



PLANO NASCENTE MEARIM

Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Mearim





PLANO NASCENTE MEARIM

Plano de preservação e recuperação
de nascentes da bacia do rio Mearim

Fundamentado na experiência da Codevasf em
recuperação e controle de processos erosivos





Presidente da República

Jair Messias Bolsonaro

Ministro de Estado do Desenvolvimento Regional

Gustavo Henrique Rigodanzo Canuto

Diretor - Presidente da Codevasf

Marcelo Andrade Moreira Pinto

Diretor da Área de Revitalização das Bacias Hidrográficas

Fábio André Freire Miranda

Diretor da Área de Desenvolvimento Integrado e Infraestrutura

Sérgio Luiz Soares de Souza Costa

Diretor da Área de Gestão de Empreendimentos de Irrigação

Luiz Napoleão Casado Arnaud Neto



Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

Organizadores

Leila Lopes da Mota Alves Porto
Eduardo Jorge de Oliveira Motta
Camilo Cavalcante de Souza

PLANO NASCENTE MEARIM

Plano de preservação e recuperação
de nascentes da bacia do rio Mearim

Fundamentado na experiência da Codevasf em
recuperação e controle de processos erosivos

2ª edição

Brasília, DF
Codevasf
2019

© 2019 – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf

É permitida a reprodução de dados e de informações contidas nesta publicação, desde que citada a fonte. Sua comercialização é expressamente proibida.

Disponível também em: <<http://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais>>

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf
SGAN 601 – Conj. I – Ed. Manoel Novaes
CEP 70.830-901 Brasília-DF
www.codevasf.gov.br
divulgacao@codevasf.gov.br

Revisão ortográfica e gramatical

Eduardo Jorge de Oliveira Motta
Marta Morosini
Luiz Bezerra de Oliveira
Willibaldo Brás Sallum
Valdemir de Macedo Vieira

Revisão Técnica

Camilo Cavalcante de Souza
Eduardo Jorge de Oliveira Motta
Valdemir de Macedo Vieira

Projeto gráfico e diagramação

Vitor Alvizi Barbuglio - Arcadis
Camila Sena Hott - SEGRAF

Normalização bibliográfica

Nilva Chaves
Edna Sousa Santos
Diana A. F. da Luz

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P699

Plano Nascente Mearim : plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia hidrográfica do rio Mearim / Organizadores, Leila Lopes da Mota Alves Porto, Eduardo Jorge de Oliveira Motta, Camilo Cavalcante de Souza. – Brasília : Codevasf, 2019.
188 p.: il., fotos

ISBN: 978-85-89503-24-2

1. Nascente - preservação. 2. Recuperação ambiental. 3. Processo erosivo - controle. 4. Bacia hidrográfica. 5. Rio Mearim. I. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.

CDU: 502/504 (Mearim)



Grupo de Trabalho (GT) composto por Analistas em Desenvolvimento Regional (ADR) da Codevasf para elaborar os “Planos de Preservação e Recuperação de Nascentes das bacias hidrográficas do Mearim e do Itapecuru”, Decisão nº 1740/2016, rerratificada pelas Decisões nº 234/2017 e nº 460/2017.

LEILA LOPES DA MOTA ALVES PORTO - Presidente

ADENILSON KERLISSON CARVALHO DE OLIVEIRA

ANDRÉ LUIZ OLIVEIRA SANTOS

ANTÔNIO JOSÉ DA SILVA NETO

BRÁULIO JORDÃO

CAMILO CAVALCANTE DE SOUZA

EDUARDO JORGE DE OLIVEIRA MOTTA

EMANUELL FLORÊNCIO PASSOS MARTINS

ERICKA ROCHA DA CUNHA

PEDRO CAVALCANTI DOS REIS

RENAN LOUREIRO XAVIER NASCIMENTO

SERGIO LUIZ SOARES DE SOUZA COSTA

VALDEMIR DE MACEDO VIEIRA



Agradecimentos às instituições públicas e privadas, municipais, estaduais e federais, povos indígenas, quilombolas, ribeirinhos, comunidades tradicionais e a todas as pessoas que contribuíram na elaboração do PLANO NASCENTE MEARIM.

