Comparativa do Potencial do Modelo Digital de Elevação do ASTER GDEM e das Cartas Topográficas do Exército para Estudo da Altimetria na Região de Renascença, Sudoeste do Paraná	Tomazoni et al. (2013)	ASTER
74	Aplicação do Novo Código Florestal na Avaliação das Áreas de Preservação Permanente em Topo de Morro na Sub-Bacia do Rio Canoas no Município de Montes Claros/MG	Nery et al. (2013)	TOPODATA
75	Identificação de Áreas Hidromórficas, por Meio de Análise Espectral de Dados de Sensoriamento Remoto, como Subsídio para a Elaboração de Laudos Periciais de Avaliação de Imóveis Rurais	Borges, Baptista e Meneses (2014)	TOPODATA
76	Dados da CPRM/SIAGAS e Imagens STRM como Base Cartográfica na Elaboração de Mapeamento em Recursos Hídricos Subterrâneos em Escala Municipal: o Caso de Nova Palma, RS	Löbler, Terra e Silva (2014)	SRTM (90 metros)
77	Suporte de Informações Georreferenciadas de Alta Resolução para Implantação de Infraestrutura e Planejamento Territorial	Cirilo et al. (2014)	SRTM (90 metros), TOPODATA e LiDAR
78	Avaliação da acurácia do produto de altimetria do Laboratório de Agricultura e Floresta.	Batista-Filho et al. (2014)	SRTM (90 metros), TOPODATA

(9) Engenharia Agrícola (2004 - Atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
79	Automatic delimitation of watershed using data SRTM	Alves-Sobrinho et al. (2010)	SRTM (90 metros)
80	Utilização da técnica por componentes principais (acp) e fator de iluminação, no mapeamento da cultura do café em relevo montanhoso	Lamparelli et al. (2011)	ASTER
81	Comparação de modelos digitais de elevação hidrograficamente condicionados na caracterização morfométrica de bacias hidrográficas	Guedes e Silva (2012)	SRTM (90 metros)
82	Geração de base de dados georreferenciada com finalidade de modelagem hidrológica em reservatórios da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, Ceará, Brasil	Leão et al. (2013)	SRTM (90 metros)

(10) Revista do Departamento de Geografia - USP (1982 - atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
83	Sistemas de diaclases e influência tectônica da borda sudeste da bacia sedimentar do Parnaíba: parque nacional serra da capivara, Brasil	Firmino-Barbosa e Furrier (2012)	SRTM (90 metros)
84	Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento da dinâmica do uso do solo na bacia do rio Pacuí, no norte de Minas Gerais, nos anos de 1989, 1999 e 2009	Leite et al. (2012)	SRTM (90 metros)
85	Contribuição ao planejamento de recursos hídricos em bacia hidrográfica: geomorfologia e fragilidade geoambiental da UGRH Paranapanema	Gouveia et al. (2014)	SRTM (90 metros)
86	Aspectos morfoestruturais e morfoesculturais da serra da canastra e entorno (MG).	Souza e Rodrigues (2014)	ASTER

(11) Revista Ciência Agronômica (1971 – atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
87	Análise da influência vegetal na altimetria dos dados SRTM em bacias hidrográficas no semiárido	Costa et al. (2010)	SRTM (90 metros)
88	Influencia del cambio climático en los escenarios del futuro sobre plantaciones de Eucalipto	Rody et al. (2012)	SRTM (90 metros)
89	Methodology for the spatialisation of a reference evapotranspiration from SRTM data	Oliveira, Arraes e Viana (2013)	SRTM (90 metros)

(12) Geoambiente On-line (2003 – Atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
90	Geomorphological mapping of the claro and bois rivers drainage basin using techniques of remote sensing and geoprocessing	Carvalho (2009)	SRTM (90 metros)
91	Análise de variáveis morfométricas extraídas a partir de imagem SRTM para elaboração de mapa pedológico	Oliveira-Silva et al. (2013)	TOPODATA

(13) Revista Geografar (2006 – Atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
----	--------	-------------	---------------

92	Análise digital do relevo empregada no mapeamento de unidades geomorfológicas	Silveira et al. (2012)	SRTM (90 metros)
93	Estudo de metodologias para identificação de vertentes na bacia do rio Curralinho - Região Metropolitana de Curitiba/PR	Sopchaki e Sampaio (2013)	TOPODATA

(14) *Boletim de Geografia (1983 – Atual)*

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
94	Drainage shift as response to morphological feature: analysis of Dourado Stream, Parana - Brazil	Morais et al. (2010)	TOPODATA
95	Evaluation Some Classes of Erodibility Soil of Maringá – PR Through Physical and Geotechnical Analyses	Souza e Gasparetto (2010)	SRTM (90 metros)
96	Physical-Environment Characterization and Land Use Cover of Almada River Watershed – State of Bahia	Gomes et al. (2012)	TOPODATA
97	Morphopedological relations in the valley bottom sectors of the Guavirá river's watershed, Marechal Cândido Rondon-PR	Rocha, Cunha e Martins (2012)	SRTM (90 metros)
98	Environmental Fragility and Soil Loss Vulnerability Assessment in Almada River Watershed – Bahia State, Brasil	Gomes (2013)	TOPODATA
99	DEM and drainage extraction automatic: data, methodologies and precision to hydrologic and geomorphologic researches	Souza e Almeida (2014)	SRTM, TOPODATA e ASTER

(15) *Acta Botanica Brasilica (1987 – Atual)*

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
100	Relação entre as variáveis morfométricas extraídas de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e a vegetação do Parque Nacional de Brasília	Bispo, Valeriano e Kuplich (2010)	SRTM (90 metros)

(16) *Pesquisas em Geociências (1972 - Atual)*

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
101	Extração de Obstruções Perspectivas de Edifícios ao Longo de Vias Urbanas	Fazan, Dal-Poz e Galvanin (2006)	Lidar
102	Geração de um modelo digital de elevação híbrido a partir de dados altimétricos diferentes em tipo e precisão	Druzina e Souza (2010)	ASTER
103	Ortorretificação de imagens CBERS 2 utilizando a transformação DLT	Debiasi, Souza e Mitishita (2011)	SRTM (90 metros)
104	Tectônica transcorrente mesozoica/cenozoica na porção leste do Planalto do Rio Grande do Sul	Nummer, Machado e Jacques (2014)	SRTM (90 metros)

(17) *Revista Águas Subterrâneas (1978 - Atual)*

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
105	Morfodinâmica e meio ambiente na porção centro-norte do Piauí, Brasil	Lima (2013)	SRTM (90 metros)
106	Estudo da relação entre lineamentos estruturais e a exploração de água subterrânea por meio da Análise de Favorabilidade	Vidal et al. (2006)	SRTM (90 metros)

(18) *Revista Brasileira de Geofísica (1982 – atual)*

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
107	Fusão de imagens altimétricas e aeromagnetométricas como ferramenta de interpretação geológica, exemplo da província mineral de Carajás (PA)	Carneiro et al. (2006)	SRTM (90 metros)
108	Compartimentação estrutural e conectividade dos sistemas aquíferos Caiuá e Serra Geral no Noroeste do Paraná - Brasil	Bettú et al. (2006)	SRTM (90 metros)
109	Mapeamento da vegetação na floresta atlântica usando o classificador de árvore de decisão para integrar dados de sensoriamento remoto e modelo digital de terreno	Carvalho-Júnior et al. (2008)	ASTER
110	Aplicação de dados multisensor (sar e etm+) no reconhecimento de padrões de uso e ocupação do solo em costas tropicais: costa amazônica, Amapá, Brasil	Santos et al. (2009)	SRTM (90 metros)
111	Caracterização geofísica da estrutura de impacto do	Kazzuo-Vieira et al. (2009)	SRTM (90 metros)

domo de Vargeão, Brasil			
112	Reconhecimento e mapeamento dos ambientes costeiros para geração de mapas de isótopos ao derramamento de óleo, Amazônia oriental	Boulhosa e Souza Filho (2009)	SRTM (90 metros)
113	Um geóide gravimétrico para o sudeste do Brasil: determinação pela integral de Stokes e avaliação por GPS/nivelamento	Pereira (2009)	SRTM (90 metros)
114	Mapeamento de ambientes costeiros tropicais (golfo maranhense, Brasil) utilizando imagens de sensores remotos orbitais	Teixeira e Souza Filho (2009)	SRTM (90 metros)
115	Interpretação morfoestrutural com dados SRTM no auxílio à exploração petrolífera: um exemplo na bacia sedimentar do Amazonas	Almeida Filho, Ibanez e Miranda (2010)	SRTM (90 metros)
116	Correção de terreno para dados de aerogravimetria gravimétrica 3d-ftg no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais, Brasil	Braga et al. (2010)	SRTM e Lidar
117	Deteção e extração de lineamentos locais (sujeitos ao controle estrutural regional) de imagens de relevo, derivadas de dados da SRTM	Palacios e Viana (2011)	SRTM (90 metros)
118	Discriminação de áreas de espesso regolito do leste do estado do Amazonas usando estatística multivariada, algoritmo hiperespectral e modelagem de dados espaciais	Carrino et al. (2011)	SRTM (90 metros)
119	Detection of gross errors in the gravimetric database of the Rio Grande do Sul state	Xavier e Rolim (2012)	SRTM (90 metros)
120	Geology, airborne geophysics, geomorphology and soils in the individualization of the Niquelândia mafic-ultramafic complex, Goiás state, Brazil	Barbosa et al. (2013)	SRTM (90 metros)
121	Generation and evaluation of radargrammetric DEM from radar-1 standard images in low relief area in the Amazon coastal plain	Pereira, Souza-Filho e Paradella (2014)	SRTM (90 metros)

(19) Caminhos de Geografia (2000 – atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
122	Padronização de limites de área acumulada máxima para definição de redes de drenagem através de modelos digitais de elevação em diferentes escalas	Santos e Shiraiwa (2012)	SRTM (90 metros) e ASTER
123	Bacia do Rio Peruípe (BA): Ensaio de classificação morfométrica por meio de dados SRTM	Souza, Vale e Nascimento (2013)	SRTM (90 metros)
124	Análise comparativa entre mapeamentos convencionais e por modelagem em SIG para solos	Moura, Fernandes e Souza (2013)	SRTM (90 metros)
125	Teste da correlação entre hipsometria e índices de ocorrência do mosquito Aedes Aegypti na cidade de Montes Claros - MG com dados dos anos 2009 e 2010	Braz et al. (2013)	SRTM (90 metros)
126	Caracterização física de bacias hidrográficas na região de Manaus - AM	Costa, Silva e Silva (2013)	SRTM (90 metros)
127	Aspectos do meio físico e evolução do uso da terra na bacia hidrográfica do rio São João de Tiba, extremo sul da Bahia	Almeida, Oliveira e Teixeira (2013)	SRTM (90 metros)

(20) Ciência e Natura (1979 - Atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
128	A Região Semi-Árida nordestina: Utilização dos dados SRTM para Mapeamento Geomorfológico de Parte dos Municípios de Jatobá Petrolândia e Tacaratu, Sub-médio São Francisco, PE	Ferreira (2010)	SRTM (90 metros)
129	Analysis of SRTM data and CBERS 2B images to identify areas susceptible to illegal use in the easement areas power line	Silva, Pacheco e Valente (2014)	SRTM (90 metros)

