



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO

CODEVASF 



SUMÁRIO EXECUTIVO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU - MA

COLEÇÃO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU-MA

São Luís - MA
2025

MINISTÉRIO DA
INTEGRAÇÃO E DO
DESENVOLVIMENTO
REGIONAL

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

GOVERNO DO
MARANHÃO
TRABALHANDO PARA TODOS

NUGeo
NÚCLEO GEOAMBIENTAL - UEMA

FAPEAD
FUNDAÇÃO DE APOIO
AO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

 **Editora
Uema**

Sumário Executivo do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA

EDITOR RESPONSÁVEL

Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

CONSELHO EDITORIAL

Alan Kardec Gomes Pachêco Filho

Ana Lucia Abreu Silva

Ana Lúcia Cunha Duarte

Cynthia Carvalho Martins

Eduardo Aurélio Barros Aguiar

Emanoel Cesar Pires de Assis

Denise Maia Pereira

Fabíola Hesketh de Oliveira

Helciane de Fátima Abreu Araújo

Helidacy Maria Muniz Corrêa

Jackson Ronie Sá da Silva

José Roberto Pereira de Sousa

José Sampaio de Mattos Jr

Luiz Carlos Araújo dos Santos

Marcos Aurélio Saquet

Maria Medianeira de Souza

Maria Claudene Barros

Rosa Elizabeth Acevedo Marin

Wilma Peres Costa

2

Diagramação: Letícia Pontes, Danúbio Campos, Elienê Pontes e Hauanen Rocha

Sumário Executivo do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA. [recurso eletrônico]./ organizadores Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias, Elienê Pontes Araújo, Luiz Carlos Araújo dos Santos, Jucivan Ribeiro Lopes. Ariadne Enes Rocha, Karina Suzana Feitosa Pinheiro, Paulo Henrique Aragão Catunda. São Luís - MA: EDUEMA, 2025.

43p.il.col. (Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru- MA; v.8)

Livro eletrônico

ISBN: 978-85-8227-582-5

1. Geociências. 2. Gestão de Recursos Hídricos . 3. Planejamento Territorial . 4. Maranhão (Estado). I. Dias, Luiz Jorge Bezerra da Silva.[et.al.] II. CODEVASF. III UEMA. IV. FAPEAD. V.Título.

CDU:556.51(083.86)(812.1)

Elaborado por Luciana de Araújo - CRB 13/445

**PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU (PRH-ITAPECURU)
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO/NÚCLEO GEOAMBIENTAL - NUGEO/UEMA
PRÉ-PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS**

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO	REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
CARLOS ORLEANS BRANDÃO JUNIOR GOVERNADOR	LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA PRESIDENTE
FELIPE COSTA CAMARÃO VICE GOVERNADOR	GERALDO JOSÉ RODRIGUES ALCKMIN FILHO VICE PRESIDENTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA	COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA - CODEVASF
WALTER CANALES SANT'ANA REITOR	ANTÔNIO WALDEZ GÓES DA SILVA MINISTRO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL
PAULO HENRIQUE ARAGÃO CATUNDA VICE-REITOR	MARCELO ANDRADE MOREIRA PINTO DIRETOR-PRESIDENTE DA CODEVASF
ILKA MÁRCIA RIBEIRO DE SOUZA SERRA PRÓ-REITORA DE EXTENSÃO E ASSUNTOS ESTUDANTIS	JOSE VIVALDO SOUZA DE MENDONÇA FILHO DIRETOR DA ÁREA DE REVITALIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
MARCELO CHECHE GALVES PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO	CLOVIS LUÍS PAZ OLIVEIRA SUPERINTENDENTE REGIONAL DA CODEVASF/8ªSR
LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS COORDENADOR DO CONVENIO N 8.088.00/2016-CODEVASF -UEMA (SICONV N 842341/2016)	ADENILSON KERLISSON CARVALHO DE OLIVEIRA GERENTE DA 8ª GERÊNCIA REGIONAL DE REVITALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL DA CODEVASF/8ªSR
JUCIVAN RIBEIRO LOPES COORDENADOR DO NÚCLEO GEOAMBIENTAL	VIRLEY GARDENY LIMA SENA CHEFE DA UNIDADE REGIONAL DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL E ADMINISTRAÇÃO FUNDIÁRIA DA CODEVASF/8ªSR
ELIENÉ PONTES DE ARAÚJO COORDENADORA DE PROJETOS DO NÚCLEO GEOAMBIENTAL	WELLIAN MOREIRA DOS SANTOS FISCAL DO CONVENIO Nº 8.088.00/2016-CODEVASF-UEMA

3

EQUIPE TÉCNICA

EQUIPE DE COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO

LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS (COORD)
ELIENÉ PONTES DE ARAÚJO
LUIZ CARLOS ARAÚJO DOS SANTOS
JUCIVAN RIBEIRO LOPES
ARIADNE ENES ROCHA
KARINA SUZANA FEITOSA PINHEIRO
PAULO HENRIQUE DE ARAGÃO CATUNDA

GEOPROCESSAMENTO/BANCO DE DADOS/SIGWEB

ELIENÉ PONTES DE ARAÚJO
HAUANEN ARAÚJO ROCHA
IDEVAN GUSMÃO SOARES
DANÚBIO CAMPOS PINHEIRO
JONY HERBETH ALMEIDA SILVA
MÁRCIO ROBERTO BEZERRA FIALHO

PROJETO GRÁFICO

DANÚBIO CAMPOS PINHEIRO
LETÍCIA PONTES DE ARAÚJO CAVALCANTE
ELIENÉ PONTES DE ARAÚJO
HAUANEN ARAÚJO ROCHA



PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU

SUMÁRIO EXECUTIVO

COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO:

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias
Elienê Pontes de Araújo
Luiz Carlos Araújo dos Santos
Jucivan Ribeiro Lopes
Ariadne Enes Rocha
Karina Suzana Feitosa Pinheiro
Paulo Henrique de Aragão Catunda

EDIÇÃO E DESIGN GRÁFICO:

Letícia Pontes de Araújo Cavalcante, Danúbio Campos Pinheiro, Elienê Pontes de Araújo e Hauanen Araújo Rocha

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Articulação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.....	8
Figura 2: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru no estado do Maranhão.	10
Figura 3: Subdivisão da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru em Alto Curso, Médio Curso e Baixo Curso.....	11
Figura 4: Plotagem das observações adimensionalizadas pela Q_{MLT} do Alto e médio Itapecuru em função da variável reduzida normal.	16
Figura 5: Plotagem das observações adimensionalizadas pela Q_{XLT} do Alto e Médio Itapecuru em função da variável reduzida normal.	17
Figura 6: Regionalização das vazões Q_{90} , máximas e médias da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.	18
Figura 7: Requisitos de qualidade da água em função das classes de enquadramento e usos da água (ANA, 2021).	19
Figura 8: Usos possíveis de acordo com as Classes (ANA, 2021).	20
Figura 9: Estações Fluviométricas de Qualidade das Águas na Bacia do Rio Itapecuru.	21
Figura 10: Indicativos de diretrizes gerais para a implementação de ações integradas voltadas para a melhoria dos cenários atuais da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.....	37
Figura 11: Matriz morfológica das incertezas críticas para as próximas décadas.	41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Vazão média adimensionalizada pela vazão média de longo período do Alto e médio Itapecuru, associado a um T_r e distribuída em Log-Normal.....	16
Tabela 2: Vazão média adimensionalizada pela vazão máxima de longo período do Alto e Médio Itapecuru, associado a um T_r distribuído em Normal.....	18
Tabela 3: Indicação de metas a serem adotadas para cada um dos 26 cenários atuais apontados para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, com seus devidos horizontes temporais de implementação e agentes públicos e/ou privados por elas responsáveis.	25

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABELAS.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU	9
3. SÍNTESE DO ENQUADRAMENTO DOS CURSOS HIDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU.....	14
4. SÍNTESE DOS PROGNÓSTICOS DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU	23
5. SÍNTESE DA CENARIZAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS AO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU.....	41
REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

A Universidade Estadual do Maranhão, através da Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Estudantis, propõe o Plano de Trabalho para ELABORAÇÃO DE PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU, LOCALIZADA NO ESTADO DO MARANHÃO, conforme o Convênio Nº 808800/2016-CODEVASF/UEMA, atendendo as condições previstas no Termo de Referência aprovado pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF em 30 de dezembro de 2016.

O Termo de Referência (TR) está em sintonia com a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, e sua elaboração tomou por base o que nela se estabelece sobre Planos de Recursos Hídricos (PRH), um de seus instrumentos de gestão, procurando-se adaptar esse conteúdo às condições específicas e ao contexto da bacia em questão.

A referida lei estabelece que os Planos de Recursos Hídricos sejam diretores e de longo prazo, e visem a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos. Assim, os Planos buscam atender aos objetivos da referida Política, principalmente no que tange a assegurar o uso integrado e harmônico dos recursos hídricos, considerando a sua crescente importância estratégica para o Brasil.

Para efeitos práticos, o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru está definido em cinco etapas, conforme indicado na (Figura 1). Por conseguinte, cada etapa está relacionada a um conjunto de dados e informações produzidos, considerados indispensáveis ao planejamento e ordenamento territorial, bem como ao uso adequado dos recursos hídricos contidos nessa região hidrogeográfica. Todas as etapas correspondem a produtos que são complementares a este, que objetiva apenas a trazer uma síntese de todos os trabalhos realizados.

Os trabalhos cartográficos foram produzidos em ambiente QGIS, em várias versões, um Sistema de Informações Geográficas público capaz de desenvolver trabalhos de inteligência territorial, cujos arquivos produzidos estarão à disposição da CODEVASF e do público para consulta, downloads e construção de atualizações do presente Plano, bem como de trabalhos futuros. Ademais, aqui será apresentada uma síntese de todos os estudos e prognósticos realizados no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.

Figura 1: Articulação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Por ser um produto de natureza didática e, portanto, complementar, o Atlas da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru não será discutido neste volume.

2. SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU

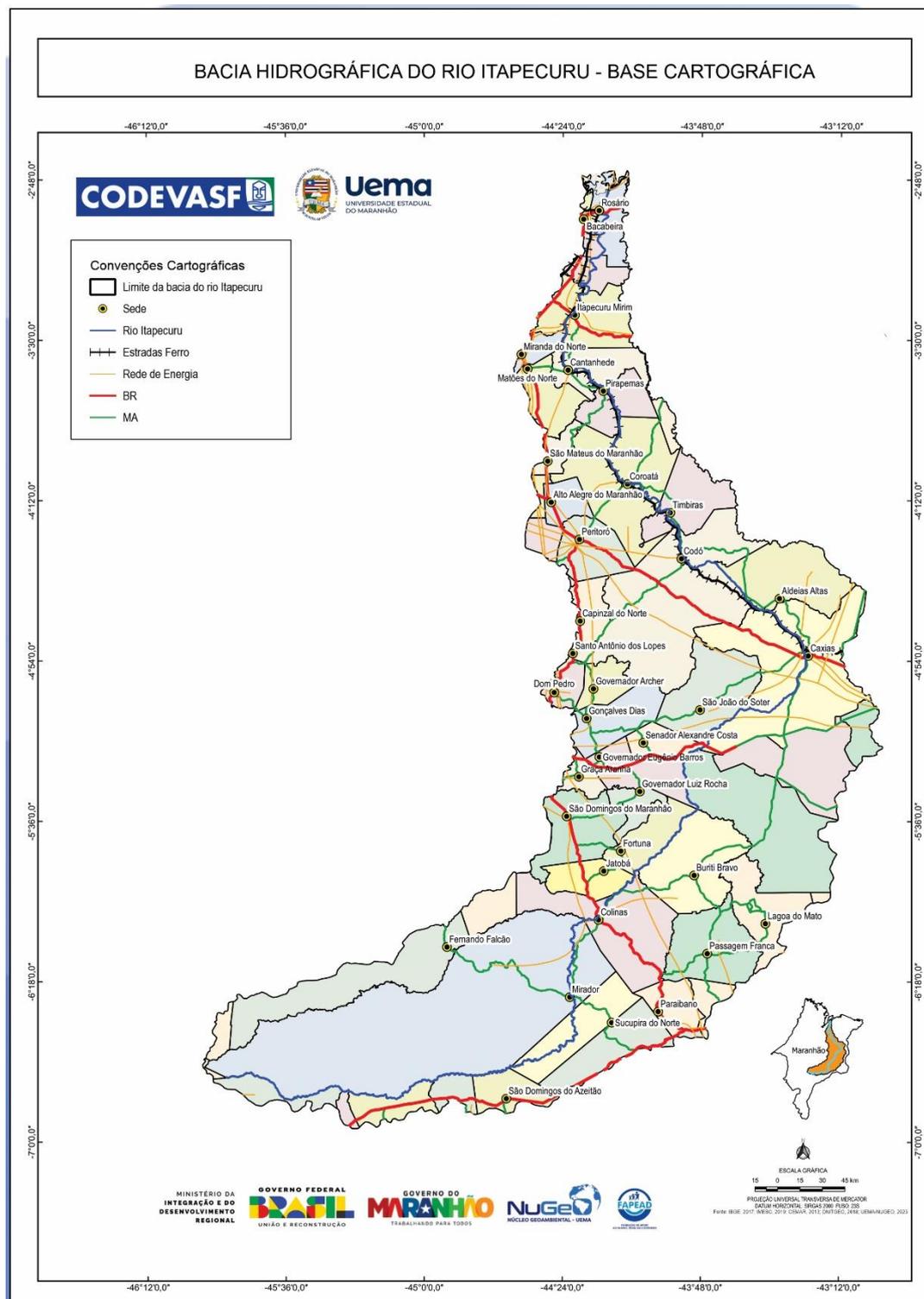
A bacia do rio Itapecuru (Figura 2) nasce no Parque Estadual do Mirador, no centro sul do estado do Maranhão, no sistema formado pelas serras da Croeira, Itapecuru e Alpercatas, em altitude de aproximadamente 530m. A superfície total desta bacia corresponde a 53.216,84 km², correspondendo a 16,03% da área do Estado. Após percorrer cerca de 852,76 km o rio Itapecuru deságua na baía do Arraial, a sudeste da Ilha do Maranhão. Nesta bacia encontram-se área de 57 dos 217 municípios maranhenses (UEMA/NUGEO, 2016).