*Eu nasci no Mearim, um rio barrento e lento lá no fundo da memória carcomida,
como a mim corroeu o mesmo tempo e o desalento; também o rio corrompeu,
assoreou.*

*Um rio perdido ou esquecido
o rio e eu, frente a frente como um eu diante de outro eu,
desconhecendo-se outros eus que ficaram ao longo do caminho todos irreconhecíveis!*

*Paisagens deformadas agora imperceptíveis
O rio torto e incerto de minha infância esquecida com aquelas palmeiras decapitadas;
eu, ribeirinho assustado, imaginando caminhos nas águas moventes e errantes.*

Trecho do Poema "Mearim"

Antônio Lisboa Carvalho de Miranda

(professor e poeta, nasceu em Bacabal/Maranhão em agosto de 1940)

*A sua vida vem da minha vinda e a sua sorte é que a minha morte parece levar outra
vida até chegar. Mas não se iluda, meu irmão, pois muito antes do que você pensa,
eu posso apenas evaporar sem mais chover, e assim não lhe dar nem de beber e nem
de comer. Você me necessita, me vê com cobiça, mas me desperdiça; e se de cima eu
tanto chorei e seu corpo eu encharquei, por dentro e por fora, verá que enfim, por
teus olhos derramarei, feito sinal de mágoa, no dia em que for-me embora na forma
da última gota d'água.*

Poema "Água"

Maria Eduarda Novaes Guerra

(ex-funcionária da Codevasf e poeta que nasceu em Brasília/DF em setembro de 1978)





LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização das bacias hidrográficas maranhenses.....	36
Figura 2. Regiões hidrográficas do estado do Maranhão.....	37
Figura 3. Sistemas aquíferos do Maranhão.....	39
Figura 4. Localização da bacia hidrográfica do rio Mearim.....	40
Figura 5. Rede hidrográfica da bacia do rio Mearim.....	41
Figura 6. Principais tributários da bacia do rio Mearim.....	42
Figura 7 A a D. A) Rio Mearim nas cidades de: Barra do Corda; B) Vitória do Mearim; C) Pedreiras e Trizidela do Vale; e D) Rio Buritirana, afluente do rio Pindaré, na cidade de Buriticupu.....	43
Figura 8. Fisiografia da bacia do rio Mearim.....	44
Figura 9. Vereda na cabeceira do rio Mearim.....	45
Figura 10. Rio Grajaú no município de Grajaú.....	46
Figura 11. Área estuarina com desbarrancamento da margem pela ação da pororoca.....	47
Figura 12. Nascentes na bacia do rio Mearim.....	48
Figura 13. Nascente do rio Mearim.....	50
Figura 14 A e B. Nascente do rio Grajaú (degradada) e nascente do rio Grajauzinho (conservada).....	50
Figura 15. Nascente degradada do rio Pindaré.....	51
Figura 16. Nascente do rio Corda.....	52
Figura 17. Nascente do rio Flores.....	53
Figura 18 A a F. Nascentes em bom estado de conservação na bacia do rio Mearim.....	54
Figura 19 A e B. Nascentes em estado de degradação na bacia do rio Mearim.....	54
Figura 19 C a F. Nascentes em estado de degradação na bacia do rio Mearim.....	55
Figura 20 A a D. Veredas em bom estado de preservação na bacia do rio Mearim.....	55
Figura 20 E a H. Veredas em bom estado de preservação na bacia do rio Mearim.....	56
Figura 21 A a F. Cachoeiras, corredeiras e cânions da bacia do rio Mearim.....	57
Figura 22. Precipitação média anual na bacia hidrográfica do rio Mearim.....	59
Figura 23. Climas do estado do Maranhão.....	60
Figura 24. Mapa geomorfológico da bacia do rio Mearim.....	64
Figura 25. Biomas da bacia do rio Mearim.....	67
Figura 26. Fitofisionomias da bacia do rio Mearim.....	69