(21) Geologia USP. Série Científica (2001 – Atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
130	Caracterização de cicatrizes de deslizamentos por processamento de dados TM Landsat em Caraguatatuba - SP	Sestini e Florenzano (2004)	Interpolação de dados
131	Investigação gravimétrica do complexo alcalino de Ipanema, São Paulo, Brasil	Rugenski, Mantovani e Shukowsky (2006)	SRTM (90 metros)
132	Deformação rúptil em depósitos da formação barreiras na porção leste da Bacia Potiguar	Nogueira, Bezerra e Castro (2006)	SRTM (90 metros)
133	Geomorfologia e tectônica da formação Barreiras no Estado da Paraíba	Furrier, Araújo e Meneses (2006)	SRTM (90 metros)

134	Distribuição espacial de diferentes classes de Lagoas no Pantanal da Nhecolândia, MS, a partir de dados vetoriais e SRTM: uma contribuição ao estudo de sua compartimentação e gênese	Almeida et al. (2007)	SRTM (90 metros)
135	Delimitação do embasamento da Bacia de Taubaté	Carvalho, Vidal e Kiang (2011)	SRTM (90 metros)
136	Provenance analysis of the Guaritas Group (RS) conglomeratic sandstones: implications for the paleoclimate and paleogeography of the Eocambrian Central Camaquã sub-basin	Godinho et al. (2013)	SRTM (90 metros)
137	Levantamento de feições estruturais lineares a partir de sensoriamento remoto - uma contribuição para o mapeamento geotécnico na Serra de Baturité, Ceará	Batista, Veríssimo e Amaral (2014)	TOPODATA
(22) Rev. Geogr. Acadêmica (2007 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
138	Vulnerabilidade aos impactos ambientais da bacia hidrográfica do rio Cauamé em decorrência da expansão urbana e uso para lazer em suas praias	Oliveira e Carvalho (2014)	SRTM (90 metros)
(23) Revista Geonorte (2010 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
139	Concentração de rugosidade topográfica: subsídios ao estudo de fragilidade potencial da bacia hidrográfica do rio Seridó	Pereira-Neto e Fernandes (2012)	SRTM (90 metros)
140	Excedentes e deficiências hídricos no solo através de parâmetros edafoclimáticos para produção de cana-de-açúcar no município de Teodoro Sampaio – SP – Brasil	Herreiro Braidó e Tommaselli (2012)	SRTM (90 metros)
141	Geoprocessamento aplicado a análise do uso e ocupação da terra para fins de planejamento ambiental na bacia hidrográfica do córrego prata – Três Lagoas (MS)	Pires (2012)	SRTM (90 metros)
142	Análise ambiental no sistema bacia hidrográfica do córrego rio branco com fins de planejamento ambiental com uso de geotecnologias (1985/2011) – Três Lagoas/ms	Izippato et al. (2012)	SRTM (90 metros)
143	Diagnóstico, avaliação e monitoramento das áreas de risco na bacia do igarapé grande - Porto Velho-RO	Ferreira Bezerra et al. (2012)	SRTM (90 metros)
144	Aplicação de técnicas de geoprocessamento para mapeamento geomorfológico do polo de Guanambi: subsídios para o estudo da degradação ambiental e desertificação	Oliveira Junior et al. (2012)	TOPODATA
145	Técnicas de geoprocessamento e de análise multicritério na adequação de uso das terras no município do Conde (PB)	Barbosa e Lima (2012)	SRTM (90 metros)
146	Análise morfométrica do ribeirão laçador – Faxinal – Paraná	Sordi et al. (2012)	SRTM (90 metros)
147	Setorização de fatores ambientais – clima, solos e relevo para o planejamento ambiental e territorial na região do pontal do Paranapanema – SP – Brasil	Braidó e Tommaselli (2012)	SRTM (90 metros)
148	Geomorfologia da região centro-norte de Roraima utilizando técnicas de tratamento e interpretação de imagens raster da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)	Falcão e Costa (2012)	SRTM (90 metros)
149	Domínio morfoclimático semiárido e condicionantes para a desertificação no território do Sisal (Bahia)	Cerqueira e Vale (2012)	SRTM (90 metros)
150	The geomorphology of Angra dos Reis and Paraty municipalities, southern Rio de Janeiro state	Guerra et al. (2013)	SRTM (90 metros)
151	Avaliação da acurácia do mapeamento pedológico da bacia da picada a partir do processamento digital de variáveis morfométricas	Silva, Alves e Paulino (2013)	TOPODATA
152	O uso de SIG na identificação das principais feições do relevo da porção mineira do parque nacional do Caparaó, zona da mata - MG	Batalha, Delpupo e Faria (2014)	SRTM (90 metros)
153	Identificação e análise dos compartimentos geomorfológicos da unidade geomorfológica do tabuleiro interiorano de feira de Santana-BA	Souza e Santos (2014)	SRTM (90 metros)
154	Geotecnologias e mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio do peixe, oeste do estado de São Paulo	Prates e Rocha (2014)	SRTM (90 metros)
155	Classes de declividade da sub-bacia hidrográfica do	Mesquita, Albuquerque e Cruz	SRTM (90 metros)

	riacho do Sangue-CE: auxílio a governança territorial	(2014)	
156	Comparação da eficácia do índice hack com o grau de detalhamento da drenagem	Missura et al. (2014)	SRTM (90 metros)
157	Mapeamento de unidades geomorfológicas na bacia do rio Taperoá, região semiárida da Paraíba, utilizando modelo digital de elevação (MDE)	Xavier et al. (2014)	TOPODATA
158	Emprego da geomorfometria na classificação de formas do relevo no estado do Paraná	Silveira e Silveira (2014)	SRTM (90 metros)
159	Impactos e espacialização da área inundada pelo reservatório: barragem de Garabi – RS – Brasil	Sirangelo e Oliveira (2014)	SRTM (90 metros)
160	Segmentação por diferença espectral para extração de relevos em planícies fluviais amazônicas	Bertani e Rossetti (2014)	SRTM (90 metros)

(24) Geosciences = Geociências (São Paulo) UNESP (1982 – Atual)

NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
161	Superfícies aplainadas em zona morfoclimática subtropical úmida no planalto basáltico da bacia do Paraná (SW PARANÁ/ NW SANTA CATARINA): primeira aproximação	Paisani et al. (2008)	SRTM (90 metros)
162	Susceptibilidade erosiva do baixo curso do rio Acaraú-CE.	Diniz et al. (2008)	SRTM (90 metros)
163	Análise de imagens do satélite ALOS PALSAR para o mapeamento de cobertura de terras do Distrito Federal	Sano et al. (2009)	SRTM (90 metros)
164	Application of the Hack Index - or Stream Length-Gradient Index (SL Index) - to the Tracunhaém river watershed, Pernambuco, Brazil	Monteiro, Missura e Correa (2010)	SRTM (90 metros)
165	Espacialização e análise das inundações na bacia hidrográfica do rio Cai/RS	Oliveira, Saldanha e Guasseilli (2010)	SRTM (90 metros)
166	Análise dos parâmetros morfométricos da bacia do Rio Preto, Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil)	Lima et al. (2011)	SRTM (90 metros)
167	Analysis of mass movement-prone areas in São Sebastião (SP) based on spatial inference methods	Bispo et al. (2011)	TOPODATA
168	Análise neotectônica do pontal do Paranapanema (SP) mediante aplicação de parâmetros fluviomorfométricos	Santos, Guedes e Etchebehere (2011)	SRTM (90 metros)
169	Palaeosurface analysis on the cretaceous basaltic plateau on the upper rio Uruguay basin (NE Argentina and Southern Brazil)	Kröhling et al. (2011)	SRTM (90 metros)
170	Avaliação de bases SRTM para extração de variáveis morfométricas e de drenagem	Brubacher et al. (2012)	SRTM e TOPODATA
171	Avaliação de modelos digitais de elevação extraídos de imagem ALOS/PRISM e comparação com os modelos disponibilizados gratuitamente na web	Iorio et al. (2012)	SRTM, TOPODATA, ASTER, ALOS
172	Análise de perfis segmentados de drenagem para a avaliação morfotectônica na bacia hidrográfica do alto rio Jaguari (SP-MG)	Silva et al. (2012)	SRTM (90 metros)
173	Estudo das taxas de denudação química da serra do espinhaço meridional (MG), com base na carga catiônica dissolvida	Barreto et al. (2012)	SRTM (90 metros)
174	Vulnerabilidade geoambiental da região metropolitana de Fortaleza: análise comparativa de dois métodos com enfoque a processos erosivos	Batista e Veríssimo (2012)	SRTM (90 metros)
175	Geoenvironmental zoning in the municipalities of Rio Grande do Sul State: city of Agudo	Schirmer e Robaina (2012)	SRTM (90 metros)
176	Análise da eficiência da vegetação no controle do escoamento superficial: uma aplicação na bacia hidrográfica do rio são Bartolomeu, DF	Bias et al. (2012)	SRTM (90 metros)
177	Caracterização morfoestrutural da parte central emersa da bacia Paraíba (PB)	Andrade-Filho e Rossetti (2012)	SRTM (90 metros)
178	Interpretação geomorfométrica de parâmetros variográficos do relevo	Bettú e Soares (2013)	SRTM (90 metros)
179	Análise morfotectônica da bacia hidrográfica do rio Aguapeí, planalto ocidental paulista, mediante fluviomorfometria e fotointerpretação	Porto et al. (2013)	SRTM (90 metros)
180	Mapeamento geomorfológico do município de Manoel Viana – oeste do Rio Grande do Sul – Brasil	Tretin, Robaina e Scocoti (2013)	TOPODATA
181	Técnicas de visualização de modelos digitais de elevação para o reconhecimento de elementos de análise do relevo	Tinós et al. (2014)	SRTM e TOPODATA

182	Aplicação de SIG na gestão de conflitos pelo uso da água na porção goiana da bacia hidrográfica do rio são marcos, município de cristalina - GO	Brunckhorst e Bias (2014)	TOPODATA
183	Análise da erosão hídrica na região semiárida da paraíba usando o modelo SWAT acoplado a um SIG	Medeiros e Silva (2014)	TOPODATA
184	Morphologic analyses by summit level and base level maps based on the ASTER GDEM for morro de são joão felsic alkaline massif, state of Rio de Janeiro, Brazil	Motoki et al. (2014)	ASTER
185	O carste nas cabeceiras dos rios das almas, São José de Guapiara (planalto de Guapiara) e do rio pilões (serra de Paranapiacaba), SP	Lenhare e Sallun Filho (2014)	SRTM (90 metros)
<i>(25) Revista Brasileira de Meteorologia (1986 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
186	Avaliação do impacto da resolução espacial de modelos digitais de elevação sobre a estimativa de formação de ozônio superficial usando Models-3	Meira, Ducati e Teixeira (2009)	SRTM (90 metros)
187	Impactos do desmatamento e de mudanças climáticas nos recursos hídricos na Amazônia ocidental utilizando o modelo SLURP	Nóbrega (2014)	SRTM (90 metros)
<i>(26) Revista Geotemas (2011 - Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
188	Refúgios úmidos do Semiárido: um estudo sobre o brejo de altitude de Areia-PB	Marques, Silva e Silva (2014)	SRTM (90 metros)
<i>(27) Holos Environment (2001 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
189	Caracterização exploratória-espacial da bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite/Goiás	Rios et al. (2013)	TOPODATA
<i>(28) Perspectiva Geográfica (2005 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
190	Definição e caracterização das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do Alto Paraná	Bade et al. (2014)	TOPODATA
<i>(29) Scientia Agraria (2000 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
191	Atributos do relevo derivados de modelo digital de elevação e suas relações com solos	Sirtoli et al. (2008)	Interpolações de dados secundários
<i>(30) Revista Brasileira de Ciência do Solo (1997 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
192	Análise digital do terreno: ferramenta na identificação de pedoformas em microbacia na região de "Mar de Morros" (MG)	Ippoliti et al. (2005)	Interpolações de dados secundários
193	Modelo digital de elevação na caracterização de solos desenvolvidos de basalto e material arenítico	Sousa Junior e Dematte (2008)	Interpolações de dados secundários
194	Uso de regressões logísticas múltiplas para mapeamento digital de solos no Planalto Médio do RS	Figueiredo et al. (2008)	SRTM (90 metros)
195	Utilização de métodos de representação espacial para cálculo do fator topográfico na equação universal de perda de solo revisada em bacias hidrográficas	Minela, Merten e Ruhoff (2010)	Interpolações de dados secundários
196	Calibração de modelo para a simulação de vazão e de fósforo total nas sub-bacias dos Rios Conrado e Pinheiro - Pato Branco (PR)	Baltokoski et al. (2010)	Carta topográfica institucional
197	Consistência hidrológica de modelos digitais de elevação (MDE) para definição da rede de drenagem na sub-bacia do horto florestal Terra Dura, Eldorado do Sul, RS	Oliveira et al. (2012)	Interpolações de dados secundários
198	Comparação do uso de modelos digitais de elevação em mapeamento digital de solos em Dois Irmãos, RS, Brasil	Teske, Giasson e Bagatini (2014)	SRTM (90 metros), SRTM (30 metros), ASTER e TOPODATA
<i>(31) Semina: Ciências Agrárias (1978 - Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada

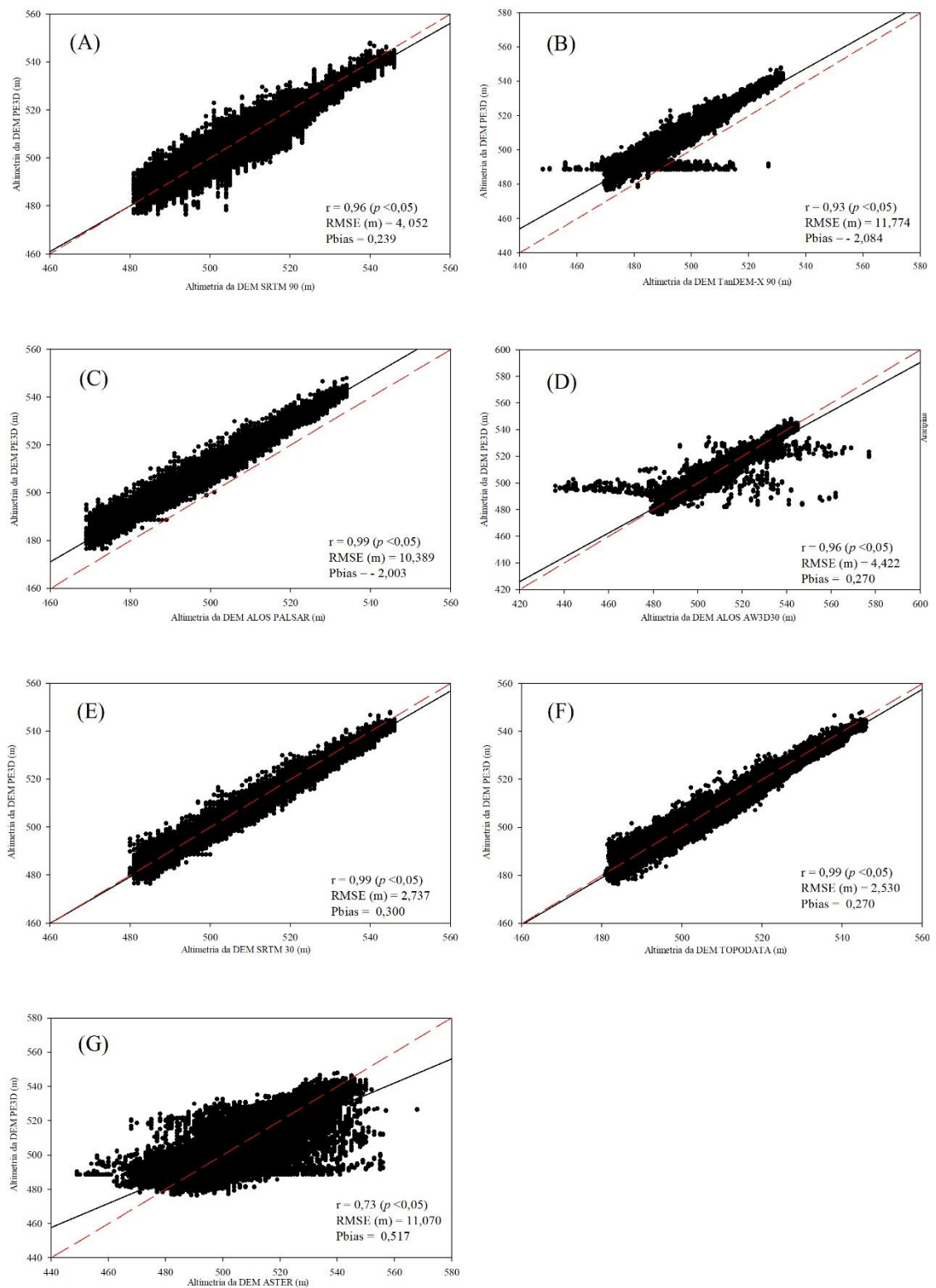
199	Zoneamento agroclimático de café robusta no Estado do Paraná e impactos das mudanças climáticas	Andrade et al. (2012)	SRTM (90 metros)
200	Delimitação de bacia hidrográfica em região montanhosa a partir de diferentes modelos digitais de elevação	Cecílio et al. (2013)	SRTM (90 metros)
<i>(32) Estudos Geológicos (1990 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
201	Geração e análise estatística de modelo digital de elevação (MDE) com dados de GPS em tempo real (GPS/RTK)	Santos et al. (2008)	Interpolações de dados secundários
<i>(33) GeoFocus (2001 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
202	Influencia del cálculo del factor topográfico en la distribución espacial del riesgo de degradación de los suelos por la erosión hídrica en el Estado de Mérida, Venezuela	Quiñónez e Pozzo (2005)	SRTM (90 metros)
203	Corrección geométrica de datos satelitales QuickBird, incidencia de los modelos digitales de elevación SRTM-C/X y ASTER GDEM	Lencinas e Días (2011)	SRTM (90 metros) e ASTER
<i>(34) RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos (1996 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
204	Análise da Exatidão de Diferentes Métodos de Interpolação para Geração de Modelos Digitais de Elevação e Obtenção de Características Morfométricas em Bacias Hidrográficas	Pires et al. (2005)	Interpolações de dados secundários
205	Comparação de Métodos para Definir Direções de Escoamento a partir de Modelos Digitais de Elevação	Buarque et al. (2009)	SRTM (90 metros)
206	Sobre o Início da Rede de Drenagem Definida a Partir dos Modelos Digitais de Elevação	Fan et al. (2013)	SRTM (90 metros)
207	Comparação de Metodologias na Definição de Fluxos Acumulados a Partir de Modelos Digitais de Elevação do Terreno Aplicado a Suscetibilidade de Inundações	Moraes et al. (2014)	Interpolações de dados secundários
<i>(35) REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina (2004 - Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
208	Uso de modelo hidrossedimentológico para simulação de cenários de uso da terra na microbacia Ribeirão Gustavo, Santa Catarina	Blainski et al. (2014)	SRTM (90 metros)
<i>(36) Revista Brasileira de Gestão Urbana (2009 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
209	Práticas contemporâneas de geocomputação aplicadas ao ambiente urbano digital	Peres e Polidori (2011)	Interpolações de dados secundários
<i>(37) Boletim Paranaense de Geociências (2002 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
210	Banco de dados geológicos geo-referenciados da bacia sedimentar de Curitiba (PR) como base de sistema de informação geográfica (SIG)	Salamuni (2001)	Interpolações de dados secundários
211	Knickpoint finder: ferramenta para a busca de geossítios de relevante interesse para o geoturismo	Salamuni et al. (2013)	TOPODATA
<i>(38) Eng Sanit Ambient (2004 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
212	Cenários ambientais na bacia do rio Atibaia	Demamoro, Laurentis e Bettine (2013)	Interpolações de dados secundários
213	Geotecnologias aplicadas ao planejamento de sistemas de abastecimento de água urbanos: uma proposta metodológica	Cordão, Rufino e Araújo (2013)	Interpolações de dados secundários
<i>(39) Revista da Gestão Costeira Integrada (2002 – Atual)</i>			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
214	Mapeamento acústico de areias submersas para recuperação de praias do Rio de Janeiro, Brasil	Medeiros et al. (2014)	Interpolações de dados secundários

(40) Cerne (1998 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
215	Application of LIDAR to forest inventory for tree count in stands of Eucalyptus sp	Oliveira et al. (2012)	Lidar
(41) Revista Engenharia na Agricultura (2008 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
216	Potencial hidráulico em bacias hidrográficas i: identificação de quedas de água para geração de energia elétrica	Faria Filho et al. (2011)	SRTM (90 metros)
(42) Ambi-Agua (2006 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
217	Physiographic characterization of the Alto Rio Jamanxim Hydrographic Basin, Pará, Brazil	Souza e Batista (2007)	Interpolações de dados secundários
218	Interaction between GIS and hydrologic model: a preliminary approach using ArcHydro Framework Data Model	Simões (2013)	Interpolações de dados secundários
219	Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Poxim-Açu, Sergipe, Brasil	Rocha et al. (2014)	SRTM (90 metros)
(43) Acta Amazônica (1971 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
220	Variáveis geomorfológicas locais e sua relação com a vegetação da região do interflúvio Madeira-Purus (AM-RO)	Bispo, Valeriano e Kuplich (2009)	TOPODATA
221	Soil CO ₂ efflux in central Amazonia: environmental and methodological effects	Zanchi et al. (2012)	SRTM (90 metros)
(44) Ciência e Agrotecnologia (2003 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
222	Determinação da topografia de uma fruta pela técnica de moiré de sombra com multiplicação de franjas	Lino e Fabbro (2004)	Interpolações de dados secundários
223	Caracterização de lavouras cafeeiras, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, no município de Umuarama - PR	Trabaquini et al. (2011)	SRTM (90 metros)
224	Soil erosion vulnerability in the verde river basin, southern minas gerais	Oliveira et al. (2014)	Interpolações de dados secundários
(45) Floresta e Ambiente (1994 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
225	Mapeamento de campos hidromórficos na serra Catarinense por meio de modelagem hidrológica	Schaefer-Santos, Lingnau e Galvão (2013)	SRTM (90 metros)
226	Impacto da inclinação média na delimitação de área de preservação permanente	Francelino e Silva (2014)	Interpolações de dados secundários
(46) Ciência Florestal (1991 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
227	Geoprocessamento como ferramenta de apoio à gerência de pavimentos em estradas florestais	Emmert et al. (2010)	SRTM (90 metros)
228	Espacialização da temperatura do ar anual no estado de Alagoas com diferentes modelos digitais de elevação e resoluções espaciais	Lyra et al. (2011)	SRTM (90 metros) e interpolações
(47) Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas (2006 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
229	Levantamento regional na arqueologia amazônica: o uso de sistema de informação geográfica e sensoriamento remoto	Fonseca-Júnior (2013)	SRTM (90 metros)
(48) Sociedade e Natureza (2007 – Atual)			
NC	Título	Autores/ano	DEM utilizada
230	Dados interferométricos para modelagem topográfica e caracterização ambiental do café em escala municipal	Barros, Moreira e Rudorff (2007)	SRTM (90 metros)
231	Estudo geoambiental do município de Bom Jardim - RJ, com suporte de geotecnologias: subsídios ao	Calderano-Filho et al. (2010)	Interpolações de dados secundários

	planejamento de paisagens rurais montanhosas.		
232	Interpretação de imagens orbitais por meio de sistema especialista para o mapeamento de cobertura da terra em região montanhosa	Francisco e Almeida (2012)	TOPODATA
233	Conectividade e área de captação efetiva de um sistema fluvial semiárido: bacia do riacho Mulungu, Belém de São Francisco-PE.	Souza e Correa (2012)	SRTM (90 metros)
234	Mapeamento morfoestrutural e morfoescultural na região de cerrado no Norte de Minas Gerais	Leite e Brito (2012)	SRTM (90 metros)