Os principais afluentes do rio Itapecuru pela margem direita são os rios Correntes, Pirapemas, Itapecuruzinho, e os riachos Seco, do Ouro, Gameleira, Cachimbo e Guariba; pela margem esquerda destacam-se os rios: Alpercatas, Peritoró, Pucumã, Baixão do Vigia, Baixão da Bandeira, Douradinho, Olho d'Água, Codozinho, dos Porcos, e Igarapé Grande, além dos riachos São Felinha, da Prata e dos Cocos. A Bacia Hidrográfica do Itapecuru está subdividida em três cursos ou trechos Alto, Médio e Baixo representados na Figura 3.

O alto Itapecuru compreende o trecho entre as nascentes na serra da Croeira e a cidade de Colinas, sua extensão nesse trajeto é de 281,63 km e uma área de 15.353,96 km², representando 28,85% da área da bacia. Com relação à rede de drenagem dos principais contribuintes, a extensão total é de 2.445,81 km. As declividades mais acentuadas nos primeiros trechos do Itapecuru caracterizam-no como um rio tipicamente de planalto. A declividade média é de 146 cm/km, o que inviabiliza a sua navegabilidade. Sua largura de poucos metros e sua pouca profundidade deixam isso bem evidente. Os principais afluentes deste trecho são: riacho do Ouro, riacho do Mato, ribeirão Tinguins, riacho da Natureza, brejo da Cahoeira, riacho dos Porcos, riacho do Brejo Escuro e Vão da Onça.

Entre o povoado Feira da Várzea e a cidade de Mirador o rio Itapecuru chega a ter 25m de largura. Após a contribuição do Alpercatas chega aproximadamente aos 45m, sendo que sua profundidade máxima atinge 2,6m medidos na cidade de Colinas. Com sua passagem por uma região com boa pluviometria e onde predominam sedimentos arenosos e bastante porosos, o alto Itapecuru destaca-se pela franca restituição subterrânea, ou áreas de recargas, responsáveis pela abundância de águas superficiais.

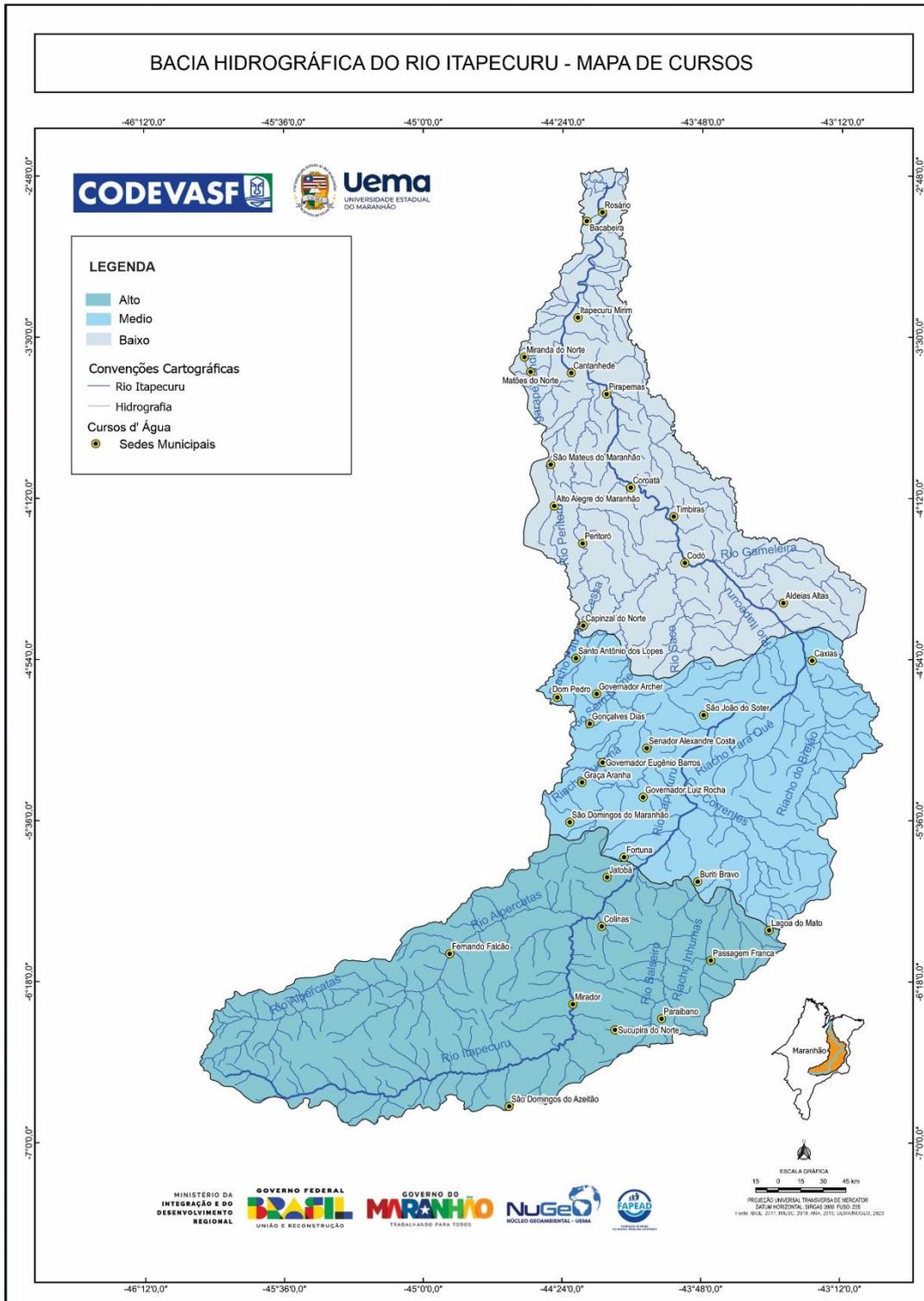
Figura 2: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru no estado do Maranhão.



10

Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Figura 3: Subdivisão da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru em Alto Curso, Médio Curso e Baixo Curso.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

A Geomorfologia nesta região há uma predominância de chapadões, chapadas e cuevas, apresentado um relevo forte ondulado compondo as partes mais elevadas (350 metros) da baía com as serras de Itapecuru, Alpercatas, Croeira e Boa Vista. Nas áreas de chapada é predominante a ocorrência de Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelho-amarelo; profundos, bem drenados, de textura média e argilosa, originários de sedimentos areno-argiloso do Grupo Barreiras (Terciário), da Formação Itapecuru (Cretáceo) e da Formação Pedra do Fogo (Permiano) (UEMA/NUGEO, 2016). Ademais, o Alto Itapecuru é composto por 11 municípios abrangendo uma população de 92.770 habitantes, sendo 47.492 hab na Zona Urbana e 45.277 hab na Zona Rural.

Já o médio Itapecuru compreende o trecho entre as cidades de Colinas e Caxias, com extensão de 204,53 km e uma área de 17.268,16 km², representando 32,45% da área da bacia. Com relação à rede de drenagem dos principais contribuintes, a extensão total é de 2.654,16 km. A declividade média deste trecho é de 24 cm/km. Os principais afluentes deste trecho são os rios Correntes, Itapecuruzinho, Pra-Quê, Pucumã, Baixão do Vigia, Balseira, Baixão da Bandeira e Douradinho.

A largura do rio Itapecuru sofre pequenas variações, no médio curso, mantendo largura constante em grande parte do trajeto. As características principais desse trecho do Itapecuru são a sinuosidade acentuada e o elevado número de corredeiras, sendo que as mais importantes estão situadas na parte inferior do percurso a montante de Caxias.

Apresenta morfologia denominada de morros testemunhos, onde predomina o relevo de chapadas baixas e uma superfície suave ondulado a forte ondulado, com uma diferença de altitude de cerca de 60 metros. Os solos são predominantemente do tipo Podzólicos Vermelho-amarelo, originários principalmente de sedimentos da Formação Pedra do Fogo (Permiano), sendo utilizados em culturas de subsistência, extrativismo do coco babaçu e pecuária extensiva (UEMA/NUGEO, 2016). O Médio Itapecuru é composto por 13 municípios abrangendo uma população de 299.263 habitantes, sendo 192.653 hab na Zona Urbana e 106.610 habitantes na Zona Rural.

Quanto ao baixo Itapecuru, este compreende o trecho entre as cidades de Caxias e sua foz na Baía do Arraial, no Golfão Maranhense, ao sul de São Luís. Com uma extensão de 366,55 km e uma área de 20.594,72 km², representando 38,70% da área da bacia. Com relação à rede de drenagem dos principais contribuintes, a extensão total é de 3.434,23 km. A declividade média deste trecho é de 18 cm/km. Como principais afluentes do Itapecuru neste curso, podemos citar os rios Codozinho, Peritoró, Jundiá, rio Pirapemas, riacho da Limpeza, riacho do Cachimbo, rio Gameleira e rio Seco.

Quanto à navegabilidade deste trecho, o maior obstáculo é a cachoeira de Rosário localizada a 10 km da cidade do mesmo nome. Na maré baixa, o rio reduz bastante a altura de suas águas deixando a mostra afloramentos rochosos, tornando esse trecho periodicamente intransponível. Outra dificuldade à navegação é representada pelos materiais aluvionais, (bancos de areia) formados a partir do material trazido pelo próprio Itapecuru.

A profundidade média do rio próximo a Pirapemas varia entre 2 e 3m e sua largura aumenta com a proximidade da foz, mas o aumento mais significativo se dá próximo a Rosário, onde o rio atinge cerca de 200m. Esse alargamento não se dá exclusivamente em decorrência da descarga do rio, mas principalmente do embate constante das marés, sendo que neste trecho a profundidade pode alcançar valor superior a 4m.

Geomorfologia desta área é caracterizada pela presença de tabuleiros e planície costeira, sob o domínio das Formações Pioneiras comportando a Planície Flúvio-Marinha, que corresponde a uma superfície plana, situada em altitudes inferiores a 10 m, resultantes da acumulação flúvio-marinha, onde ocorrem os manguezais. Há presença de morros testemunhos ao longo desta área. Na foz do Itapecuru a geomorfologia é caracterizada pelo rebaixamento do relevo, onde se encontra assentado o Golfão Maranhense (UEMA/NUGEO, 2016).

13

O rio Itapecuru apesar de ter reduzido muito a sua vazão nas últimas três décadas, ainda é responsável por cerca de 60% do abastecimento de São Luís. Além da capital mais 37 cidades depende do Itapecuru para abastecimento de água e para as atividades produtivas. Esse fato por si só demonstra a importância da Bacia Hidrográfica do Itapecuru no sentido socioeconômico para o Maranhão (UEMA/NUGEO, 2016). O Baixo Itapecuru é composto por 13 municípios abrangendo uma população de 670.563 habitantes, sendo 427.668 hab na Zona Urbana e 242.895 hab na Zona Rural.

3. SÍNTESE DO ENQUADRAMENTO DOS CURSOS HIDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU

O principal objetivo de enquadramento dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Itapecuru foi fazer um levantamento das outorgas emitidas, por uso e finalidade para o alto, médio e baixo curso na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, para dar suporte aos volumes autorizados e cuidar para que não superem as vazões de referência estabelecidas nas normas estaduais, compostas pela Lei 8.149 de 15 de junho de 2004 que estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), no Decreto Estadual 34.847 de 14 de Maio de 2019 e na Resolução CONERH-MA Nº 57 de maio de 2019, que regulamentam a primeira e instituem a política e o sistema de informações de recursos hídricos do Estado do Maranhão (MARANHÃO, 2004; MARANHÃO, 2019).