Figura 27 A a H. Palmeiras presentes da bacia do rio Mearim.....	70
Figura 28. Unidades de Conservação e Terras Indígenas na bacia do rio Mearim	72
Figura 29. Reserva Biológica do Gurupi.....	73
Figura 30. Áreas prioritárias para conservação na bacia do rio Mearim	75
Figura 31 A e B. Habitação e escola típicas do meio rural do Maranhão.....	76
Figura 32. Área de abrangência do Matopiba	77
Figura 33 A e B. Pecuária de corte e produção de grãos na região do Matopiba	78
Figura 34 A a F: Coco e castanha de babaçu, produção de carvão de babaçu, comercialização de mel, azeite, pimenta e artesanato	80
Figura 35 A e B: Embarcações de pesca e transporte.....	80
Figura 35 C a F: Mercado de peixe de Portinho; estrada de ferro Carajás; polo gesseiro de Grajaú; transporte e plantio de eucalipto	81
Figura 36 A a D: Pororoca, Lago Açu, encontro dos rios Corda e Mearim, Igreja no morro do Calvário em Barra do Corda.....	81
Figura 37 A a D. Povos e comunidades tradicionais quilombolas	86
Figura 38 A a D. Povos e comunidades tradicionais indígenas	86
Figura 39 A e B. Rio Grajaú entre os municípios de Satubinha e Bela Vista do Maranhão, respectivamente, em julho e setembro de 2017.....	87
Figura 40 A e B. Desbarrancamento das margens do rio Mearim e queimada em área de recarga hídrica.....	87
Figura 41 A e D. Lançamentos de esgoto nos rios Mearim, Corda e Pindaré	89
Figura 42. Ciclo hidrológico.....	108
Figura 43 A e B. Esquema de representação de bacia hidrográfica: planificada e tridimensional ..	109
Figura 44. Redes de drenagem em bacias hidrográficas.....	110
Figura 45 A e B. Hierarquização de cursos d'água numa bacia (A e B), segundo Sthaler	111
Figura 46. Hierarquização de cursos d'água numa bacia segundo Otto Pfafstetter	112
Figura 47. Área de recarga hídrica com vegetação nativa	113
Figura 48. Erosão próxima a nascente.....	114
Figura 49. Acúmulo de sedimentos em planície fluvial.....	115
Figura 50. Formação do lençol freático.....	116
Figura 51. Tipos mais comuns de nascentes originárias de lençol não confinado: de encosta, de fundo de vale, de contato e de rio subterrâneo.....	117
Figura 52. Nascente sem acúmulo inicial - riacho do Ouro na Serra Negra.....	118
Figura 53. Vereda na cabeceira do rio Mearim.....	119



Figura 54. Nascente com acúmulo inicial na bacia do rio Mearim.....	119
Figura 55 A e B. Vegetação de vereda na nascente do rio Grajaú destruída por queimada.....	122
Figura 56 A e B. Desmatamento e cultivo em margens de rios.....	123
Figura 57 A e B. Nascente pisoteada e lançamento de esgoto.....	123
Figura 58. Mata ciliar conservada.....	125
Figura 59. Cercamento de nascente para proteção e regeneração natural da vegetação.....	127
Figura 60 A e B: Terraceamento em área de recarga hídrica.....	128
Figura 61 A e B. Obra de construção de bacias para captação (barraginhas) de água de chuvas e de sedimentos.....	129
Figura 62. Adequação de estrada rural associada à bacia de captação de enxurrada.....	130
Figura 63 A e B. Cultivos consorciados em quintais produtivos.....	131
Figura 64 A e B. Sistema de plantio direto com uso de cobertura de vegetação morta para proteção do solo.....	132
Figura 65 A e B. Plantio de buritis (por indígenas Kanela) e de açaís para a contenção de processos erosivos e recuperação de nascentes.....	133
Figura 66. Representação de recuperação e aproveitamento de nascentes.....	148
Figura 67: Modelo de monitoramento comunitário da rede Global Water Watch (GWW).....	152
Figura 68 A a C. Barraginhas implantadas pela Codevasf em Minas Gerais.....	168
Figura 69 A a C. Terraços implantados pela Codevasf em Minas Gerais.....	168
Figura 70 A a C. Nascentes e mata ciliar cercadas pela Codevasf em Minas Gerais.....	169
Figura 71 A a C. Contenção de margens e adequação de estradas na bacia do São Francisco; e controle de voçoroca na bacia do Parnaíba.....	169
Figura 72 A e B. Capacitação de produtores e técnicos extensionistas.....	169

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Média das precipitações mensais das 23 estações pluviométricas da bacia hidrográfica do rio Mearim.....	58
Gráfico 2. Classes de solos na bacia do rio Mearim.....	65



LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Disponibilidade hídrica da Bacia Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental.....	38
Quadro 2. Áreas prioritárias e ações recomendadas, por bioma, para conservação da biodiversidade na bacia do rio Mearim.	76
Quadro 3. Comunidades quilombolas na bacia do rio Mearim.....	83
Quadro 4. Terras indígenas no estado do Maranhão.....	85
Quadro 5. Classificação de nascentes quanto à vazão.	120
Quadro 6. Resumo executivo do PLANO NASCENTE MEARIM.....	136
Quadro 7. Intervenções técnicas voltadas à preservação e recuperação de nascentes.....	145
Quadro 8. Análise SWOT aplicada ao PLANO NASCENTE MEARIM.....	162



LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

AE - Agricultura Ecológica
ANA - Agência Nacional de Águas
APA - Área de Proteção Ambiental
APHA - American Public Health Association
APP - Área de Preservação Permanente
ASD - Áreas Susceptíveis à Desertificação
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAF - Cadastro de Atividade Florestal
CAR - Cadastro Ambiental Rural
CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica
CBH-Rio Mearim - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mearim
CEPROF-MA - Cadastro de Exploradores e Consumidores de Produtos Florestais do Estado do Maranhão
CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Codevasf - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
Conama - Conselho Nacional do Meio Ambiente
Conerh - Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal
Consema/MA - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão
COP - Conferência das Partes
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CRQs - Certidões Expedidas às Comunidades Remanescentes de Quilombos
Emater - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
FCC - Fundo Cristão para Crianças
FCP - Fundação Cultural Palmares
GWW - Global Water Watch
Ibama - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
Ibram - Instituto Brasília Ambiental
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ILPF - Integração Lavoura Pecuária e Floresta
MacroZEE - Macrozoneamento Ecológico-Econômico
Mapa - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Matopiba - Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
MD - Ministério da Defesa
MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional
MI - Ministério da Integração Nacional
Minc - Ministério da Indústria e Comércio
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MPOG - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
NuGeo/Uema - Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão
ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONGs - Organizações Não Governamentais



PAC – Programa de Aceleração do Crescimento
PDRH - Plano Diretor de Bacia Hidrográfica
PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos
PEsb - Política Estadual de Saneamento Básico
PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos
PPCDAM - Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PRA - Programa de Regularização Ambiental
Prad - Projetos de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas
Resex - Reserva Extrativista
RL - Reserva Legal
RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural
SAF - Sistemas Agroflorestais
Sema - Secretarias Estaduais de Recursos Hídricos
Seuc/MA - Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza do Maranhão
SFB - Serviço Florestal Brasileiro
Sicar - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
Singreh - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Sisflora/MA - Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais do Estado do Maranhão
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
Snuc - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SPD - Sistema de Plantio Direto
UC - Unidade de Conservação
UEMA - Universidade Estadual do Maranhão
USA – Estados Unidos da América



SUMÁRIO

PREFÁCIOS

Ministro de Estado do Desenvolvimento Regional	19
Presidente da Codevasf	21
Diretor da Área de Revitalização de Bacias Hidrográficas da Codevasf	23