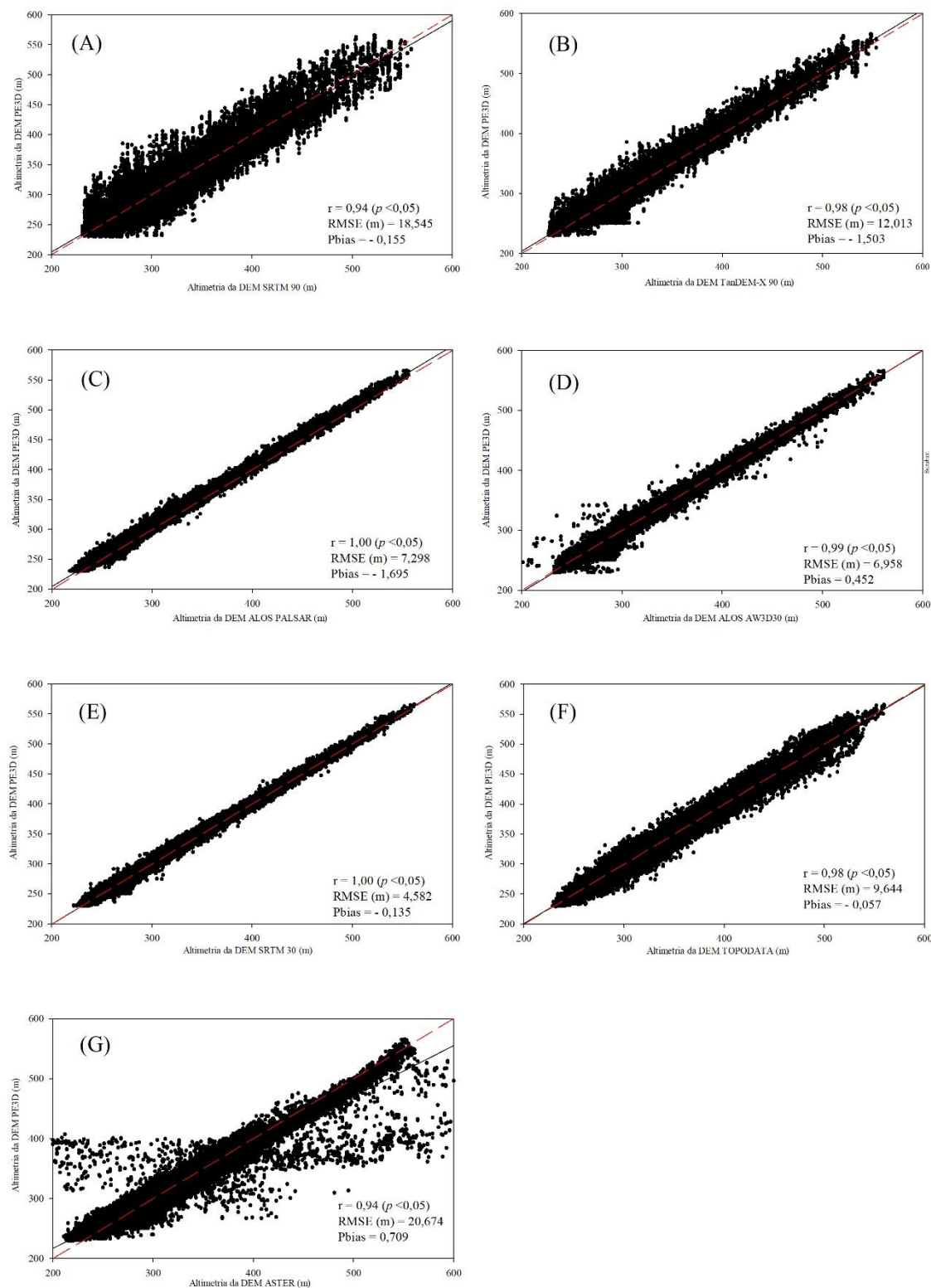
NC= Numeração Contínua

APÊNDICE B - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE ARARIPINA



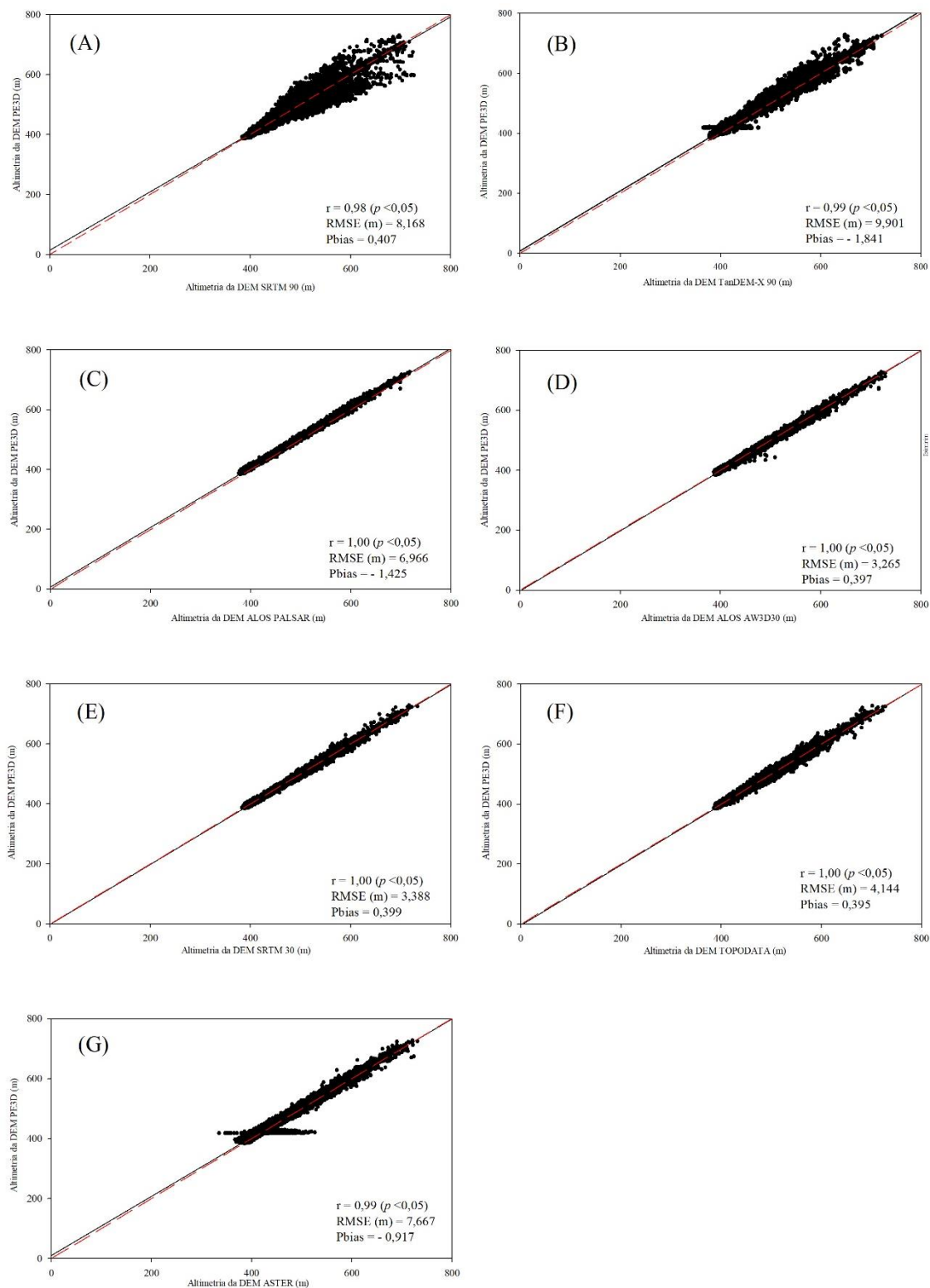
Legenda: linha sólida preta (regressão); linha tracejada vermelha (um para um).

APÊNDICE C - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE SURUBIM



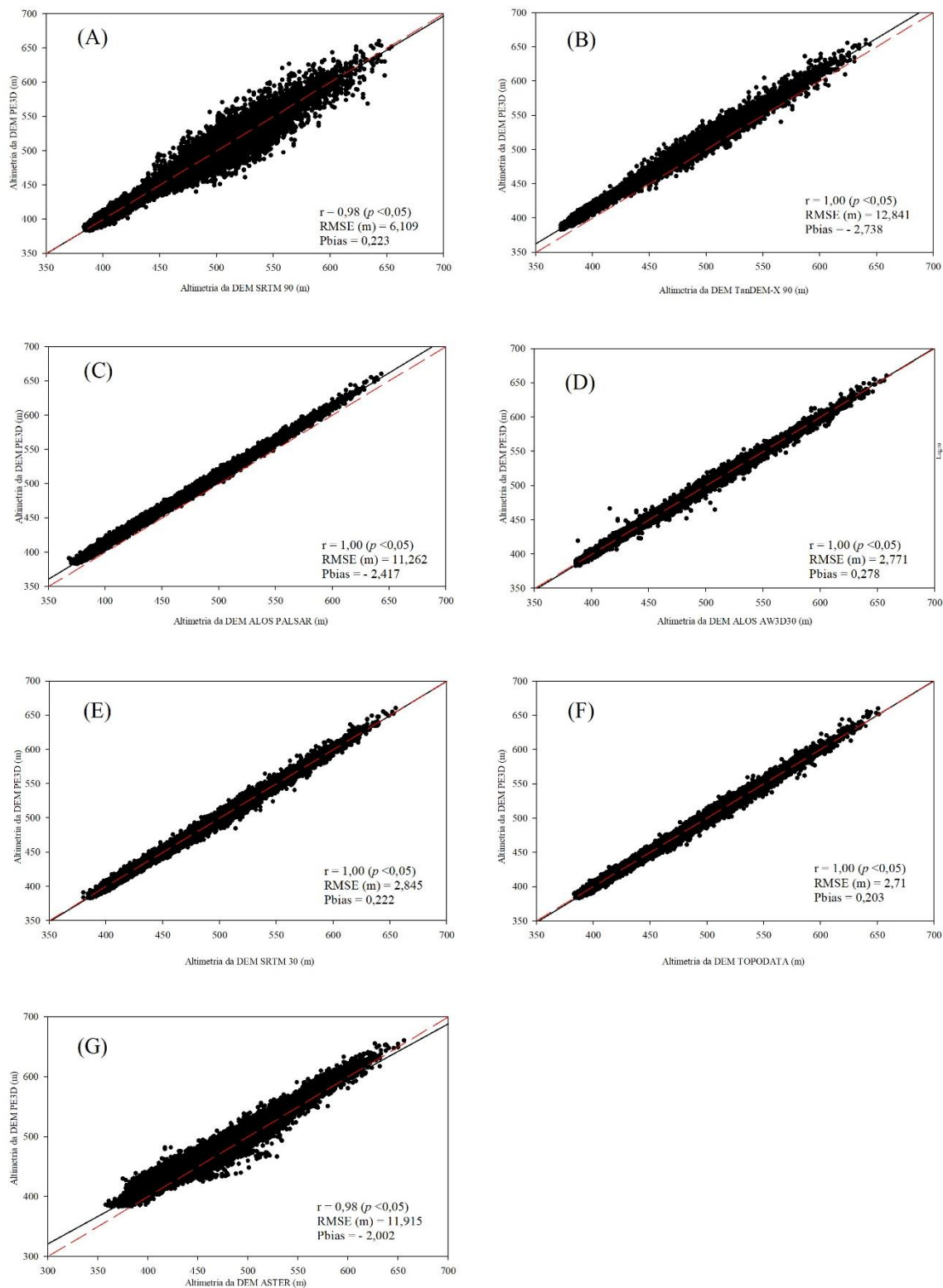
Legenda: linha sólida preta (regressão); linha tracejada vermelha (um para um).