Para tanto, a regionalização de variáveis hidrológicas foi a forma encontrada para transformar dados pontuais em espaciais e obter informações nos locais sem dados. O termo regionalização é utilizado para denominar a transferência de informações de um local para outro dentro de uma área de comportamento hidrológico semelhante (TUCCI, 2002). A regionalização se baseia sempre no comportamento estatístico e na correlação destas variáveis no espaço geofísico. Um mapa de isoietas de uma bacia hidrográfica, que caracteriza a distribuição das chuvas com uma dada duração é uma forma de regionalização pluviométrica, quando se utiliza os postos pluviométricos existentes e procura-se desenhar a isoietas que são linhas de mesma precipitação. O traçado destas linhas se baseia em conhecimento da topografia e na interpolação entre os valores e um conhecimento climático da bacia.

Já a regionalização da vazão envolve um conhecimento maior da área estudada, já que esta variável é uma função sinérgica do comportamento da chuva no tempo e no espaço, do tipo e uso do solo, do uso da água e suas variantes e que se apresenta constantemente dinâmica ao longo do tempo. O hidrograma que representa a vazão num determinado local traz informações dos efeitos da descarga em cada intervalo de tempo e, quando se regionaliza esta informação para outro local, geralmente sobre análise estocástica, assumem-se um risco alto de desvios de valores em alguns locais específicos da bacia hidrográfica. Isso pode superestimar a vazão em locais de rio de ordens de Horton baixas, mas que afluem no rio principal; ou, subestimar a vazão em locais de poucos afluentes e rios bastante longos com períodos de estiagem maiores.

Na regionalização foram utilizadas técnicas estatísticas e matemáticas como a regressão entre a variável que se deseja estimar em função de variáveis explicativas que possam ser determinadas nos locais sem dados de vazão. Por exemplo, a regionalização da vazão média de uma bacia é uma estatística útil para realização de regularização e disponibilidade hídrica. Para se determinar a vazão média utilizou-se a área de drenagem da bacia, a precipitação (anual ou semestral), a evapotranspiração, dentre outras variáveis explicativas e o que se observa na maioria dos locais é a área de drenagem a variável que mais explica a vazão média, seguida da precipitação anual na bacia. Utilizando os locais com dados ajustou-se a equação escolhida e pode-se estimar a vazão média em locais sem dados de vazão, onde se pode estimar a área de drenagem e a precipitação obtida a partir das isoietas. Outras estatísticas das vazões puderam ser estimadas com equações semelhantes ou por curvas adimensionais.

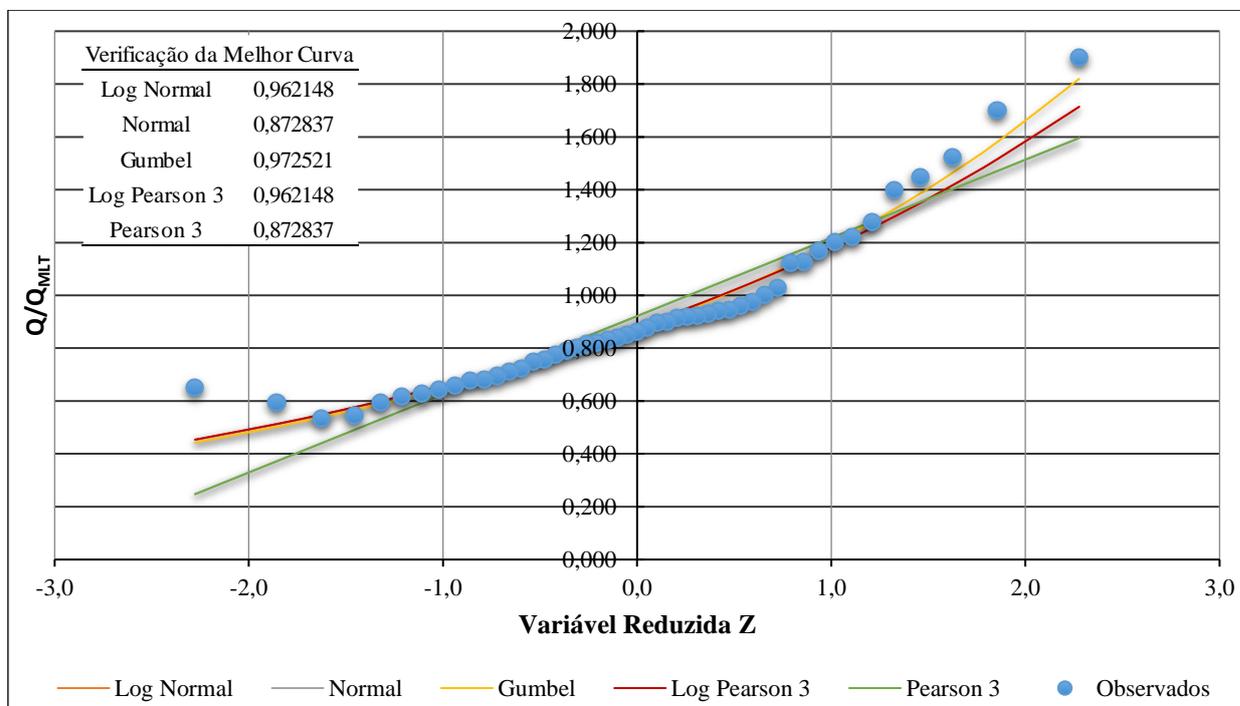
Uma das questões mais importantes foi a representatividade dos resultados, que dependem de séries longas e representativas, principalmente quando se quer regionalizar bacias com tamanhos diferentes e representatividade espacial coesa das condicionantes hidrológicas. Uma regionalização com uma base limitada de dados e pouca representatividade levará a resultados certamente tendenciosos. Portanto, a regionalização não substitui uma boa rede e representatividade das informações por meio de uma série histórica consistente (TUCCI, 2002).

15

As curvas geradas a partir da Vazão média de Longo Termo (Q_{MLT}) para serem associadas a um dado Tempo de Retorno (Tr) foram geradas a partir das séries históricas do SNIRH-Hidroweb e foram ajustadas às curvas de probabilidade da Log-Normal com R^2 de 0,96, Normal com R^2 de 0,87, Gumbel com R^2 de 0,97; e, Pearson Tipo III e Log-Pearson Tipo III com R^2 de 0,87 e 0,96, respectivamente. Apesar de o ajuste ter sido melhor para a curva de distribuição de probabilidade de Gumbell, sugerem-se que sejam calculadas as vazões médias para um dado Tr , a partir do ajuste da Log-Normal. As Curvas de Probabilidade em função da Variável Reduzida de Gauss (Z) pela média anual da série histórica das estações dividido pela sua Q_{MLT} , são mostradas na **Figura 4**.

Na **Tabela 1** têm-se o ajuste da variável Z em função do período de retorno não extrapolado e associado a probabilidade de Blom. Esse método pode ser bastante útil quando associado a uma regionalização, ou se aplicado a outros métodos como os descritivos e ou geoespaciais. Mas sua vantagem principal é associar as vazões de longo termo, a situações em que se espera acreditar num Tr para realizar obras e planejamentos que dependem dessas vazões.

Figura 4. Plotagem das observações adimensionalizadas pela Q_{MLT} do Alto e médio Itapecuru em função da variável reduzida normal.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

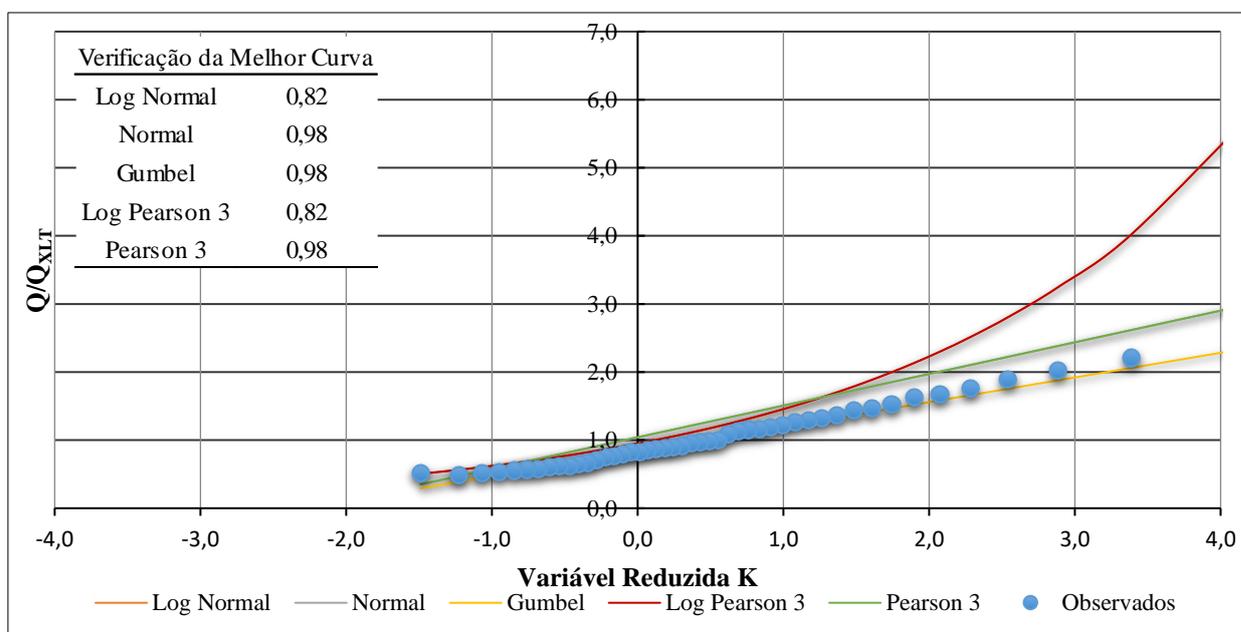
Tabela 1: Vazão média adimensionalizada pela vazão média de longo período do Alto e médio Itapecuru, associado a um T_r e distribuída em Log-Normal.

T_r	$P(X \leq x)$	Z	Q/Q_{MLT}
87,7	0,011	2,277	1,899
50,0	0,020	2,054	1,723
31,5	0,032	1,856	1,701
25,0	0,040	1,751	1,523
19,2	0,052	1,625	1,524
20,0	0,050	1,645	1,516
15,0	0,067	1,502	1,439
10,0	0,100	1,282	1,274
7,5	0,134	1,110	1,221
5,0	0,200	0,842	1,115
4,0	0,250	0,674	1,011
3,0	0,337	0,420	0,941
2,0	0,500	0,000	0,751
1,5	0,663	-0,420	0,664
1,0	0,968	-1,856	0,481

Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

As curvas geradas a partir da Vazão Máxima de Longo Termo (Q_{XLT}) para serem associadas a um dado Tempo de Retorno (T_r) foram geradas a partir das séries históricas do SNIRH-Hidroweb e foram ajustadas às curvas de probabilidade da Log-Normal com R^2 de 0,82, Normal com R^2 de 0,98, Gumbel com R^2 de 0,98; e, Pearson Tipo III e Log-Pearson Tipo III com R^2 de 0,98 e 0,82, respectivamente. Nesse caso, o ajuste escolhido foi a curva de distribuição de probabilidade de Gauss, pela sua simplicidade, mas sugerem-se que tanto Gumbel, Pearson Tipo III ou Gaussiana podem ser utilizadas para o cálculo das vazões máximas a partir de um T_r . As Curvas de Probabilidade em função da Variável Reduzida de Gauss para Máximas (K) pela média anual da série histórica das estações dividido pela sua Q_{XLT} , são mostradas na Figura 5.