RESUMO EXECUTIVO 25

1 INTRODUÇÃO 29

2 DIRETRIZES DO PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DA BACIA DO RIO MEARIM 33

3 O ESTADO DO MARANHÃO E A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEARIM 35

3.1 Bacia hidrográfica do rio Mearim 40

3.2 Fisiografia 43

3.3 Nascentes da bacia do rio Mearim 47

3.3.1 Cachoeiras, corredeiras e cânions na bacia do rio Mearim 56

3.4 Precipitação pluviométrica 57

3.5 Clima 60

3.6 Geologia e geomorfologia 62

3.7 Solos 65

3.8 Cobertura vegetal 66

3.9 Unidades de Conservação 71

3.9.1 Áreas prioritárias para conservação 74

3.10 Características socioeconômicas 76

3.11 Povos e comunidades tradicionais 82

3.12 Gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Mearim 89

4 ASPECTOS LEGAIS 95



5 BASES TEÓRICAS	107
5.1 Ciclo hidrológico	107
5.2 Conceito de bacia hidrográfica	109
5.3 Nascentes	115
5.4 Degradação de nascentes	121
5.5 Preservação e recuperação de nascentes	123
6 PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DA BACIA DO RIO MEARIM	135
6.1 Arranjo e proposta executiva	135
6.1.1 Comitês Gestores Municipais	137
6.1.2 Comissões comunitárias	138
6.1.3 Empresa de apoio	139
6.1.4 Empresa executora	139
6.1.5 Codevasf	139
6.1.6 Proprietários rurais	139
6.1.7 Comitês de bacias e comissões pró-comitês	139
6.2 Definição de regiões prioritárias para implantação do PLANO NASCENTE MEARIM	140
6.3 Implantação do plano nas regiões prioritárias da bacia	140
6.3.1 Cadastramento, caracterização e espacialização das nascentes e áreas de recarga hídrica	141
6.3.2 Execução das intervenções	144
6.4 Capacitação e educação ambiental	149
6.5 Monitoramento e manutenção das intervenções realizadas	150
6.5.1 Monitoramento da quantidade e qualidade da água de nascentes	150
6.5.2 Estrutura do modelo de monitoramento	152
6.5.3 Ferramentas utilizadas no monitoramento da água	156
6.5.4 Avaliação da efetividade das ações executadas	157
6.6 Mecanismos de estímulos à adesão ao plano	158
6.7 Articulação interinstitucionais	158



6.8	Metas do PLANO NASCENTE MEARIM	159
6.8.1	Análise estratégica para consecução das metas do plano	160
6.9	Orçamento	162
6.9.1	Fontes orçamentárias para implantação do plano	163
6.10	Divulgação dos resultados	164
7	O PLANO NASCENTE MEARIM NO CONTEXTO DO PROGRAMA DE REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	167
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	171
	REFERÊNCIAS	173
	CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS	185





PREFÁCIO

Ministério do Desenvolvimento Regional

A Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) oferece mais uma prova de competência de sua equipe técnica ao lançar o Plano Nascente da Bacia do Rio Mearim. Em um trabalho de alto padrão, é possível identificar parâmetros sólidos para a recuperação das áreas degradadas e a preservação da maior bacia hidrográfica genuinamente maranhense.

Distribuída por mais de 98 mil quilômetros quadrados, a bacia do rio Mearim equivale a 29,8% do Maranhão e supera a extensão de Portugal. Suas águas desempenham papéis importantes na vida das pessoas e na economia de dezenas de comunidades.

A bacia do rio Mearim é vital também para a biodiversidade nos ecossistemas que atravessa: floresta equatorial, restingas, mata de transição e floresta estacional decidual. Na foz, o rio encontra a maior área contínua de mangues do Brasil, ocupando 30 mil hectares na Ilha dos Caranguejos. É uma riqueza natural, com espécies da fauna que utilizam o mangue como local de reprodução, fazendo daquele ambiente um autêntico berçário da vida selvagem.

Ao contrário da maior parte do Nordeste, a paisagem maranhense tem abundância de recursos hídricos. Faz parte dela também a bacia do rio Itapecuru, com cerca de 53 mil quilômetros quadrados e uma área superior à de países como Suíça e Holanda. No entanto, a riqueza natural do Maranhão não dispensa a necessidade de se preservar os mananciais, rios e lagos. No mesmo sentido, não devemos deixar de agir pela reversão de danos ambientais causados por usos indevidos das águas e do solo por parte do homem.

É fácil verificar a persistência de práticas agrícolas inadequadas ao longo da bacia do rio Mearim. O problema tem causado processos erosivos, salinização e, em alguns casos, formação de áreas desertificadas. A região não apresenta grandes problemas em relação à qualidade das águas, porque as ocupações urbanas predominantes são de pequeno ou médio porte, com parque industrial reduzido. No entanto, o lançamento de esgotos sem tratamento causa perdas e restringe o uso da água na região metropolitana de São Luís e em alguns núcleos ribeirinhos.

O quadro indica a importância do Plano Nascente, que mostra como podemos avançar de forma eficaz em ações que promovam a saúde do Mearim e seus afluentes. É um documento dotado do mesmo rigor técnico que a Codevasf aplicou em planos semelhantes, concebidos para atender às especificidades das bacias dos rios São Francisco, Parnaíba e Itapecuru. Acredito que, mais uma vez, o corpo técnico da instituição fornece relevante contribuição para sociedade ao cuidar do patrimônio hídrico do País.

GUSTAVO HENRIQUE RIGODANZO CANUTO
Ministro de Estado do Desenvolvimento Regional





PREFÁCIO

Presidência da Codevasf

Para a elaboração do Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes da Bacia Hidrográfica do rio Mearim - PLANO NASCENTE MEARIM, a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) realizou amplos estudos e diagnósticos de campo que resultaram em um trabalho de mais alta qualidade técnica e científica. O objetivo do Plano é garantir segurança hídrica à bacia do rio Mearim, por meio da recuperação e preservação de suas nascentes e do uso adequado do solo, ações estratégicas para o desenvolvimento regional sustentável.