APÊNDICE D - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE IBIMIRIM



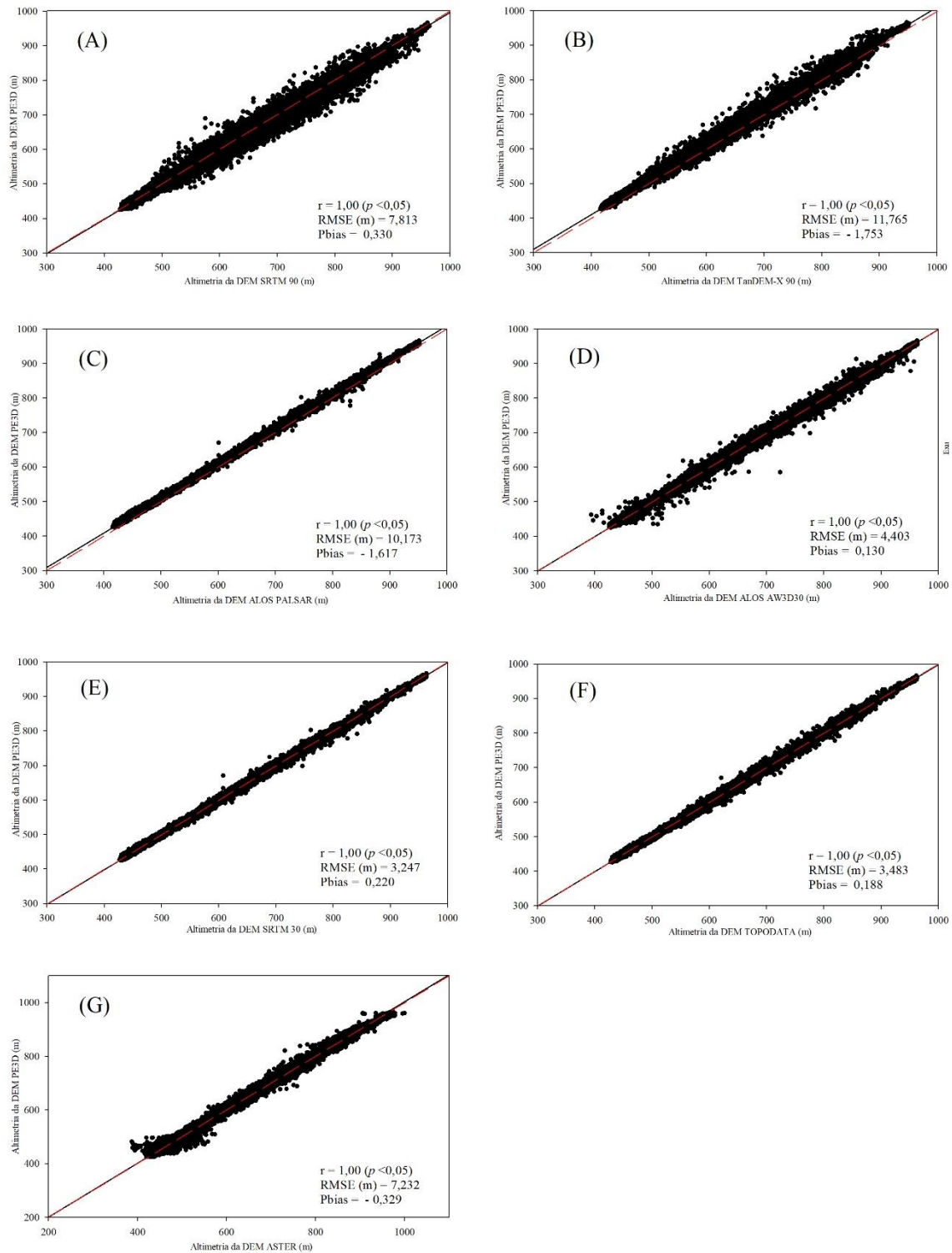
Legenda: linha sólida preta (regressão); linha tracejada vermelha (um para um).

APÊNDICE E - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE LAGOA GRANDE



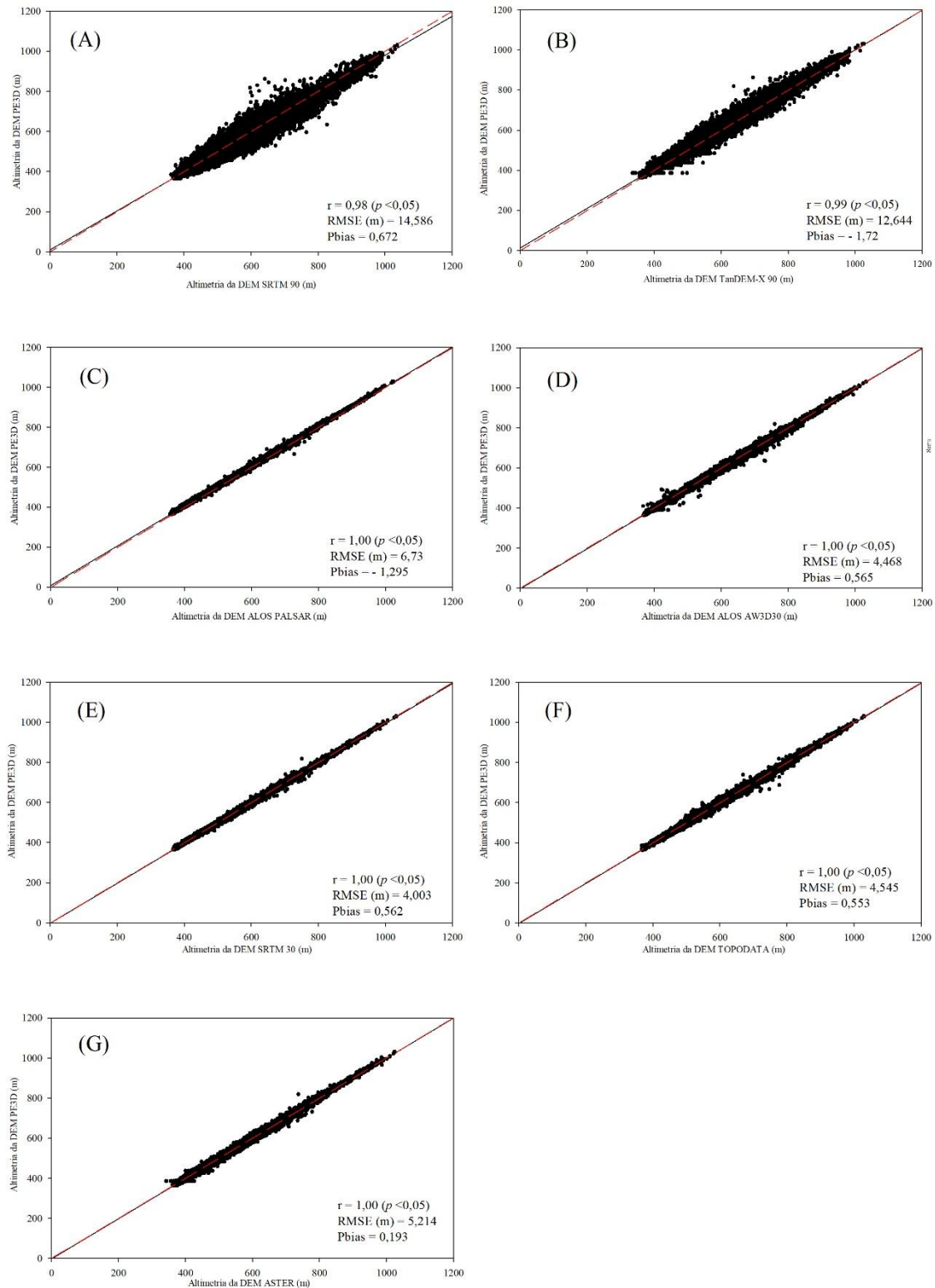
Legenda: linha sólida preta (regressão); linha tracejada vermelha (um para um).

APÊNDICE F - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE EXU



Legenda: linha sólida preta (regressão); linha tracejada vermelha (um para um).

APÊNDICE G - ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO EXPERIMENTAL DE SERRA TALHADA



Legenda: linha sólida preta (regressão); linha tracejada vermelha (um para um).

APÊNDICE H - DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “INFORMAÇÕES DO EMPREENDIMENTO”

Nível	Informações do empreendimento / Procedimentos Metodológicos (A)								
	Ano de publicação	Qtd de páginas	Qtd de pessoas na equipe	Descrição de área de estudo / Caracterização do empreendimento (A1)	Aspectos legais (A2)	Objetivo Geral do Plano (A3)	Objetivo Específico do Plano (A4)	Fornecer metodologia para procedimentos in loco (A5)	Fornecer metodologia para procedimentos que utilizaram Geotecnologias (A6)
0,1	-	-	-	O documento não descreve a área de estudo / Não caracteriza a área de empreendimento.	Não se observa o embasamento legislativo sobre o documento em questão.	Não se expõe objetivos gerais no que se refere à função do Plano.	Não se expõe objetivos específicos no que se refere à função do Plano.	O documento não explica como foram executados os procedimentos para obtenção dos dados in loco.	O documento não explica como foram executados os procedimentos para obtenção dos dados via Geotecnologias.
0,3	-	-	-	É descrito de forma superficial em ambientes não específicos.	Nota-se os aspectos legais expostos em ambientes não específicos.	Nota-se pequenos traços do que pode ser denominado de objetivo geral durante o plano.	Nota-se pequenos traços do que pode ser denominado de objetivo específico durante o plano.	Nota-se pequenos traços do que pode ser denominado de procedimentos metodológicos para estudos in loco ao decorrer do plano.	Nota-se pequenos traços do que pode ser denominado de procedimentos metodológicos para estudos com geotecnologias ao decorrer do plano.
0,5	-	-	-	O documento descreve a área de estudo / caracteriza a área de empreendimento.	Nota-se os aspectos legais expostos em ambientes não específicos ou superficiais.	Não se observa um campo específico para o objetivo, contudo, é exposto.	Não se observa um campo específico para o objetivo, contudo, é exposto.	É explícito de forma superficial como se deu os procedimentos metodológicos in loco.	É explícito de forma superficial como se deu os procedimentos metodológicos por Geotecnologias.
0,8	-	-	-	É descrito a área de estudo apontando aspectos gerais que virão a ser abordados em tópicos específicos a posteriori, podem estar presentes mapas neste em local específico.	O documento é amparado pelas legislações vigentes sobre o tema em questão.	O objetivo geral é exposto superficialmente e em ambiente específico.	O objetivo específico é exposto superficialmente e em ambiente específico.	Os procedimentos metodológicos in loco são apresentados de forma específica em cada tópico levantado no decorrer do documento.	Os procedimentos metodológicos por Geotecnologias são apresentados de forma específica em cada tópico levantado no decorrer do documento.
1	-	-	-	É descrito a área de estudo apontando aspectos gerais que virão a ser abordado em tópicos específicos a posteriori, mapas são expostos.	O documento é amparado pelas legislações vigentes sobre o tema em questão. Observa-se uma ampla discussão sobre o tema para a região.	O objetivo geral é exposto claramente e em ambiente específico para seu desenvolvimento.	Os objetivos específicos são expostos claramente e em ambiente específico para seu desenvolvimento.	Nota-se descritividade aprofundada de como foi executado os procedimentos in loco. Materiais, espaçamentos, tabelas, figuras e outros elementos são inclusos neste caso.	Nota-se descritividade aprofundada de como foi executado os procedimentos metodológicos com Geotecnologias. Equações, tabelas de critérios e outras condicionais alinhadas a boas práticas são inclusas neste caso.