Figura 5: Plotagem das observações adimensionalizadas pela Q_{XLT} do Alto e Médio Itapecuru em função da variável reduzida normal.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Na Tabela 4 têm-se o ajuste da variável Z em função do período de retorno não extrapolado e associado à probabilidade de ocorrências, também de Blom. Existe uma dificuldade da utilização desse método ao ter que haver um monitoramento mínimo para ser utilizado, o que faz com que o método fique direcionado aqueles poucos pontos de observação histórica das vazões. Felizmente, em todo caso, esse método pode ser bastante útil quando associado a uma regionalização, ao se utilizá-lo em conjunto com outros métodos descritivos e ou geoespaciais. Ou seja, em qualquer ponto dos corpos hídricos dentro dos limites da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru pode ser determinado e, para tanto, basta que se

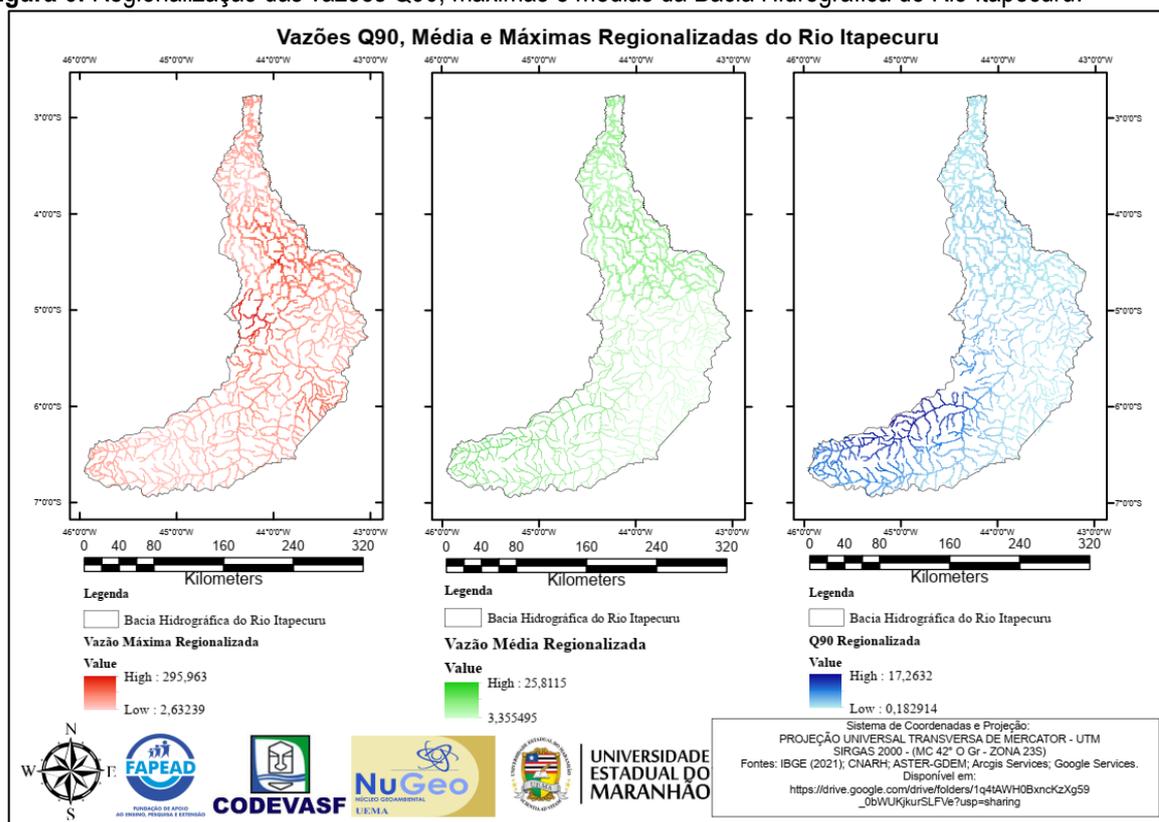
determine a área da bacia hidrográfica do ponto de drenagem e a pluviosidade para aplicar as equações de regionalização ajustadas. Esse dado regionalizado poderá ser utilizado por sua vez associando-se um determinado Tr , com a utilização da Tabela 2. Já a Figura 6 destaca a regionalização final das vazões.

Tabela 2: Vazão média adimensionalizada pela vazão máxima de longo período do Alto e Médio Itapecuru, associado a um Tr distribuído em Normal

Tr	$P(X \leq x)$	K	Q/Q_{XLT}
84	0,012	4,427	1,917
50	0,020	3,830	1,885
30	0,033	3,391	1,723
20	0,118	2,075	1,516
15	0,139	1,898	1,439
10	0,160	1,744	1,274
5	0,203	1,484	1,115
2	0,500	0,367	0,481

Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Figura 6: Regionalização das vazões Q90, máximas e médias da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

A Resolução Normativa Nº 357/05 do CONAMA (

Figura 7) estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional em treze classes, segundo a sua utilização, definindo os parâmetros de qualidade a serem

atendidos para cada classe. As águas doces são classificadas em 5 classes (Classe Especial, Classe I, Classe II, Classe III e Classe IV).

Figura 7: Requisitos de qualidade da água em função das classes de enquadramento e usos da água (ANA, 2021).



19

Fonte: CONAMA (2005).

O enquadramento é uma classificação dos sistemas hídricos, de acordo com o tipo de corpo d'água e os usos destes mananciais. Na Resolução CONAMA nº 357/2005, conforme as exigências de qualidade, os usos são indicados como apresenta a

Figura 8

Figura 8: Usos possíveis de acordo com as Classes (ANA, 2021).

CLASSE	COR	USOS POSSÍVEIS
ESPECIAL	Blue	Abastecimento para consumo humano com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
I (UM)	Green	Abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação); Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
	Green	Proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
II (DOIS)	Yellow	Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário; Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, onde o público possa vir a ter contato direto a água; Aquicultura e atividade de pesca.
III (TRÊS)	Orange	Abastecimento para consumo humano após tratamento Convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário; Dessedentação de animais.
IV (QUATRO)	Red	Navegação; Harmonia paisagística. E Aos usos menos exigentes.

20

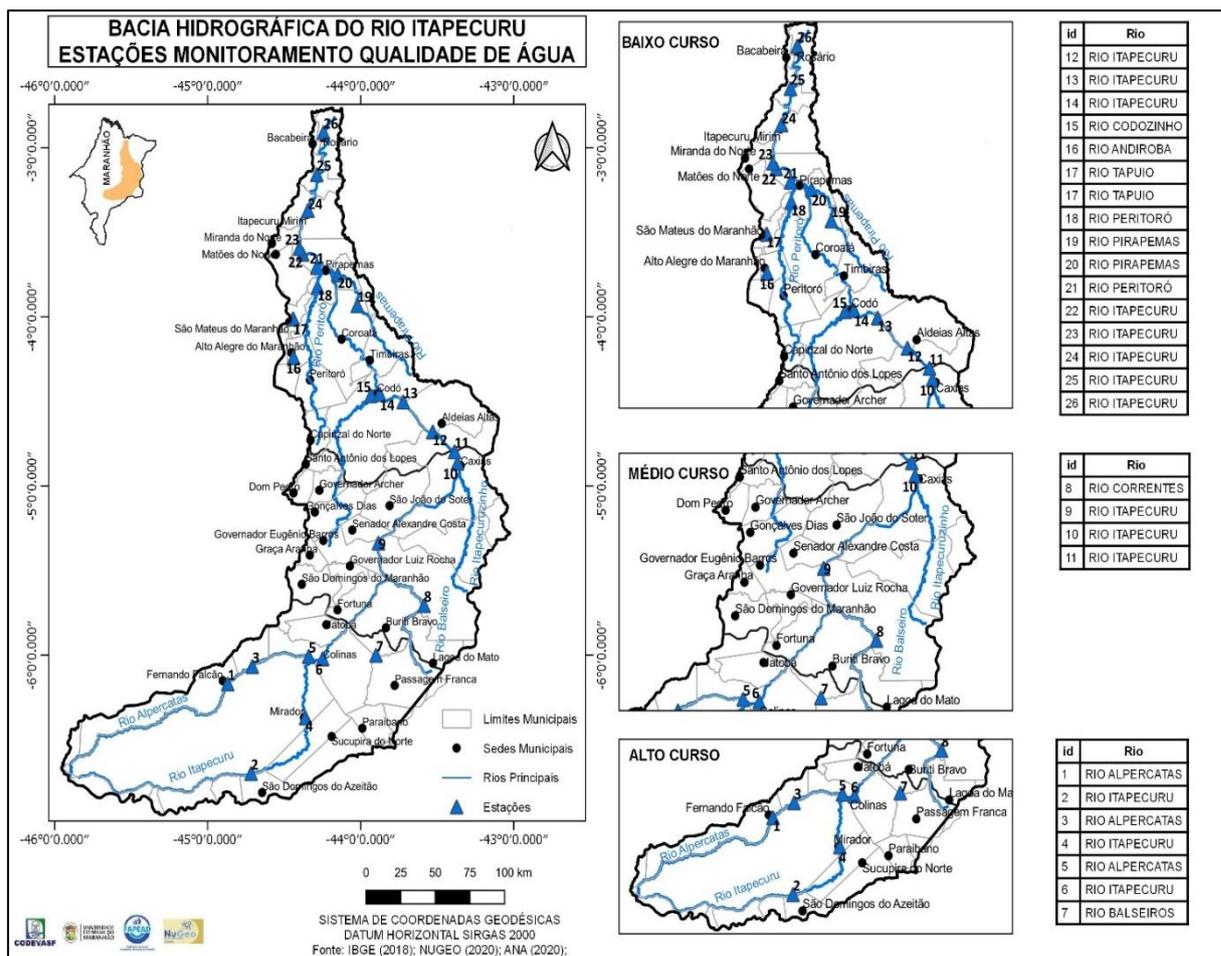
Fonte: ANA (2021).

Os procedimentos metodológicos aplicados neste trabalho consistiram, preliminarmente em análise dos dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) por meio portal HidroWeb que é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Foram selecionadas um total de 27 estações fluviométricas, localizadas no rio Itapecuru e principais afluentes, conforme disposição na Figura 9.

Em seguida, selecionou-se, entre as 27 estações, aquelas que dispunham de dados de qualidade. Verificou-se, os anos e meses com informações, sendo os resultados apresentados em tabelas e gráficos. Ainda, por meio do Atlas Esgoto da ANA (2020), retratou-se a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a capacidade de diluição dos esgotos para a bacia como um todo. Apresentou-se nos trabalhos um panorama da qualidade das águas superficiais da bacia com base em dados de: temperatura, pH, turbidez, OD, DBO. Além desses, foram indicados os resultados da capacidade de diluição de esgotos.

A qualidade das águas superficiais do rio Itapecuru, a partir do conjunto de dados analisados oriundos da ANA (2017, 2019), Conexão Água (2018, 2019, 2020), apresentam restrições para usos mais nobres previstos na Resolução CONAMA N^o 357/2005, para Classes Especiais. De maneira geral, os trechos em seu ALTO, MÉDIO e BAIXO CURSO, enquadram-se nas Classes 1, 2 e 3, necessitando de tratamento prévio para uso para abastecimento humano.

Figura 9: Estações Fluviométricas de Qualidade das Águas na Bacia do Rio Itapecuru.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Os dados físico-químicos permitem que as condições de qualidade das águas da bacia do rio Itapecuru estejam condicionadas ao aporte de cargas orgânicas provenientes de lançamento de esgotos domésticos, havendo alteração da qualidade em um ou mais parâmetros, principalmente em pontos onde as estações encontram-se próximas aos centros urbanos. Reflexo disso, são valores de OD abaixo de 6 mg/L.

Apesar dos parâmetros organolépticos e substâncias inorgânicas, segundo dados apresentas no portal Conexão da Água, apresentarem conformidade com a Resolução CONAMA Nº 357/2005 para os valores máximos permitidos, verifica-se, que de um período para outro, a situação pode mudar. Desta forma, o monitoramento, configura-se como uma ferramenta importantíssima de controle da qualidade das águas.

Com relação a capacidade de diluição de esgotos, verifica-se que trechos com maior concentração populacional atrelado a baixa disponibilidade hídrica, de acordo com os dados da ANA (2017) exibem uma situação de *“ruim capacidade de diluição de esgoto”*, notadamente, o médio curso da bacia apresenta essa condição, sendo esta, uma situação que requer atenção. Em melhor condição, o alto curso, encontra-se em *“ótima situação de diluição dos esgotos”*. Este resultado é reflexo de maior disponibilidade hídrica, com contribuições de vazão de efluentes, como do rio Alpercatas, um dos principais contribuintes do rio Itapecuru pela margem esquerda.

No que tange ao enquadramento das águas, o cenário criado para a bacia hidrográfica do rio Itapecuru, configura-se como uma ferramenta essencial ao planejamento dos recursos hídricos, objetivando promover ações de gestão pautada em valores técnicos, políticos e legais. Neste âmbito, o cenário proposto, demonstra entre outras questões, a necessidade premente de: investimentos quanto ao monitoramento das águas, ao planejamento de uso e ocupação da terra, a construção e implementação de planos diretores, a ampliação e modernização do sistema de saneamento básico, a sanções sobre o lançamento de efluentes não tratado no corpo hídrico.

Corroborando com o sobredito, segundo com a ANA (2011), a implementação do enquadramento passa pelas mesmas dificuldades dos planos quanto aos recursos destinados ao programa para sua efetivação, ou seja, dificuldades quanto a obtenção de recursos para promover as inúmeras ações previstas nos planos e nos programas para efetivação do enquadramento.

Além disso, é preciso lidar com alguns desafios, tais como: altos custos dos investimentos, pouca governabilidade e bases de dados insuficientes. Se por um lado é verdade que a rede de monitoramento da qualidade da água precisa ser ampliada e modernizada, por outro lado há uma falsa

ideia sobre a questão dos custos envolvidos. Muitas vezes os benefícios gerados por ter uma boa qualidade de água acabam por superar, em muito, os custos de investimento em estações de tratamento de esgoto. Para que o instrumento do enquadramento seja implementado é fundamental que as metas estabelecidas sejam realistas, considerando a relação custo-benefício, (...) e as realidades regionais e a progressividade das ações (ANA, 2011).

4. SÍNTESE DOS PROGNÓSTICOS DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU

A definição de prognósticos perpassa pelas condições de prosseguir nas análises e proposições que serão vistas em diversos horizontes de planejamento territorial. Ao considerar que eles são exercícios técnico-científicos baseados no conhecimento do território analisado através de diagnósticos que, vistos sob uma lógica sistêmica de encadeamento de fatos e processos lógicos e sucessivos, podem ser geradas possibilidades de futuros tendenciais e alternativos. E são essas realidades alternativas que condicionam tomadas de decisão (ou não), que podem levar ao sucesso do enfrentamento de problemas ou mesmo a situações diametralmente opostas, que engendram perspectivas de baixa atenção dada ao território na forma de políticas públicas, que pode concorrer para caos setorizados ou areolarmente estendidos (AB'SÁBER, 2006).

Em outros termos, prognosticar ações e propostas futuras para um território, qualquer que seja ele, não é um exercício preditivo pautado em achismos ou em elementos analíticos frágeis. Para além dessa abordagem, há que se ter a noção real de que existem sistemas físicos, ecológicos e socioeconômicos bastante conhecidos através de diagnóstico extenso e que nele são pautados os reconhecimentos das principais fragilidades e potencialidades do espaço total passível de cenarização. Aliás, só existe cenário quando as fragilidades e potencialidades reais do território são avaliados por equipe técnica multidisciplinar, a qual tem a responsabilidade de indicar estratégias de mitigação daquilo que ambiental, econômica e politicamente pode indicar melhorias para a integridade territorial.

Para o presente Plano de Recursos Hídricos foram levantados 26 (vinte e seis) cenas ou cenários reais que ocorrem na Bacia Hidrográfica do Itapecuru e que permitem esclarecimentos e conduzem a reflexões tendenciais de proposição de ações públicas (e por vezes de entes privados também) para a sua mitigação. Reitera-se que todos eles são considerados como fragilidades temáticas ou integradas ocasionadas por ações humanas presentes historicamente ou manifestadas há poucos anos no território, mas que carecem de quantificação quanto às possibilidades resolutivas ou

mitigatórias. Todos os cenários levaram a prognósticos críveis e estão definidos em documentos próprios detalhados no âmbito deste Plano.

A conjugação dos componentes ambientais com a ocupação e/ou utilização dos espaços disponíveis deve ser vista sob o prisma do planejamento espacial, que, por seu turno deve conduzir ao ordenamento territorial. Este, por seu turno, é indispensável para a indicação das estratégias de intervenção, ou seja, de orientações de políticas públicas coerentes e coesas para um território passível de intervenções (SÁNCHEZ, 2008), como é o caso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru. Essas premissas são igualmente válidas para o seu *Plano de Recursos Hídricos*, tendo em vista a necessidade premente de articular informações avaliativas com os cenários hodiernos materializados no espaço total em evidência (DIAS, 2014).

Assim, existem, no mínimo, três informações interessantes acerca dos cenários atuais das perturbações cumulativas materializados na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, quais sejam:

- a) há clara estabilização espacial dos impactos relacionados a erosão e assoreamento nas partes há mais tempos ocupadas da bacia, ou seja, nos municípios que fazem parte das Sub-bacias do Alpercatas, do Pirapemas e do Peritoró com seus afluentes principais e daqueles com o próprio Itapecuru;
- b) evidencia-se atualmente uma forte tendência de maximização de problemas ambientais antropogênicos voltados para a Sub-bacia do Alpercatas e Alto Curso do Rio Itapecuru, mas como a primeira é composta por Terras Indígenas e o Parque do Estadual do Mirador em suas margens direita e esquerda, respectivamente, há tendência de manutenção de fluxos gênicos nela, ao contrário do que ocorre com a segunda;
- c) a Sub-bacia do Alto Itapecuru, em seus limites a Oeste, embora não possua significativos riscos atuais de suscetibilidade a processos erosivos, ela começa nas últimas duas décadas a experimentar patamares diferenciados de ocupação, ligadas a uma nova estratégia de migração para ocupação de *vazios demográficos*, o que leva a rapidamente ser preenchida por migrantes de diversas áreas do Estado do Maranhão e de outras unidades federativas brasileiras. Entretanto, sem as estratégias teóricas, legais e pragmáticas adequadas, os espaços regionais foram se desorganizando sistematicamente, a ponto de gerar problemas ambientais os mais diversos, refletidos neste e em outros documentos do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.

Assim, foram considerados os seguintes elementos analíticos, que estão dispostos e discutidos no âmbito da Tabela 3:

- a) os descritores dos cenários atuais para prognósticos considerados são situações atuais que precisam ser mantidos para conduzir a uma uniforme categorização de perspectiva de prognósticos prospectivos, com suas respectivas descrições e propostas de mitigação ou resolução;
- b) já quanto às metas a considerar por horizontes de planejamento sistematizam e sintetizam as orientações prognósticas de curto e médio prazo, ou seja, ações técnicas, econômicas e/ou políticas que podem ser resolvidas em intervalo temporal que equivalha a alguns meses a até oito anos. Por conseguinte, são definidas metas de longo prazo, que são aquelas passíveis de maior tempo para sua implementação, o que pode ser inferido como algo superior a oito anos. Ademais, são inseridos atores públicos e/ou privados que, isoladamente ou em conjunto, podem realizar os esforços apontados para a melhoria dos cenários apontados.

Tabela 3: Indicação de metas a serem adotadas para cada um dos 26 cenários atuais apontados para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, com seus devidos horizontes temporais de implementação e agentes públicos e/ou privados por elas responsáveis.

Nº ORDEM	DESCRITORES DOS CENÁRIOS ATUAIS			METAS A CONSIDERAR POR HORIZONTE DE PLANEJAMENTO		
	CENÁRIO ATUAL	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL	PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO	METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO	METAS DE LONGO PRAZO	ENTES ENVOLVIDOS
A	Gestão de Saneamento Básico Integrado	Ausência de tratamento de efluentes com consequente dejeção <i>in natura</i> nos corpos hídricos	Ampliação da rede de coleta de efluentes líquidos, melhoria dos sistemas das elevatórias de esgotos e implantação e maximização da capacidade de tratamento de esgotos em todos os Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru	Realizar levantamento sistemático das condições financeiras dos 20 municípios mais populosos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru para verificar se há condições políticas e financeiras para, em até cinco anos, haver um consórcio de gestão de saneamento	Realização de acordo de cooperação para gestão de saneamento básico integrado através da assinatura e aplicação de um acordo de cooperação intermunicipal, com interveniência do Governo do Estado, com indicação de fundos comuns de investimento para melhoria das condições sanitárias da Bacia	CAEMA, Órgãos municipais de águas e saneamento, SECID, SEMA, Secretarias Municipais de Meio Ambiente ou similares, CODEVASF.

Nº ORDEM	DESCRITORES DOS CENÁRIOS ATUAIS			METAS A CONSIDERAR POR HORIZONTE DE PLANEJAMENTO		
	CENÁRIO ATUAL	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL	PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO	METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO	METAS DE LONGO PRAZO	ENTES ENVOLVIDOS
				básico entre eles. Indicar condições técnicas destes buscarem recursos junto ao Estado e ao Governo Federal	Hidrográfica do Itapecuru	
B	Usos Inadequados em ARAs (Áreas de Recarga de Aquífero);	Ampliação de perfuração de poços artesianos sem licenciamento ambiental e uso de aquíferos confinados, semiconfinados e livres sem obediência à legislação em vigor	Indução por parte dos Poderes Públicos de políticas voltadas para a impermeabilização de áreas densamente ocupadas, sobretudo, aquelas associadas dos patamares intermediários e elevados da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru;	Mapeamento das ARAs em todos os cursos do Itapecuru em escala de semi-detalhe (1:100.000) no intervalo de até quatro anos por parte do Governo do Estado do Maranhão, que divulgará a todos os municípios da bacia para indicação de legislação municipal própria quanto ao tema	Aplicação de legislação em até 08 anos após o início dos trabalhos de mapeamento e realização de convênios com todos os 56 municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru; Aumento da fiscalização por parte dos órgãos ambientais municipais, estaduais e federais em ARAs.	SEMA, IBAMA, SAGRIMA, SAF, SINFRA, Órgãos Municipais de Meio Ambiente, Infraestrutura, Agricultura ou similares
C	Ampliação do Abastecimento público urbano com água subterrânea	Supexploração de recursos hídricos subterrâneos para diversas finalidades em um ambiente insular que passa estresse hídrico de abastecimento	Restauração ecológica de corpos hídricos de pequeno e médio porte para uso e manejo sustentável das águas superficiais	Realização de parcerias com instituições locais para implantação de viveiros de mudas de espécies nativas. (no alto, médio e baixo curso); Elaborar estudos e materiais pedagógicos abordando a importância e as problemáticas relativas preservação dos corpos hídricos	Realizar 6 atividades de mobilização social de reflorestamento junto a comunidades e instituições locais no baixo, médio e alto curso; implantação de redes de monitoramento da qualidade e quantidade das águas subterrâneas	Escolas municipais, prefeituras, polos universitários, instituições federais
D	Depósitos Irregulares de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU's)	Ausência de um sistema intermunicipal de acompanhamento, avaliação e controle integrados da gestão de RSU's	Transformar as políticas de ecopontos e ecocentros em estratégias de gestão integrada e consorciada de	Fomentar e promover a realização de 3 processos formativos que possam contribuir para reutilização	Promover articulação entre Comitês de Bacias Hidrográficas, órgãos gestores e municípios nas ações preconizadas	SEBRAE, SENAR, SEMA, Prefeituras municipais, ONG's, Iniciativa

Nº ORDEM	DESCRITORES DOS CENÁRIOS ATUAIS			METAS A CONSIDERAR POR HORIZONTE DE PLANEJAMENTO		
	CENÁRIO ATUAL	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL	PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO	METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO	METAS DE LONGO PRAZO	ENTES ENVOLVIDOS
			RSU's na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru	de materiais.	de gestão de RSU's	Privada
E	Acúmulo Hídrico Superficial	Sobreposição da malha urbana adaptada ao sistema de drenagem natural	Revitalização com técnicas de engenharias ambientais dos principais cursos hídricos estrangulados pela malha urbana em processo de expansão e revegetação de áreas de preservação permanentes em áreas de reservatórios naturais de cheias do Itapecuru e de toda a sua drenagem associada	Realização de fiscalização e monitoramento de barragens hídricas. Integração de sistemas de drenagens a unidades de conservação ambiental.	Orientar e incentivar a captação de água de chuva para reservatórios públicos e privados. valorização da paisagem e adaptando-a para seu aproveitamento, principalmente como área de recreação e lazer da população do entorno	Defesa Civil, ITERMA, Prefeitura Municipal, CREA, SEMA
F	Processos Erosivos	Ocupações irregulares em encostas/vertentes associadas à supressão da cobertura vegetal nativa	Realização de política urbanística de reassentamentos involuntários de populações vulneráveis situadas em áreas de maior criticidade à ocorrência de enchentes, inundações, enxurradas e alagamentos em áreas de acúmulo natural de água superficial	Identificar número de famílias sob zona de risco; Apresentar propostas de reassentamento dentro de programas governamentais de reforma agrária.	Implementar áreas de reassentamento humano.	ITERMA, INCRA, prefeituras, defesa civil

Nº ORDEM	DESCRITORES DOS CENÁRIOS ATUAIS			METAS A CONSIDERAR POR HORIZONTE DE PLANEJAMENTO		
	CENÁRIO ATUAL	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL	PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO	METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO	METAS DE LONGO PRAZO	ENTES ENVOLVIDOS
G	Assoreamentos de Corpos Hídricos da Bacia	Processos erosivos remontantes e usos indevidos de APPs promovem a suscetibilidade maior de solapamento de margens de cursos hídricos e ampliação do comprometimento dos canais de drenagem quanto à capacidade de navegação e de manutenção de águas superficiais em função do acúmulo de sedimentos	Promover Processos de restauração da paisagem, através do manejo adequado das coberturas vegetais nativas, bem como necessidade de recuperação de Áreas de Preservação Permanentes (APPS) parcial ou totalmente antropizadas	Realizar mobilização social de reflorestamento comunitário; Fomentar parcerias junto ao órgão de assistência técnica pública para realizar capacitações junto a produtores rurais sobre manejo sustentável da vegetação nativa.	Divulgar nas mídias sociais e outros meios de comunicação o incentivo a preservação ambiental; Realizar evento e premiação para instituições de ensino básico e superior que elaborem e executem ações de mitigação e preservação de APPs. Reconexão de rios a planícies de inundação	IFMA, UFMA, UEMA, Prefeituras municipais, ONGS, Iniciativa Privada, CODEVASF
H	Localização e situação dos cemitérios	Presença de cemitérios em áreas consideradas como de recarga de aquíferos (ARA's), sobretudo em áreas urbanas da Bacia do Itapecuru	Implantação de cemitérios com técnicas de engenharia ambiental para o controle de necrochorume	Integrar gerenciamento na regularização de cemitérios; Incentivar outras medidas de sepultamento a população além do tradicional. Realizar canalização de enxurradas na área do cemitério através de tubulações e calhas apropriadas;	Regulamentar a instalação, dos sistemas de poços de monitoramento de águas subterrâneas nos cemitérios; Regulamentar a obrigatoriedade da utilização de técnicas e materiais impermeabilizada a nos jazigos. Reavaliar a localização do cemitério e propor possível remanejamento ou nova localização.	Prefeituras Municipais e Iniciativa Privada, quando couber
I	Sistema Climático Urbano e Ilhas de Calor	Diminuição das áreas verdes no contexto da malha urbana nas sedes municipais inseridas na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru;	Planos de arborização com espécies nativas, conjugado com a revitalização das áreas verdes dos municípios e reintrodução de espécies nativas em Unidades de Conservação Municipais e Estaduais e em APPs; Aplicação de técnicas de REDD+ para a	Realização de parcerias com instituições locais para implantação de 6 viveiros de mudas de espécies nativas.	Realizar distribuição de mudas gratuitamente a comunidade local	Prefeituras, IFMA, UEMA, UFMA, ONG's, Casas Familiar Rural