APÊNDICE I – DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “FÍSICO / NATURAL”

Nível	Descrições específicas – Físico/Natural (B)						
	Aspectos Climatológicos e Meteorológicos (B1)	Aspectos Geológicos e Geomorfológicos (B2)	Altimétricos (B3)	Limnológicos (B4)	Hidrológicos e seus principais usos (B5)	Descreve a Flora (B6)	Descreve a Fauna (B7)
0,1	Não é observado a descrição do ambiente climatológico e/ou meteorológico para a região em questão.	Não se observa descrições de aspectos geomorfológicos e/ou geológicos para a região em questão.	Não há no documento características que demonstrem a altimetria da região em análise.	Nota-se ausência de aspectos relacionados a limnologia e seus correlatos (verificação de dimensões e concentração de sais, em relação aos fluxos de matéria e energia e as suas comunidades bióticas).	O documento não apresenta levantamentos acerca dos corpos hídricos da região específica tampouco das do entorno. Aspectos básicos sobre hierarquização dos rios também não são expostas.	O documento não descreve informações referente a flora do local em estudo.	O documento não descreve informações referente a fauna do local em estudo.
0,3	Existe descrições sobre clima e meteorologia fragmentados em outras análises do plano.	Os aspectos geomorfológicos e geológicos estão contidos de forma integrada a outras caracterizações.	Explica-se as características altimétricas junto a outros aspectos descritos no documento.	Explica-se sobre as características limnológicas em outros diagnósticos (como o hidrológico ou climatológico).	O Plano discute a hidrologia do local junto a outros aspectos físicos naturais, contudo, não há um local específico para tal.	O documento explana a flora em locais não específicos, comumente junto com a fauna.	O documento explana a fauna em locais não específicos, comumente junto com a flora.
0,5	Nota-se ambientes dedicados a descrição do clima e da meteorologia. Contudo, o exposto é muito generalista frente à literatura existente.	Percebe-se a existência de um local específico para descrição da Geologia e Geomorfologia, contudo, os dados expostos estão em sites não confiáveis/generalistas.	Em local específico são descritas as características altimétricas de forma geral da região.	Discute-se superficialmente acerca dos aspectos limnológicos da região de interesse.	Existe um ambiente que se discute superficialmente o cenário hidrológico da região de interesse.	A flora é descrita superficialmente em ambiente específico, apresentando apenas características gerais.	A fauna é descrita superficialmente em ambiente específico, apresentando apenas características gerais.
0,8	É explícito um ambiente para a descrição dos aspectos mais aprofundados sobre a climatologia e meteorologia do local em questão. Tabelas, Figuras, Mapas e outros componentes podem estar presentes para fomento do respaldo científico.	É descrita uma análise acurada sobre o cenário geomorfológico e geológico da região em questão. Tabelas, quadros e figuras podem auxiliar no respaldo descritivo.	Nota-se uma descrição fundamentada a partir de um plano de informação sobre elevação referência para o local específico. A apresentação de mapas e tabelas podem auxiliar na discussão dessa análise.	O desenvolvimento da discussão limnológica é realizada em ambiente específico pata o tema. Ademais, nota-se a presença de uma análise discutida mais profundamente, onde quadros explicativos, tabelas e figuras/mapas elaborados por outros autores podem estar presentes ou não.	São expostos os aspectos hidrológicos da região de interesse e seu entorno. Nota-se o esforço em catalogar a importância do aparato hidrológico para área. Mapas e tabelas podem dar suporte.	Nota-se a presente discussão acerca da flora local e as suas características específicas – observa-se traços analíticos desta descritividade. Mapas, quadros e tabelas podem ser expostos dando suporte à pesquisa.	Nota-se a presente discussão acerca da fauna local e as suas características específicas – observa-se traços analíticos desta descritividade. Mapas, quadros e tabelas podem ser expostos dando suporte à pesquisa.

1	No ambiente específico do Plano é notável uma discussão e apresentação plena dos aspectos climatológicos e meteorológicos da região de interesse. Artigos, desenvolvimento de mapas, tabelas e gráficos estão presentes no ambiente e dão o respaldo acadêmico necessário.	Observa-se uma descrição original sobre os aspectos geológicos e geomorfológicos da área de análise. É exposta junto a produtos como mapas, fotos, tabelas e gráficos, que juntos dão respaldo científico aos dados.	A utilização de informações sobre a elevação da região específica é discutida de acordo com as boas práticas acadêmicas. A presença de mapas, gráficos e tabelas estão neste campo e fomentam a caracterização como um todo.	A descrição limnológica é executada levando em consideração tabelas e gráficos sobre o tema em questão. A análise traz uma discussão junto a outros ambientes semelhantes e como as lições aprendidas nestes podem ser aplicadas nessa nova região de interesse.	A descrição hidrológica é presente em riqueza de detalhes, dando ênfase ao afluente primário, mas também apresentando características marcantes dos secundários e terciários, caso este haja. Mapas, gráficos e tabelas estão presentes e dão suporte ao que é descrito.	Registra-se um denso inventário sobre os aspectos da flora local. Analisa-se acerca da sua importância para com o meio. Apresenta-se através de mapas, fotos, tabelas e quadros.	Registra-se um denso inventário sobre os aspectos da fauna local. Analisa-se acerca da sua importância para com o meio. Apresenta-se através de mapas, fotos, tabelas e quadros.
---	---	---	---	---	---	---	---

APÊNDICE J – DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “SOCIAL ECONÔMICA”

Nível	Descrições específicas – Social econômica (C)		
	Uso e ocupação do entorno (C1)	Descreve o socioeconômico (C2)	Outras especificidades do local (C3)
0,1	Não é levantado quaisquer características sobre o uso da terra e ocupação do solo da área analisada e do seu entorno, nem em mapas ou discricional.	O documento não aponta as características sensíveis no que se refere ao socioeconômico do entorno.	Não se observa diagnósticos de ambientes potenciais a área (ex: arqueológico, cultural, turístico).
0,3	Observa-se as descrições do uso da terra e ocupação do entorno apresentadas junto a outras características socioeconômicas. Comumente são informações já copiadas de outro local, na íntegra ou em grandes partes.	As informações socioeconômicas não estão expostas em ambiente específico. Nota-se a presença dessa difundidas em outras caracterizações.	As informações referentes às outras especificidades estão apresentadas em outras caracterizações.
0,5	Em ambiente específico para o tema, é descrito o uso e ocupação do entorno da área de interesse e sua área de entorno, independentemente do tamanho da mesma. As informações apresentadas já estão presentes em outros documentos. Não existe fotos, mapas ou metodologias de extração presentes nesse local.	Observa-se uma caracterização superficial sobre o cenário socioeconômico do local de interesse; essas informações foram copiadas de forma integral ou semi-integral de outros ambientes descritivos.	Observa-se outros potenciais sendo discutidos, mas como intenção de apresentação, sem aprofundamento sobre o (s) tema (s).
0,8	Nota-se uma descrição analítica da região de interesse junto (ou não) das regiões circundantes. Os procedimentos metodológicos para a referida extração de informações são expostos claramente no campo “procedimentos metodológicos”. Fotos, mapas e gráficos podem auxiliar na visualização e estar contidas no campo de caracterização específico.	Nota-se a presença de uma análise socioeconômica para o ambiente de interesse e seu entorno, levando em consideração os cenários passado-presente da região. Fotos, gráficos e tabelas podem auxiliar na descrição.	Nota-se a descrição de outras atividades potenciais para a área de interesse, bem como o levantamento da relevância destes para o local e suas repercussões. Mapas, fotos e outros elementos ilustrativos não são apresentados.
1	É apresentado um levantamento do uso da terra e ocupação do solo levando em consideração as potencialidades locais e as vulnerabilidades da mesma. Na análise em apresentação são representados gráficos, tabelas e mapas para fomento da discussão. Ademais, os procedimentos para extração de informações são expostos, o que alinha as boas práticas acadêmicas com a tomada de decisão institucional.	É descrito o cenário socioeconômico levando em consideração o que já foi exposto nas organizações de pesquisas governamentais, artigos da área e no trabalho de campo feito para a criação do plano. A análise do passado presente do ambiente é apresentada junto a fotos, mapas, gráficos e outro elementos ilustrativos.	Descreve-se todos os potenciais para região em ambientes específicos, considerando sua relevância para o local, suas repercussões para a sociedade, fauna e flora e a necessidade de preservar. Mapas, gráficos e outros elementos ilustrativos são levantados para fomento da discussão.

APÊNDICE K – DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “ZONEAMENTO AMBIENTAL”

Nível	Descrições específicas - Zoneamento Ambiental (D)					
	Propõe Zonas de Segurança (D1)	Propõe Zona de Preservação Permanente (D2)	Propõe Zona de uso potencial (D3)	Propõe Zonas de usos turísticos/lazer (D4)	Propõe Zonas de usos agropecuários (D5)	Propõe outros tipos de zonas (D6)
0,1	O documento não propõe zonas de segurança para o local em descrição.	O documento não propõe ou não considera as zonas de preservação para o local em descrição.	Não é proposto ou considerado ambiente de uso potencial para o documento em questão.	Não se propõe área potencial ao turismo ou lazer para o ambiente de interesse.	Não se considera ou se propõe zonas de usos potenciais à agropecuária no ambiente de interesse.	Não se propõe ou não considera outros tipos de zonas para o ambiente de interesse em questão.
0,3	O documento propõe zonas de segurança para o local em questão no formato descritivo em tom superficial.	O documento propõe zonas de preservação para o local em questão no formato descritivo em tom superficial.	O documento propõe zonas de uso potencial para o local em questão no formato descritivo em tom superficial.	O documento propõe zonas de uso turístico para o local em questão no formato descritivo em tom superficial.	O documento propõe zonas de uso agropecuário para o local em questão no formato descritivo em tom superficial.	O documento propõe outros tipos de zonas para o local em questão no formato descritivo em tom superficial.
0,5	Nota-se uma proposição descritiva das zonas de segurança para o empreendimento, contudo, não há elementos visuais.	Considera-se ou propõe áreas de preservação permanente para a região em questão no formato descritivo.	As zonas de uso potencial são levantadas apenas no âmbito descritivo.	Descreve-se que há a possibilidade da criação de zonas de lazer e/ou ambientes turísticos com a aplicação do empreendimento.	O documento levanta a possibilidade de zonas de usos agropecuários, porém, não demonstram os locais.	Há a descrição de outros tipos de zonas para a região em questão, podendo estas serem bem fundamentadas, mas não há uma representação visual.
0,8	É apresentada proposições para Zonas de segurança amparadas a documentos relevantes que sustentem essas considerações tomando-a densas, contudo, não há elementos visuais para fomento do exposto.	É apresentada proposições para Zonas de preservação permanentes amparadas a documentos relevantes que sustentem essas considerações tomando-a densas, contudo, não há elementos visuais para fomento do exposto.	É apresentada proposições para Zonas de uso potenciais amparadas a documentos relevantes que sustentem essas considerações tomando-a densas, contudo, não há elementos visuais para fomento do exposto.	É apresentada proposições para Zonas de turismo amparadas a documentos relevantes que sustentem essas considerações tomando-a densas, contudo, não há elementos visuais para fomento do exposto.	É apresentada proposições para Zonas agropecuárias amparadas a documentos relevantes que sustentem essas considerações tomando-a densas, contudo, não há elementos visuais para fomento do exposto.	É apresentada proposições para outros tipos de Zonas amparadas a documentos relevantes que sustentem essas considerações tomando-a densas, contudo, não há elementos visuais para fomento do exposto.
1	A descrição das zonas de segurança é executada seguindo a legislação e mediante a junção com elementos ilustrativos, como mapas, cartas, cartogramas ou outras figuras que demonstrem o local em questão.	É existente a proposta ou a consideração de zonas de Preservação permanente levando em consideração as áreas pré-existentes e a apresentação destas nos formatos de mapas ou ilustrações que permitam dar respaldo visual para a descrição.	As zonas de uso potencial são descritas e/ou consideradas no documento. Sua exposição vem sendo através de mapas bem elaborados e de fácil percepção.	É apontada a área destinada ao zoneamento turístico para a determinada região mediante a respectiva descrição e a confecção de mapas elaborados.	As áreas de uso agropecuário (de subsistência ou não) são levantadas de acordo com as metodologias existentes na literatura e representada em mapas junto a uma boa fundamentação.	Outros tipos de áreas com potencial ao zoneamento da região de interesse são propostos, dentro do cunho descritivo, metodológico e visual existentes nas melhores práticas analíticas e de pesquisa.

APÊNDICE L – DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “COMPATIBILIZAÇÃO COM O ENTORNO”

Nível	Aspectos gerais – compatibilização com o entorno (E)					
	Utilizam mapas próprios (E1)	Utiliza mapa de outros documentos/artigos (E2)	O documento dialoga com outros documentos (E3)	O documento propõe incentivos e monitoramento para a região (E4)	O documento apresenta plano de mitigação (E5)	Considerações finais e recomendações (E6)
0,1	Não utilizam mapas próprios	Não utilizam mapas advindo de documentos/artigos antigos e/ou recentes.	O documento não dialoga com outros documentos.	O manuscrito não propõe ou incentiva o monitoramento para a região de interesse.	Não se observa plano de mitigação no documento em questão.	Não se observa um espaço lançando as considerações finais e recomendações do plano.
0,3	Utilizam mapas readaptados de outras bases de dados	Citam os trabalhos que existem mapas sobre o local em questão, contudo, não os apresenta no documento.	Observa-se a presença de um diálogo entre o Plano e outros documentos sobre o tema, contudo, não explicitamente.	Nota-se aspectos descritivos que apontam os incentivos e monitoramento para a região em questão, todavia, dissipado ao logo do documento.	Nota-se aspectos descritivos que apontam o plano de mitigação para a região em questão, todavia, dissipado ao logo do documento.	Nota-se uma pequena finalização do plano / as considerações são apresentadas de forma dispersa.
0,5	Utiliza-se mapas próprios, contudo, os respectivos mapas não estão de acordo com as conversões cartográficas e geográficas.	Utilizam alguns mapas, cartas e informações oriundas de outros documentos e/ou artigos sobre a área de interesse, e os respectivos são citados/referenciados corretamente.	Observa-se a presença de um diálogo entre o Plano e outros documentos sobre o tema de forma superficial.	Nota-se em região específica aspectos descritivos que apontam os incentivos e monitoramento para a região em questão, todavia, de forma superficial.	Os aspectos de mitigação do plano estão expostos em ambientes não específicos, recebendo um caráter superficial.	As considerações finais e recomendações estão expostas em ambientes não específicos, recebendo um caráter superficial.
0,8	Observa-se a utilização de mapas próprios confeccionados de acordo com as normas existentes na cartografia/geografia.	Utilizam mapas, cartas e informações oriundas de outros documentos e/ou artigos sobre a área de interesse, referenciando corretamente de acordo com as normas da ABNT.	É explícito o diálogo que o documento mantém com outros, aspecto esse visivelmente notado na descrição ao longo das páginas. Figuras, Quadros e tabelas podem apoiar o diálogo.	Em região específica é explícita as recomendações para a proposição de incentivos e monitoramento para região de interesse e seu entorno. Exemplos como Figuras, Quadros, Tabelas e outros aspectos podem estar presentes.	As características acerca do plano de mitigação estão presentes no trabalho sendo descrita de forma densa. Aspectos visuais podem estar contidos para fomentar ainda mais o que foi descrito neste local.	É observado um ambiente específico para considerações finais e recomendações, contudo, em caráter superficial.
1	Observa-se a utilização de mapas próprios confeccionados de acordo com as normas existentes na cartografia/geografia e os descreve ao longo do documento.	Utilizam mapas, cartas e informações oriundas de outros documentos e/ou artigos sobre a área de interesse, referenciando corretamente de acordo com as normas da ABNT descrevendo-os ao longo do relatório.	É explícito o diálogo que o documento mantém com outros, aspecto esse visivelmente notado na descrição ao longo das páginas, com a presença de figuras, quadros e tabelas.	Em região específica é explícita as recomendações para a proposição de incentivos e monitoramento para região de interesse e seu entorno. Figuras, Quadros, Tabelas e outros aspectos estão presentes para fomento da proposta.	Nota-se a presença de um plano de mitigação para a região de interesse e seu entorno. Aspectos visuais estão contidos neste local para fomentar os escritos expostos.	É observado um ambiente específico bem como uma discussão que considera os tópicos supracitados presentes no PACUERA.

APÊNDICE M – DESCRIÇÃO DOS INDICADORES E CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA GRANDE ÁREA DENOMINADA “POTENCIALIDADES ALTERNATIVAS”

Nível	Proposições - Potencialidades Alternativas (F)				
	O documento apresenta aspectos de valoração ambiental visando preservação (F1)	O documento tem um mapeamento de áreas em desertificação (F2)	O documento tem um mapeamento de áreas potenciais a erosão e emissão de sedimentos (F3)	Existe um mapeamento geopotencial de fruticulturas rentáveis para área (F4)	O documento apresenta cenários de aumento populacionais para o entorno do reservatório (F5)
0,1	O documento não apresenta aspectos de valoração ambiental visando a preservação do espaço de interesse e seu entorno.	Não se observa análise sobre desertificação no documento.	Não é apresentado o mapeamento de áreas passíveis de erosão e de emissão de sedimentos.	Não há o levantamento do geopotencial fruticultor específico para área.	O documento não apresenta aspectos de valoração ambiental visando a preservação do espaço de interesse e seu entorno.
0,3	Nota-se a discussão sobre os aspectos de valoração ambiental visando a preservação presentes de forma dispersa ou suave em outros tópicos do Plano Ambiental.	Nota-se a presença de locais comentando sobre a possível presença de áreas em processo de desertificação, contudo, não se aprofunda sobre o tema tampouco há um ambiente específico discursivo.	Nota-se a discussão sobre as áreas potenciais a erosão e emissão de sedimentos presentes de forma dispersa ou suave em outros tópicos do Plano Ambiental.	Nota-se a discussão sobre as áreas potenciais ao cultivo agrícola presentes de forma dispersa ou suave em outros tópicos do Plano Ambiental.	Nota-se suaves trechos que podem indicar a apresentação de cenários de aumentos ou redução da população do local em questão.
0,5	Os aspectos de valoração ambiental visando a preservação são levantados em outros locais do Plano, sobretudo a área do levantamento socioeconômico, de uso ou em alguns zoneamentos. Por não ser o assunto principal, tem caráter superficial.	Nota-se a presença de local específico que comenta sobre a possível presença de áreas em processo de desertificação, contudo, não se aprofunda sobre o tema.	Há uma discussão sobre erosividade e sedimentologia em tópicos relacionados a estes, contudo, como não é o enfoque do tópico em questão, o assunto é tratado de forma superficial.	Nota-se a discussão sobre as áreas potenciais ao cultivo agrícola presentes em ambiente específico, contudo, de forma superficial.	As dinâmicas populacionais estão discutidas superficialmente em ambientes disseminados como o uso e ocupação, o levantamento social e alguns zoneamentos.
0,8	Em ambiente específico é levantado uma caracterização descritiva de valoração ambiental. Uma análise de quanto as circunvizinhanças recebem, para manutenção de vida, o quanto o entorno está disposto a pagar para o fomento da preservação.	É existente uma discussão em local específico sobre as áreas potenciais a desertificação do local do empreendimento e seu entorno. Mapas, tabelas e metodologia podem estar expostos, contudo, há uma descrição amparada em literatura.	Observa-se uma discussão sobre as áreas potenciais a erosão e emissão de sedimentos em diversos tópicos de forma mais aprofundada. Mapas, tabelas e quadros podem ser expostos para melhor abordagem do tema.	Em locais fixados para estes ou não é notável uma discussão densa sobre a capacidade produtiva via fruticultura destinada a referida região levando em consideração o edafoclimático. Figuras, tabelas e quadros podem dar suporte à descrição.	É apresentada em local específico a descrição dos cenários migratórios da população sobre a área do entorno do reservatório.
1	Em ambiente específico é levantado uma caracterização de valoração ambiental. Uma análise de quanto as circunvizinhanças recebem, para manutenção de vida, o quanto o entorno está disposto a pagar para o fomento da preservação, relação finanças via turismo, entre outros. Tabelas, gráficos fomentam as premissas apresentadas.	É existente uma discussão em local específico sobre as áreas potenciais a desertificação do local do empreendimento e seu entorno. Mapas, tabelas e metodologia estão expostos claramente para análise dos dados produzidos e como foi executado o fomento da pesquisa.	É existente uma discussão em local específico sobre as áreas potenciais a emissão de sedimentos e passividade a erosão. Mapas, tabelas e metodologia estão expostos claramente para análise dos dados produzidos e como foi executado o fomento da pesquisa.	Observa-se a presença em ambiente específico ou na área de Zoneamento de uma discussão acerca do potencial a fruticultura direcionada as condições edafoclimáticas da região. Mapas, tabelas e metodologias estão expostos claramente para dar suporte aos dados.	É apresentado os cenários migratórios da população sobre a área do entorno do reservatório. Mapas e outras ferramentas estão expostas junto as suas respectivas metodologias.