Nº ORDEM	DESCRITORES DOS CENÁRIOS ATUAIS			METAS A CONSIDERAR POR HORIZONTE DE PLANEJAMENTO		
	CENÁRIO ATUAL	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL	PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO	METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO	METAS DE LONGO PRAZO	ENTES ENVOLVIDOS
			captura de carbono atmosférico			
J	Usos Inadequados em APPs	Supressão da Cobertura Vegetal para a expansão da malha urbana	Atualização dos planos diretores municipais e seus respectivos zoneamentos ambientais com a incorporação de técnicas e procedimentos administrativos para a recomposição e/ou manutenção das APPs.	Articulação com cada uma das 56 prefeituras para viabilização da execução dos estudos e confecção do zoneamento ambiental.	Realização de 56 audiências públicas para regularização e implementação dos estudos técnico científicos voltados ao zoneamento	UEMA, Prefeituras Municipais, CODEVASF, SEMA, SAF, SAGRIMA
K	Avanço dos projetos de agropecuária em áreas de cabeceiras de drenagem	Uso excessivo de defensivos agrícolas, como cupinicidas e pesticidas em plantios de cana-de-açúcar	Controle biológico e melhoramento genético; uso de mudas provenientes de culturas de tecido	Articulação junto ao Instituto Nacional De Processamento De Embalagens Vazias para realização de campanha de conscientização	instalação de 3 unidades de recebimento de embalagens de agrotóxico no alto, médio e baixo curso.	Secretaria Estadual da Agricultura Familiar, Secretaria Estadual de Agricultura, Secretarias municipais de Agricultura, SENAR, AGED
L	Salinização do solo por vinhoto (matéria orgânica líquida derivada da cana, que funciona como ferti-irrigação <i>in loco</i>) e pelas estratégias de irrigação	realizar calagem do solo; fazer correção do solo; analisar a qualidade da água para a irrigação; melhoramento genético de mudas de cana, com teor de sacarose mais elevado	realizar calagem do solo; fazer correção do solo; analisar a qualidade da água para a irrigação; melhoramento genético de mudas de cana, com teor de sacarose mais elevado	Realizar intercambio e ou parceria com a instituições especializadas em pesquisa e recuperação de solos	Incentivar a fiscalização no cumprimento da regulamentação ambiental para águas residuais; Oportunizar reunião de negócios com empresas que apresentem modelos viáveis de negócios para a gestão das águas residuais	EMBRAPA, CNPq, SEMA e Iniciativa Privada, quando couber

Nº ORDEM	DESCRITORES DOS CENÁRIOS ATUAIS			METAS A CONSIDERAR POR HORIZONTE DE PLANEJAMENTO		
	CENÁRIO ATUAL	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL	PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO	METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO	METAS DE LONGO PRAZO	ENTES ENVOLVIDOS
M	Avanço da silvicultura em áreas do Alto e Médio Curso da Bacia do Itapecuru	Eucalipto necessita de grande quantidade de adubos para melhorar fertilidade e formicidas dispersos aleatoriamente na camada superficial do solo para controle de fertilidade e de ambiência pedológica	Controle biológico de formigas para evitar usos dos formicidas citados; estudo da microclimatologia fúngica e do ciclo biológico dos patógenos relacionados para atuar com mais eficiência produtiva; através do melhoramento genético, há indicativos de clones existentes para a redução do uso dos defensivos	Solicitar orientação especializada para avaliação e indicação agrônômica eficaz.	Acionar atividades em pesquisa junto a Universidades e Instituto de pesquisa. Oficializar projetos de extensão universitária nas áreas e ou zonas de interesse	EMBRAPA, UEMA, SAGRIMA, AGERP, IFMA, UFMA e Iniciativa Privada, quando couber
N	Ampliação das lavouras de abacaxi no Médio e Alto Curso da Bacia do Rio Itapecuru	Avanço da fusariose nos plantios de abacaxi com consequente uso de fungicida para atenuar a expansão da fusariose, que pode contaminar corpos hídricos superficiais, bem como aquíferos pouco profundos e livres	uso de mudas produzidas in vitro e certificadas que sejam isentas de doenças. O <i>fusarium</i> , por permanecer no solo com seus esporos, deve receber cultivos que não lhe sejam suscetíveis. Criação de programas de distribuição de mudas sadias	Incentivar a fiscalização entrepostos e barreiras de vigilância fitossanitária no estado.	Realizar intercambio entre produtores, empresas, e assistência técnica;	AGED, SAGRIMA; EMBRAPA, UEMA, AGERP e Iniciativa Privada
O	Renovação de Pastagens	Baixa proporção de renovação ou reforma de pastagens. A ausência de controle das pastagens gera erosão e lixiviação de nutrientes	Reforma de pastagens envelhecidas e rotação do gado nas pastagens recuperadas. Ação deve ser acompanhada pela manutenção de árvores (leguminosas) na pastagem para melhoria de ambiência e de sombreamento, bem como manter Reserva Legal para criação de microclimas favoráveis. Devem	Indicação de produtores aos órgãos de assistência técnica público/privada	Realizar assistência técnica especializada	AGERP, SENAR, ONGs e Iniciativa Privada

Nº ORDEM	DESCRITORES DOS CENÁRIOS ATUAIS			METAS A CONSIDERAR POR HORIZONTE DE PLANEJAMENTO		
	CENÁRIO ATUAL	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL	PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO	METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO	METAS DE LONGO PRAZO	ENTES ENVOLVIDOS
			ser promovidos estímulos à pecuária semi-intensiva e confinada ao longo dos anos			
P	Usos humanos indevidos em áreas de nascentes	Diminuição da biodiversidade por supressão vegetal, com impactos na infiltração e na exsudação de água subterrâneas	Cercamento das áreas de nascentes para minimizar ou frear qualquer uso antrópico	Mobilização social para realização de mutirão envolvendo a comunidade local;	Elaborar esquema de Monitoramento das nascentes junto a Secretaria municipal de Meio Ambiente	Órgãos Municipais de Meio Ambiente ou similares, SEMA, SAF, Sindicatos de Trabalhadores rurais e Sindicatos de Produtores Rurais
Q	Uso intensivo e não regularizado do fogo para fins de renovação de pasto e de culturas agrícolas	Ampliação dos focos de ativos de calor nas cabeceiras da bacia	Redução de infiltração e ampliação do escoamento superficial e de processos erosivos	Orientação sobre prevenção a incêndios florestais por meio de mídias sociais; Realização de parceria institucional para prevenção e combate aos incêndios	Implementação de brigadas de incêndio; distribuição de equipamentos de controle e combate ao fogo (bomba costal, abafadores, caminhão ou trator pipa comunitários)	SEMA, Prefeitura, Bombeiros, Iniciativa Privada
R	Ampliação dos focos ativos de calor que evoluem para incêndios florestais	Redução de cobertura vegetal nativa devido ao avanço e descontrole do uso do fogo em direção a áreas nativas ou secundárias de vegetação remanescente em áreas de Reserva Legal, de Terras Indígenas, de APPs e de Unidades de Conservação	Monitoramento e controle dos focos ativos de calor por órgãos ambientais e pelo aparato de segurança pública; sensibilização para o uso e manejo adequado do fogo; acompanhamento técnico por parte do Setor Público das práticas de queimadas controladas; fomento à recuperação de áreas degradadas e aplicação de mecanismos de REDD++	Articular parcerias para monitoramento e controle do uso do fogo e focos de calor nos municípios com maior número de ocorrências anual.	Montar salas de monitoramento nas secretarias de meio ambiente dos municípios com maior número de focos de calor.	SEMA, Corpo de Bombeiros Militares, AGERP, prefeitura municipal
S	Erosão da biodiversidade	Perda e afugentamento da biodiversidade por desmatamento,	Maior fiscalização ambiental, controle do uso da terra por sistemas pautados	Orientação jurídico institucional junto as prefeituras	Regulamentação de peças técnicas de gerenciamento público municipal;	SEMA, Secretarias Municipais de Meio

Nº ORDEM	DESCRITORES DOS CENÁRIOS ATUAIS			METAS A CONSIDERAR POR HORIZONTE DE PLANEJAMENTO		
	CENÁRIO ATUAL	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL	PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO	METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO	METAS DE LONGO PRAZO	ENTES ENVOLVIDOS
		caça para fins esportivos ou comerciais, biopirataria em áreas protegidas, avanço de queimadas e incêndios e perda de habitats	em imagens de satélite e de demais sensores orbitais, maior rigor nos processos de licenciamento de atividades que envolvam a queima do terreno e aumento das ações e missões de proteção à fauna	para implementação da gerencia local de recursos naturais; Idealização de Buffers de áreas ribeirinhas Incentivo à execução de planos de resgate e afugentamento de fauna nativa Revegetação de nascentes e de margens de demais corpos hídricos perenes e sazonais		Ambiente, Prefeituras, IBAMA, Universidades e Sindicatos de trabalhadores e de produtores rurais
T	Manejo tradicional do uso da terra no Alto e Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru	Manutenção de práticas agrícolas e pecuaristas danosas ao ambiente de pequeno porte, mas de alta distribuição geográfica na Bacia	Cultivos (grãos), de tubérculos e atividades de pecuária extensiva (renovação de pasto) em áreas produtivas de subsistência e de mercado colaboram para a ampliação integrada da fragilidade ambiental, carecendo de maior assistência técnica rural e acompanhamento assistido da produção agropecuária dos micro e pequenos produtores rurais, nomeadamente os de matriz familiar (ou campesina)	Realizar diagnóstico de produção e produtividade, bem como aptidão por região.	Elaboração de projeto de Arranjo Produtivo Local por região de identidade territorial	SEBRAE, UEMA, AGERP, IMESC, SENAR, SEBRAE e CODEVASF
U	Manejo tradicional do uso da terra no Baixo Cursos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru	Redução do intervalo de pousio das culturas agrícolas que concorre para a diminuição da segurança produtiva	Cultivos (grãos), de em áreas de baixa ou média produtividade utilizada para subsistência e comercialização de	Realizar diagnóstico de produção local, e pontos de escoamento e comercialização	Garantir inclusão de famílias em programas de assistência técnica e de incentivo a produção agroecológica e	AGERP, Ministério da Agricultura e Meio Ambiente. SEMA, SAF, SAGRIMA,

Nº ORDEM	DESCRITORES DOS CENÁRIOS ATUAIS			METAS A CONSIDERAR POR HORIZONTE DE PLANEJAMENTO		
	CENÁRIO ATUAL	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL	PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO	METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO	METAS DE LONGO PRAZO	ENTES ENVOLVIDOS
		e socioeconômica regional	excedentes colaboram para a ampliação integrada da fragilidade ambiental, carecendo de maior assistência técnica rural e acompanhamento assistido da produção agropecuária dos micro e pequenos produtores rurais, nomeadamente os de matriz familiar (ou campesina)		sustentável	Sindicatos de Trabalhadores Rurais
V	Diversificações das pressões de usos em áreas de maior criticidade na Bacia Hidrográfica do Itapecuru	Aumento da demanda por água subterrânea para consolidar as atividades econômicas em curso	Revitalização da rede hidrográfica estadual para compatibilizar os usos das águas superficiais com as demandas por esse recurso	promover a gestão integrada entre esferas de governança (federal, estadual e municipal) de programas de monitoramento, fiscalização e infraestrutura	Adesão dos municípios a programas de revitalização de bacias hidrográficas a nível estadual e federal.	Governo federal, Governo estadual, governo municipal
X	Riscos de subsidência de terrenos (rebaixamento de solos)	Superexploração de águas subterrâneas sobretudo em áreas urbanas devido ao uso extensivo, bem como o desperdício de águas subterrâneas	Restringir a concessão de outorga para a exploração de recursos hídricos subterrâneos que apresentem predisposição à subsidência	Articular gestão integrada de outorga de uso de recursos hídricos Elaboração de projetos de engenharia para recuperação de vias e rodovias atingidas	Realizar estudos de vulnerabilidade em escala local Recuperação de vias públicas com técnicas de engenharia adequadas	UEMA, SEMA, Prefeituras municipais, secretarias de obras ou similares, SINFRA, DNIT (em áreas de rodovias federais)
Y	Contaminação de aquíferos por percolação de defensivos agrícolas	Uso de defensivos agrícolas extensivamente no território	Controle, monitoramento e avaliação sistemáticos dos usos de defensivos por parte das autoridades competentes	Acionar a Agência de Defesa Agropecuária para o cumprimento das normas de uso e comercialização de produtos agropecuários	Elaborar agendas de palestras em sindicatos de produtores, associações rurais e fiscalização em revendas agropecuárias	AGED, FETAEMA, Sindicatos, e Associações ou Sindicatos de Produtores Rurais, SENAR, Iniciativa Privada, Universidades