APÊNDICE N – ANÁLISE PRIMÁRIA DETALHADA DOS PACUERAS DE DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL SOB OS INDICADORES DO IPARA

Nome	Informações / Procedimentos Metodológicos (A)						Descrições específicas – Físico/Natural (B)									Social (C)						Zoneamento Ambiental (D)						Aspectos Gerais - Compatibilização (E)					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	F2	F3	C1	C2	C3	F1	F4	F5	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Reservatório Negros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0,1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reservatório Ipojuca (Simplificado)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0,1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UHE Xingó	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	1	1	1	1	0,5	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UHE Sobradinho (Resumido)	1	1	1	1	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	1	0,5	0,5	0,5	0,1	1	0,1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nome	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	F2	F3	C1	C2	C3	F1	F4	F5	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6

Análise feita nos meses de setembro a dezembro de 2019

APÊNDICE O – ANÁLISE SECUNDÁRIA DETALHADA DOS PACUERAS DE DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL SOB OS INDICADORES DO IPARA

Nome	Informações / Procedimentos Metodológicos (A)						Descrições específicas – Físico/Natural (B)								Social (C)						Zoneamento Ambiental (D)						Aspectos Gerais - Compatibilização (E)						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	F2	F3	C1	C2	C3	F1	F4	F5	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Reservatório Negros	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8	1	1	1	0,5	1	0,8	1	1	0,1	1	0,5	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1
Reservatório Ipojuca (Simplificado)	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8	1	1	1	0,5	1	0,8	1	1	0,1	1	0,5	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1
UHE Xingó	1	1	1	1	0,8	0,8	1	1	0,5	1	1	1	1	0,3	1	1	1	1	0,5	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UHE Sobradinho (Resumido)	1	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	0,8	1	0,8	1	0,1	1	1	0,8	1	0,1	1	0,1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nome	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	F2	F3	C1	C2	C3	F1	F4	F5	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6

Análise feita nos meses de junho a setembro de 2020

APÊNDICE P – RESULTADO (MÉDIA NUMÉRICA) DAS ANÁLISES DOS PACUERAS DE DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL SOB OS INDICADORES DO IPARA

Nome	Informações / Procedimentos Metodológicos (A)						Descrições específicas – Físico/Natural (B)									Social (C)						Zoneamento Ambiental (D)						Aspectos Gerais - Compatibilização (E)						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	F2	F3	C1	C2	C3	F1	F4	F5	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Reservatório Negros	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9	1	1	1	0,5	1	0,9	1	1	0,1	1	0,5	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reservatório Ipojuca (Simplificado)	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9	1	1	1	0,5	1	0,9	1	1	0,1	1	0,5	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UHE Xingó	1	1	1	1	0,9	0,9	1	1	0,75	1	1	1	1	0,3	1	1	1	1	0,5	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UHE Sobradinho (Resumido)	1	0,75	0,75	0,75	1	1	0,5	0,75	0,75	0,65	0,75	0,65	0,75	0,1	1	0,75	0,65	0,75	0,1	1	0,1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nome	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	F2	F3	C1	C2	C3	F1	F4	F5	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	

APÊNDICE Q – CODÍGOS BASES (PENSAMENTO BASILAR) PARA DESENVOLVIMENTO DO IPARA / SIPARA NO SOFTWARE MICROSOFT EXCEL

Essas informações são referentes ao arquivo. As células "Resultados-trasposto" estão na parte inferior na área denominada "Área de Administrador". Esses são os códigos presentes para criação do índice em questão.

ABA INFORMAÇÕES (A)

A1 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(C9=1;0,1;SE(C9=2;0,3;SE(C9=3;0,5;SE(C9=4;0,8;SE(C9=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =C102

A2 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(D9=1;0,1;SE(D9=2;0,3;SE(D9=3;0,5;SE(D9=4;0,8;SE(D9=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(C103=0,1;0,1;D102)

A3 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(E9=1;0,1;SE(E9=2;0,3;SE(E9=3;0,5;SE(E9=4;0,8;SE(E9=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =E102

A4 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(F9=1;0,1;SE(F9=2;0,3;SE(F9=3;0,5;SE(F9=4;0,8;SE(F9=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(E103=0,1;0,1;F102)

A5 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(G9=1;0,1;SE(G9=2;0,3;SE(G9=3;0,5;SE(G9=4;0,8;SE(G9=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =G102

A6 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(H9=1;0,1;SE(H9=2;0,3;SE(H9=3;0,5;SE(H9=4;0,8;SE(H9=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(G103=0,1;0,1;H102)

ABA FÍSICO NATURAL (B)

B1 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(C17=1;0,1;SE(C17=2;0,3;SE(C17=3;0,5;SE(C17=4;0,8;SE(C17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(D101=0,1;F101=0,1;G101=0,1;H101=0,1;I101=0,1);0,1;C101)

B2 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(D17=1;0,1;SE(D17=2;0,3;SE(D17=3;0,5;SE(D17=4;0,8;SE(D17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(D101=0,1;F101=0,1;G101=0,1;H101=0,1;I101=0,1);0,1;D101)

B3 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(E17=1;0,1;SE(E17=2;0,3;SE(E17=3;0,5;SE(E17=4;0,8;SE(E17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(D101=0,1;F101=0,1;G101=0,1;H101=0,1;I101=0,1);0,1;E101)

B4 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(F17=1;0,1;SE(F17=2;0,3;SE(F17=3;0,5;SE(F17=4;0,8;SE(F17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(D101=0,1;F101=0,1;G101=0,1;H101=0,1;I101=0,1);0,1;F101)

B5 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(G17=1;0,1;SE(G17=2;0,3;SE(G17=3;0,5;SE(G17=4;0,8;SE(G17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(D101=0,1;F101=0,1;G101=0,1;H101=0,1;I101=0,1);0,1;G101)

B6 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(H17=1;0,1;SE(H17=2;0,3;SE(H17=3;0,5;SE(H17=4;0,8;SE(H17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(D101=0,1;F101=0,1;G101=0,1;H101=0,1;I101=0,1);0,1;H101)

B7 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(I17=1;0,1;SE(I17=2;0,3;SE(I17=3;0,5;SE(I17=4;0,8;SE(I17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(D101=0,1;F101=0,1;G101=0,1;H101=0,1;I101=0,1);0,1;I101)

F2 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(J17=1;0,1;SE(J17=2;0,3;SE(J17=3;0,5;SE(J17=4;0,8;SE(J17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(D101=0,1;F101=0,1;G101=0,1;H101=0,1;I101=0,1);0,1;J101)

F3 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(K17=1;0,1;SE(K17=2;0,3;SE(K17=3;0,5;SE(K17=4;0,8;SE(K17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(D101=0,1;F101=0,1;G101=0,1;H101=0,1;I101=0,1);0,1;K101)

ABA SOCIOECONÔMICO (C)

C1 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(C17=1;0,1;SE(C17=2;0,3;SE(C17=3;0,5;SE(C17=4;0,8;SE(C17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C100=0,1;D100=0,1);0,1;C100)

C2 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(D17=1;0,1;SE(D17=2;0,3;SE(D17=3;0,5;SE(D17=4;0,8;SE(D17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C100=0,1;D100=0,1);0,1;D100)

C3 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(E17=1;0,1;SE(E17=2;0,3;SE(E17=3;0,5;SE(E17=4;0,8;SE(E17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C100=0,1;D100=0,1);0,1;E100)

F1 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(F17=1;0,1;SE(F17=2;0,3;SE(F17=3;0,5;SE(F17=4;0,8;SE(F17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C100=0,1;D100=0,1);0,1;F100)

F4 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(G17=1;0,1;SE(G17=2;0,3;SE(G17=3;0,5;SE(G17=4;0,8;SE(G17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C100=0,1;D100=0,1);0,1;G100)

F5 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(H17=1;0,1;SE(H17=2;0,3;SE(H17=3;0,5;SE(H17=4;0,8;SE(H17=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C100=0,1;D100=0,1);0,1;H100)

ABA ZONEAMENTO (D)

D1 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(C15=1;0,1;SE(C15=2;0,3;SE(C15=3;0,5;SE(C15=4;0,8;SE(C15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C102=0,1;D102=0,1;E102=0,1);0,1;C102)

D2 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(D15=1;0,1;SE(D15=2;0,3;SE(D15=3;0,5;SE(D15=4;0,8;SE(D15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C102=0,1;D102=0,1;E102=0,1);0,1;D102)

D3 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(E15=1;0,1;SE(E15=2;0,3;SE(E15=3;0,5;SE(E15=4;0,8;SE(E15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C102=0,1;D102=0,1;E102=0,1);0,1;E102)

D4 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(F15=1;0,1;SE(F15=2;0,3;SE(F15=3;0,5;SE(F15=4;0,8;SE(F15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C102=0,1;D102=0,1;E102=0,1);0,1;F102)

D5 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(G15=1;0,1;SE(G15=2;0,3;SE(G15=3;0,5;SE(G15=4;0,8;SE(G15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C102=0,1;D102=0,1;E102=0,1);0,1;G102)

D6 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(H15=1;0,1;SE(H15=2;0,3;SE(H15=3;0,5;SE(H15=4;0,8;SE(H15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =SE(OU(C102=0,1;D102=0,1;E102=0,1);0,1;H102)

ABA ASPECTOS GERAIS (E)

E1 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(C15=1;0,1;SE(C15=2;0,3;SE(C15=3;0,5;SE(C15=4;0,8;SE(C15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =C102

E2 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(D15=1;0,1;SE(D15=2;0,3;SE(D15=3;0,5;SE(D15=4;0,8;SE(D15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =D102

E3 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(E15=1;0,1;SE(E15=2;0,3;SE(E15=3;0,5;SE(E15=4;0,8;SE(E15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =E102

E4 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(F15=1;0,1;SE(F15=2;0,3;SE(F15=3;0,5;SE(F15=4;0,8;SE(F15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =F102

E5 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)

=SE(G15=1;0,1;SE(G15=2;0,3;SE(G15=3;0,5;SE(G15=4;0,8;SE(G15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =G102

E6 - (CÉLULA RESULTADO-TRANSPOSTO)
 =SE(H15=1;0,1;SE(H15=2;0,3;SE(H15=3;0,5;SE(H15=4;0,8;SE(H15=5;1;"S/D"))))) e (CÉLULA RESULTADO) =H102

ABA IPARA - RESUMO
 DEMONSTRATIVO DETALHADO DA FORMULAÇÃO

SIGLAS DOS INDICADORES (TODOS OS "CÉLULAS RESULTADOS" COMPILADOS E ORGANIZADOS PELA SUA CLASSE E NÚMERO)

PONTUAÇÃO OBTIDA DO DOCUMENTO ANALISADO PARA OS INDICADORES - PSI
 PESO PARA CADA INDICADOR PROPOSTO (FIXADO) (PONTUAÇÃO DESCRITA NA TESE, QUADRO 9 CAPÍTULO 3)

VALOR DO INDICADOR INDIVIDUAL - VLI
 MULTIPLICAÇÃO DAS CÉLULAS "SIGLAS DOS INDICADORES" PELA CÉLULA DE PESO PARA CADA INDICADOR PROPOSTO.

RESULTADO DOS INDICADORES POR ÁREA - RIA
 SOMA DE CADA ÁREA EM RELAÇÃO AOS VLIs.

PESO PROPOSTOS PARA AS GRANDES ÁREAS (FIXADO) - PAI
 PESO PARA CADA GRANDE ÁREA PROPOSTO (DESCRITO NA TESE, QUADRO 9, CAPÍTULO 3)

RESULTADO POR ÁREA INDIVIDUAL - RAI
 MULTIPLICAÇÃO DAS CÉLULAS DO RIA JUNTO AS CÉLULAS DO PAI

IPARA RESULTADO
 SOMA DE TODAS AS GRANDES ÁREAS ORIUNDAS DO RESULTADO POR ÁREA INDIVIDUAL (RAI)

RESULTADOS INTERATIVOS
 CÉLULA APRESENTAÇÃO

CODE -
 =SE(C13>0,8;"Excelente";SE(C13>=0,7;"Recomendável";SE(C13>=0,6;"Revisar";SE(C13>=0,5;"Crítico (ii)";SE(C13>=0,4;"Crítico (i)";SE(C13<0,4;"Rejeitar"))))))