Nº ORDEM	DESCRITORES DOS CENÁRIOS ATUAIS			METAS A CONSIDERAR POR HORIZONTE DE PLANEJAMENTO		
	CENÁRIO ATUAL	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO ATUAL	PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO	METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO	METAS DE LONGO PRAZO	ENTES ENVOLVIDOS
W	Questões agrárias de uso e posse da terra, uso de recursos naturais entre posseiros, indígenas, quilombolas, assentados, extrativistas, proprietários	Existência de conflitos pela posse da terra entre médios e grandes produtores rurais com comunidades assentadas, povos originários, povos tradicionais e Unidades de Conservação de Proteção Integral	Realização de inventário fundiário das áreas e entornos de Terras Indígenas, Comunidades Quilombolas autodeclaradas, Unidades de Conservação e Assentamentos Estaduais e Federais para aferição dos reais conflitos e apontamentos de possíveis soluções fundiárias	identificar conflitos de uso da água; analisar as possíveis influências de sobreposições existentes do Cadastro Ambiental Rural	apresentar quadro de territorialidade e de demandas de organização territorial; apresentar a parcerias os produtos de pesquisa para encaminhar demandas de resolução	ITERMA, INCRA, FETAEMA, Secretaria de Igualdade Racial, SEMA, Ministério Público Estadual e Ministério Público Federal
Z	Especulação imobiliária em APPs e criação e manifestação de cenários de inundação e contaminação ambiental	Baixa eficiência das políticas urbanísticas municipais quanto à ocupação regular de áreas criticamente sensíveis à ocupação humana.	Realização de levantamentos planialtimétricos para embasar planos diretores municipais e inserção das principais APP's urbanas em programas e projetos de restauração florestal	Utilização de medidas de incentivo econômico já existentes, como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), o Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-Hidro)	Elaboração do diagnóstico setorizado (meio físico-biótico, contexto socioeconômico e ambiente legal e institucional) e integração das informações apontando para relações entre elas	SEMA, ANA - CEMADEN, Secretarias Municipais de Meio Ambiente, Prefeituras.

Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Perante as discussões acerca do conjunto de prognósticos resolutivos, suas estratégias mitigadoras e tipos de macroações e intervenções globais no âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, indica-se que:

- é necessário que as estratégias de mitigação, monitoramento e controle dos cenários de perturbações ambientais em curso sejam formatadas e aplicadas como políticas públicas para a bacia hidrográfica em lide, sob consequência de irreversibilidade das mesmas, cenário tendencial caso as atividades propostas não sejam desenvolvidas de forma integrada;
- os cenários atuais de fragilidades hirogeográfica, *di per si*, já trazem consigo elementos suficientes para estabelecer quadros futuros de conflitos regionais, que, em diferentes

profundidades de tempo, podem afetar todo o seu conjunto territorial. Isso é embasado no fato dos deslocamentos históricos das alterações antropogênicas, principalmente no sentido Leste – Oeste e Sul – Norte;

- c) com a resiliência dos sistemas ambientais e produtivas tendendo a ser comprometida com a ausência de monitoramento, fiscalização e controle dos processos de desbaste das coberturas vegetais remanescentes, associadas à prática de queimadas, de agricultura itinerante e de monossilviculturas sem proteção de reservas legais (RL's) e áreas de preservação permanentes (APP's), há sérios riscos de comprometimento da estabilidade dos solos e dos ecossistemas locais e regionais, o que induzirá à aceleração dos processos erosivos acelerados, da lixiviação de nutrientes em substratos orgânicos e inorgânicos, bem como deposição progressiva de material sedimentar mobilizado em canais fluviais e em leitos de ambientes lênticos (açudes, lagos naturais e lagos artificiais);
- d) o fator declividade deve ser mais bem analisado pelas autoridades partícipes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e presentes no Estado do Maranhão (IBAMA, ICMBio, SEMA-MA e Secretarias Municipais de Meio Ambiente ou afins), com o fito de diminuir eventuais processos locais de movimentos de massa (*landslides*), erosão laminar (ravinamentos e voçorocamentos) e solifluxão, haja vista necessidades de manter a qualidade dos ambientes e espaços ocupados pelas comunidades humanas locais e regionais;
- e) a implantação de núcleos regionais de produção de mudas de essências nativas apresenta-se como uma solução viável de ações estruturantes e não-estruturantes que visam a implementação de atividades de recuperação de áreas degradadas, sobretudo em APPs. Assim, as áreas consideradas prioritárias para esses esforços devem ser aquelas onde há o envolvimento de comunidades tradicionais e/ou ovos originais e onde haja ambiência para geração de renda através da implementação de arranjos produtivos locais (APL's) pela lógica do desenvolvimento econômico local (DEL), os quais são importantes ferramentas de uso e manejo adequados de recursos naturais e de inserção social. Terras Indígenas, comunidades quilombolas e comunidades de assentamentos são considerados estratégicos em função dos biomas que representam, bem como da possibilidade de comercialização dos produtos com

territórios vizinhos, considerando necessidade de geração local de renda em locais cujos IDHs são considerados de médio a baixo.

Após tudo o que foi exposto, é imperativo afirmar que tais ações, embora estratégicas, precisam ser complementadas por diretrizes de ação. De forma a orientar a elaboração futura de diretrizes de implementação, faz-se obrigatório expor que a execução de ações e intervenções cenarizadas deve buscar o equilíbrio sistêmico entre os componentes territoriais analisados (GODET, 2000; POTTER, 2002). As imprevisibilidades ocasionadas pelas atividades humanas requerem, como já demonstrado na ilustração precedente, constante processo de reavaliação dos cenários de resolutividade, bem como suas metas e, eventualmente, os atores envolvidos.

A orientação dada é para que haja a formatação de diretrizes mestras cuja base esteja na interseção entre os sistemas ambientais resilientes, as atividades produtivas de matriz durável e sinérgica em relação ao uso dos recursos naturais disponíveis no âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru e a observação sempre real e próxima da realidade sociocultural e socioeconômica regional. as principais diretrizes para a execução de ações, independentemente de qualquer que seja a perspectiva de resolutividade ou mitigação das fragilidades do espaço total da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru devem estar pautadas no que está disposto na Figura 10.

Por conseguinte, as Diretrizes Gerais e Específicas para a implementação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru deverão, ainda, ser compostas por:

- a) atividades adequadas a cada setor da região hidrogeográfica em lide, de acordo com sua fragilidade ecológica, capacidade de suporte ambiental e potencialidades de usos econômicos e sociais;
- b) necessidades de proteção ambiental, conservação e uso racional da água, do solo, do subsolo, da fauna, da flora e demais recursos naturais renováveis e não-renováveis presentes em território estadual;
- c) definição de áreas prioritárias para conservação;
- d) critérios para orientar as atividades madeireira e não-madeireira, agrícola, agrária, pecuária, pesqueira e de aquicultura, de urbanização, de industrialização, portuária, de recuperação de áreas degradadas, de mineração e de outras opções de uso dos recursos ambientais, em conformidade com a legislação em vigor;
- e) medidas destinadas a promover, de forma ordenada e integrada, o desenvolvimento ecológico e econômico sustentável do setor rural, com o objetivo de melhorar a

- convivência entre a população e os recursos ambientais, inclusive com a previsão de diretrizes para implantação de infraestrutura de fomento às atividades produtivas, quando couber;
- f) quando couber, medidas de controle e de ajustamento de planos de zoneamento de atividades econômicas e sociais resultantes da iniciativa dos municípios, com vista a compatibilizar, no interesse da proteção ambiental, usos conflitantes em espaços municipais contíguos e a integrar iniciativas regionais amplas e não restritas às cidades; e
- g) apontamento de planos, programas e projetos dos governos federal, estadual e municipais com a finalidade de orientar os usos adequados para cada setor da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.

Figura 10: Indicativos de diretrizes gerais para a implementação de ações integradas voltadas para a melhoria dos cenários atuais da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru.

Resolutividade	Estratégias para Consecução de Resultados	Indicação de Imprevistos
<ul style="list-style-type: none">• Todas as ações previstas devem ser objetivas e carecem de acompanhamento periódico e sistemático.• A execução das ações indicadas e previstas deve ser realizada por equipes técnicas multidisciplinares e com experiência na resolução de eventuais conflitos sociais, econômicos, territoriais e ambientais que porventura estejam presentes nas áreas de intervenção previstas.• Consequentemente, todas as estratégias de intervenção devem obrigatoriamente seguir à lógica de interconexão de cenários e cenários, uma vez que as melhores intervenções são alicerçadas em propostas exequíveis que tenham caráter integrativo entre as dinâmicas que conduzam à resolução de conflitos culturais, socioeconômicos, socioespaciais e socioambientais.	<ul style="list-style-type: none">• Cada cenário de intervenção pautado nas ações e metas pretendidas deve ser tempestivamente acompanhado de um projeto específico, que embasará todas as suas fases de execução, seja na forma de atividades estruturantes, seja na forma de intervenções não-estruturantes.• As ações devem considerar que haverá realidades territoriais que, embora tenham sido apontadas na elaboração do presente trabalho, serão alteradas pelas ações humanas em diferentes horizontes de planejamento. Portanto esta cenarização é um registro de momento que deve ser acompanhado de complementos ou revisões futuras.	<ul style="list-style-type: none">• As ações indicadas necessitam de monitoramento, avaliação e controle continuadas pelas equipes técnicas dos entes executores e de eventuais staffs de empresas ou de órgãos públicos que participem do processo de execução.• Sistemáticamente, as estratégias de gestão de desempenho das intervenções ser acompanhadas por esforços de organização coordenada entre as propostas apresentadas neste Plano de Recursos Hídricos e a realidade local ou regional, mormente se as ações forem executadas com mais de quatro anos após a elaboração do mesmo.

37

Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Outrossim, a complementação deste exercício de prognose conflui na cenarização do território, disposta no capítulo seguinte. Ademais, é nesse item que todas as matrizes morfológicas e indicativas de cenarização serão efetivamente compiladas, o que dará base para a execução das atividades posteriores do presente Plano de Recursos Hídricos, que servirá para nortear ações de:

- a) proteção ambiental, com recuperação de áreas degradadas e indicação de salvaguardas específicas necessárias;

- b) desenvolvimento econômico e produtivo com equidade;
- c) implantação de infraestruturas para competitividade e qualidade de vida;
- d) governança e fortalecimento de instituições que promovam o desenvolvimento durável da região hidrográfica com transparência e controle social.

5. SÍNTESE DA CENARIZAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU

Os Cenários Prospectivos elaborados para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru convergem para seis pontos de alta criticidade, denominados elementos de incerteza, sendo eles:

- a) **insuficientes dados e informações precisas sobre a qualidade e quantidade de água:** bem como sobre o uso do solo e as atividades econômicas na bacia hidrográfica;
- b) **pressão sobre os recursos hídricos:** a incerteza em relação ao crescimento populacional, a urbanização e a expansão da agricultura e pecuária na região pode aumentar a demanda por água e intensificar a pressão sobre os recursos hídricos da bacia, levando a conflitos entre diferentes usos e usuários da água;
- c) **governança e ocupação:** a incerteza em relação à eficácia dos sistemas de governança da bacia, incluindo a implementação de políticas públicas e a participação das partes interessadas, afeta profundamente a capacidade de gerenciar a bacia de forma sustentável e equitativa;
- d) **escassez de recursos e capacidade institucional:** a falta de recursos financeiros e humanos e a falta de capacidade institucional ainda são desafios importantes para a implementação de políticas e programas de gestão sustentável na bacia do rio Itapecuru;
- e) **deficiente integração entre políticas e programas:** muitas vezes, as políticas e programas de gestão na bacia hidrográfica do rio Itapecuru são implementados de forma isolada, sem coordenação e integração, o que pode levar a resultados insuficientes ou contraditórios.
- f) **limitações institucionais e legais para a tomada de decisões e para a implementação de políticas públicas para a gestão sustentável da bacia hidrográfica;**

esse aspecto, certamente, vai encontrar no Comitê Gestor da Bacia a institucionalidade almejada.

- g) **participação e engajamento da sociedade:** a conscientização e participação da sociedade na gestão da bacia são fundamentais para a construção de soluções sustentáveis e para a garantia de um futuro mais promissor para a região.
- h) **risco climático:** relacionado ao aumento das temperaturas globais e a deficiente gestão dos recursos hídricos; essa questão, além das políticas preventivas, mitigatórias e corretivas carece de fortalecimento das instituições de pesquisa e ensino no sentido de prover o devido acompanhamento das tendências climáticas mundiais e regionais.

Na Figura 11 traçaram-se meia dúzia dos mais prováveis e importantes caminhos alternativos, unindo pontos de união entre as variáveis consideradas críticas para o delineamento das possíveis cenas que caracterizam a territorialização, numa projeção estimada em 25-30 anos. Em matéria de cenários, inicialmente, estimava-se que esse seria razoável avaliar as incertezas e as quebras de paradigmas para esse período. Todavia, as frequentes e intensas mudanças ocorridas nos últimos anos estão a indicar que essa assunção deva ser revisada. Detalha-se cada um deles a seguir:

- a) **Cenário A (colibri) - Desenvolvimento sustentável:** possível, sob uma governança dedicada e eficiente, capaz de mobilizar os atores sociais e econômicos num ambiente de ampla participação e adesão as soluções dos problemas, inclusive aderindo às restrições necessárias, além de eleger a educação, tecnologia e inovação criativa como alicerces do crescimento e desenvolvimento social inclusivo e ambientalmente seguro. O resultado final, contudo, não é infenso ao desdobramento das externalidades ocasionadas pelo ambiente geopolítico ou decorrentes de mudanças climáticas severas. Novas pandemias podem ocorrer, mas neste cenário vai encontrar as melhores condições possíveis para o seu enfrentamento.
- b) **Cenário B (águia) - Desenvolvimento medianamente sustentável:** o desenvolvimento mediano pode ser atingido por dois vieses, ou por intensificação das dificuldades oriundas de fatores exógenos ou por uma governabilidade menos eficiente, ainda que aplicada, ou ainda por uma combinação dos dois fatores. O histórico responsável pela cena atual é o do arquétipo representado pela galinha, mas o arquétipo representado pela águia também é possível, a depender do desempenho

da governança. Novas pandemias podem trazer consequências mais difíceis de serem enfrentadas.

- c) **Cenário C (carcará) - Desenvolvimento pouco sustentável:** A ampliação dos conflitos geopolíticos, combinada com deficiências na governabilidade é uma combinação mais do que suficiente para redundar numa cena de degradação ambiental, aumento da pobreza e ampliação dos conflitos sociais fomentados pela precária inclusão social. Naturalmente, a ocorrência de novas pandemias tem o potencial de agravar significativamente as condições desse cenário.
- d) **Cenário D (urubu): Desenvolvimento insustentável:** Governabilidade confusa, dispersa, burocrática associada com a ampliação dos conflitos geopolíticos, aumento expressivo das temperaturas climáticas, ao que se somem surtos pandêmicos podem culminar por construir uma territorialidade desastrosa caracterizada pela degradação socioeconômica e ambiental, como atestado por inúmeros exemplos de derrocada civilizatória, mundo afora. Embora inaceitável ou inconcebível do ponto de vista das promessas e projeções das lideranças locais, regionais, nacionais e globais poderá vir a se concretizar induzido por externalidades muito negativas caso não ocorra um contrabalanço por parte da governabilidade.

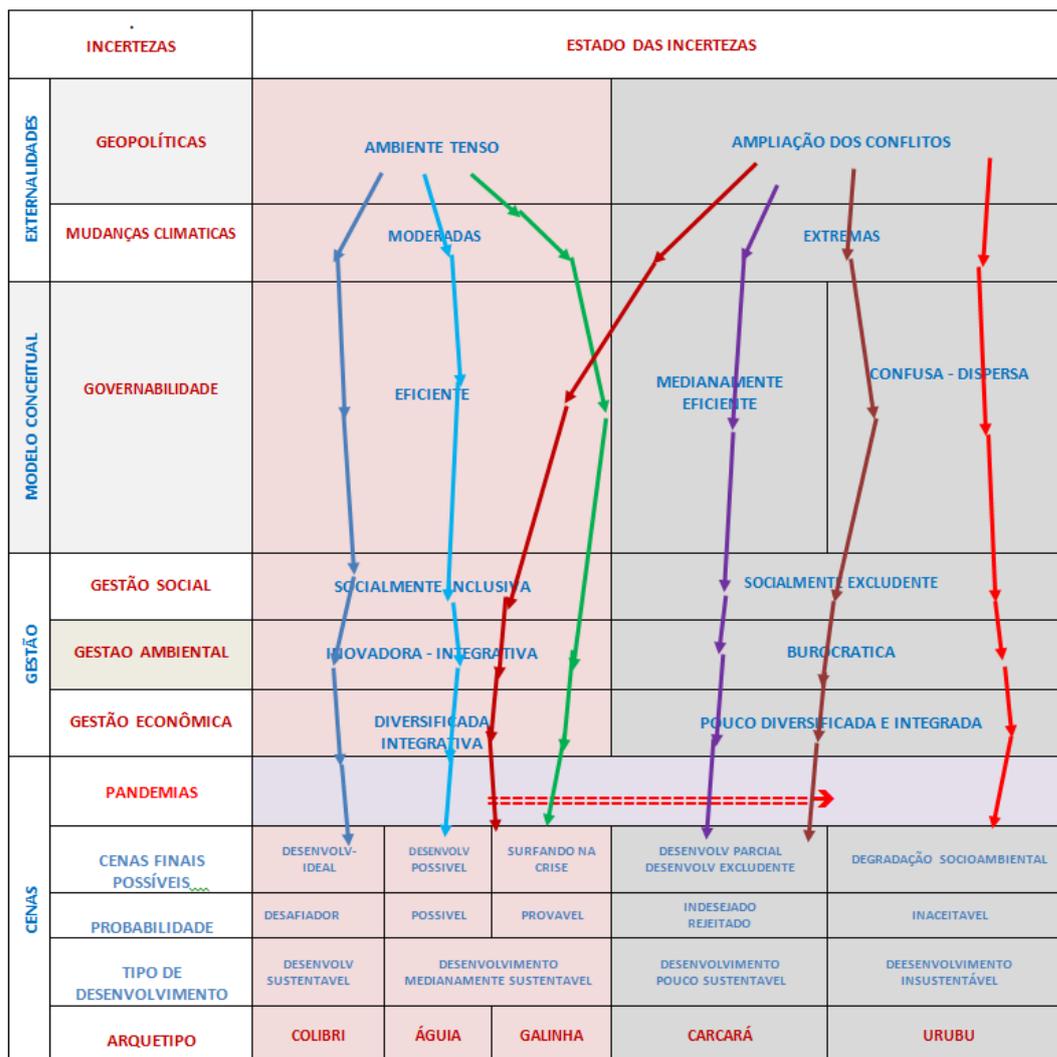
40

Da descrição dos cenários alternativos, do melhor ao pior em termos de sustentabilidade, ficou evidente que a única incerteza, ou dúvida que a sociedade pode influenciar é a governabilidade que se constitui no único elemento que depende unicamente dos atores e gestores da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru. Em outras palavras, metaforicamente, investir na governabilidade, nos elementos que a constroem e fortalecem como a inclusão social é a única salvaguarda para os prováveis ou possíveis intercorrências, de qualquer natureza.

Como é consenso científico, ao longo de mais de duas décadas, proteger e conservar os recursos hídricos sintetiza a essência da preservação e conservação ambiental e conseqüentemente, a garantia de recursos para as próximas gerações. Nenhum diagnóstico e muito menos prognósticos são definitivos, por melhores que sejam. Com respeito à cenarização, conforme anteriormente desenvolvida, ela não é um exercício de projeções ou de futurologia; seu objetivo é realizar um exercício de preparação para o enfrentamento de possíveis mudanças dos fatores condicionantes da territorialidade.

Eventuais falhas na discussão podem conduzir a más interpretações ou falsas expectativas, pelo que a recomendação final é a de que se instale um permanente debate sobre os diagnósticos e os prognósticos cenarizados. As abordagens realizadas, através dos diversos capítulos que compuseram esta análise, constituíram-se em caminho natural para as conclusões e recomendações, que a seguir serão apresentadas, como um desaguadouro lógico.

Figura 11: Matriz morfológica das incertezas críticas para as próximas décadas.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS AO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU

Ao apontar as principais cenas atuais de fragilidades do território drenado pelo Itapecuru e sua rede de afluentes e subafluentes, pautadas na leitura e interpretação dos principais elementos que compõem o Diagnóstico da Bacia, bem como do Cenário Tendencial e Alternativo das Demandas produzidos para a região hidrográfica genuinamente maranhense em lide, foi possível indicar aleatória, porém sistematicamente, todo um conjunto de cenas atuais indicadoras de fragilidade sistêmica.

Os cenários, portanto, por serem estratégicos e pertinentes horizontes de planejamento alicerçados no conhecimento da realidade começaram aqui a serem delineados e, por isso, deverão indicar uma nova perspectiva: a do planejamento territorial, tão importante para uma região hídrica como a do Itapecuru.

A elaboração do Plano de Recursos Hídricos será realizada após a discussão de diversos seguimentos que atuam na região hídrica em questão e, com isso, devem ser postos em prática as diretrizes que tratarão da proposta de ordenamento da mesma, isso seguindo uma proposta de arranjo institucional da Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio Itapecuru, conforme descrito no item 4 deste Sumário Executivo. Ademais, o que dará base para a execução das atividades posteriores do presente Plano de Recursos Hídricos, que servirá para nortear ações de:

- a) proteção ambiental, com recuperação de áreas degradadas e indicação de salvaguardas específicas necessárias;
- b) desenvolvimento econômico e produtivo com equidade;
- c) implantação de infraestruturas para competitividade e qualidade de vida;
- d) construção de obras civis de contenção de cheias e proteção contra estiagens prolongadas e seus efeitos;
- e) governança e fortalecimento de instituições que promovam o desenvolvimento durável da região hidrogeográfica com transparência e controle social.

faz-se mister pontuar que todas as soluções podem ser enquadradas em cinco eixos temáticos, quais sejam: recuperação de áreas degradadas, sobretudo em Áreas de Preservação Permanente (APPs); realização de obras de intervenção para correção de processos e dinâmicas relacionadas à engenharia civil; implementação de estratégias para controle, avaliação e monitoramento de atividades agrossilvopastoris; controle de processos erosivos e deposicionais; e, por fim, gerenciamento socioambiental integrado, com vistas à resolução de conflitos de uso dos recursos naturais, da terra e dos passivos ambientais gerados pela própria sociedade.

Dessa maneira, faz-se prudente indicar que:

- a) as metas definidas precisam ser dispostas, cada qual, na forma de planos, programas ou projetos que devem ser executadas em regime de colaboração entre os entes federativos e órgãos e poderes públicos citados, com parcerias feitas entre eles e, quando couber, com a presença do segmento produtivo, ou seja, da iniciativa privada;
- b) as estratégias globais que podem auxiliar na condução de indicações do que pode ser realizado para mitigar os cenários relativos às perturbações antropogênicas em curso são consideradas âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itapecuru, estando dispostas pormenorizadamente em documentos próprios.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Bases conceptuais e papel do conhecimento na previsão de impactos. In: MÜLLERPLANTENBERG, Clarita; AB'SÁBER, Aziz Nacib (orgs.). **Previsão de impactos: o estudo de**

impacto ambiental no Leste, Oeste e Sul. Experiências no Brasil, Rússia e Alemanha. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2006. p. 27-49.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Cadernos de Recursos Hídricos. Brasília, 2005a. 172 p.

_____. **Enquadramento dos corpos d'água em classes** / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. -- Brasília: ANA, 2020.

_____. **Enquadramento dos Corpos Hídricos**. Disponível:< [Microsoft PowerPoint - CursoENQUADRAMENTO Portal.pptx \(ana.gov.br\)](#)>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

DIAS, Luiz Jorge Bezerra da Silva. **Diagnóstico dos Conflitos Socioambientais e Socioespaciais na Bacia do Mearim (MA)**. Florianópolis: MPB Engenharia, 2014. 58 p.

GODET, Michel. **A caixa de ferramentas da prospectiva estratégica**. Lisboa: Cepes, 2000.

MARANHÃO (Estado). **Política Estadual de Recursos Hídricos**, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, 2004. Lei nº8.149 de 15 de junho de 2004. Planejamento e Gestão do Poder Executivo.

MARANHÃO (Estado). **Decreto Regulamentador da Lei nº8.149 de 2004**, PERH, 2011. Decreto nº27.845 de 18 de novembro de 2011. Planejamento e Gestão do Poder Executivo.

POTTER, Michael E. (org.). **Estratégia e planejamento**: autores e conceitos imprescindíveis – coletânea HSM Management. São Paulo: Publifolha, 2002.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495 p.

TUCCI, C.E.M. Regionalização de vazões. Porto Alegre, Ed. ABRH/ UFRGS, 2002. 256 p.

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão. Centro de Ciências Agrárias. Núcleo Geoambiental. **Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão** / Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, 2016.