A Codevasf, empresa pública vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), promove o desenvolvimento e a revitalização das bacias hidrográficas de forma integrada, contribuindo para a redução das desigualdades regionais com a utilização sustentável dos recursos naturais e estruturação de atividades produtivas visando à promoção econômica e inclusão social dos rios São Francisco, Parnaíba, Itapecuru e Mearim, além de outras bacias recentemente incorporadas no âmbito da sua área de jurisdição nos estados de Alagoas, Bahia, Sergipe, Pernambuco, Maranhão, Pará, Tocantins, Goiás e Mato Grosso.

Para atuar em uma bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento, a Companhia tem como premissa desenvolver planos diretores, planos de ação, diagnósticos, programas regionais e planos nascentes como este aqui apresentado. A referência para esse trabalho é a disponibilidade hídrica e o uso do solo, matriz vital que tem nas nascentes preservadas sua fonte primordial para implementar ações de desenvolvimento sustentável.

Como subsídio para atuação no Maranhão de forma direta e por meio de parcerias, a Codevasf apresentou, em 2006, o Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba - PLANAP. Em 2016, a empresa elaborou o Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba - PLANO NASCENTE PARNAÍBA para nortear a atuação da empresa em áreas maranhenses na parte correspondente àquela bacia hidrográfica.

Agora, a Codevasf disponibiliza o PLANO NASCENTE MEARIM que visa desenvolver ações na maior bacia genuinamente maranhense. O foco do Plano é a melhoria das condições sociais, econômicas e ambientais, propondo ações e metas de planejamento a partir da preservação da quantidade e da qualidade de água das nascentes e da bacia como um todo. A água, insumo estratégico e essencial à vida, se faz presente em todas as atividades humanas, exigindo cuidados especiais na sua preservação e na sua valoração econômica.

Apesar da bacia do rio Mearim apresentar ainda considerável abundância hídrica, onde destacam-se o próprio Mearim, além dos rios Pindaré, Flores e Corda, dentre outros afluentes apresentados neste trabalho, ela já apresenta locais de avançada degradação de suas nascentes, notadamente na vereda onde nasce o rio Mearim, na região da Serra Negra (porção geográfica que mais contribui com aporte hídrico da bacia) e nas nascentes dos rios Grajaú, Pindaré, Flores e nas várias micro bacias que se encontram impactadas pela supressão de matas ciliares, requerendo especial atenção por parte da iniciativa privada, dos governos federal, estadual e municipais e da sociedade em geral.

O PLANO NASCENTE MEARIM é um compromisso institucional de políticas públicas da Codevasf com a população da bacia hidrográfica do rio Mearim e do estado do Maranhão.

MARCELO ANDRADE MOREIRA PINTO
Diretor-Presidente da Codevasf





PREFÁCIO

Diretoria da Área de Revitalização de Bacias Hidrográficas da Codevasf

A ampla discussão que o tema 'escassez hídrica' alcançou nos últimos anos em nível nacional e internacional demonstra a preocupação que a falta desse recurso poderá causar, e que a forma como o meio ambiente vem sendo explorado o tem levado à degradação, causando impacto sobre as condições de vida das pessoas e comprometendo a segurança hídrica dos biomas, a exemplo de: assoreamento das nascentes e dos rios, contaminação da água e do solo, poluição do ar, erosão e perda de solo fértil nas áreas de recarga hídrica, e perda da biodiversidade. Até onde queremos chegar?

Partindo dessa premissa a Área de Revitalização das Bacias Hidrográficas da Codevasf vem desenvolvendo um amplo trabalho com foco na revitalização hidroambiental das bacias hidrográficas da área de atuação da Empresa, tendo como pontos de partida para enfrentamento do cenário de degradação a conscientização da população, envolvimento dos gestores públicos, e a atitude política.

O Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes do rio Mearim, elaborado pela Codevasf, é uma importante contribuição institucional que busca conscientizar e envolver a população e os setores político e institucional maranhense na compreensão da importância do rio Mearim para o estado do Maranhão, e da situação de vulnerabilidade em que se encontram os recursos hídricos dessa bacia. A partir do conhecimento da realidade, este instrumento apresenta opções para novas formas de desenvolvimento e ocupação do solo que venham possibilitar a transição para um momento diferente, buscando cuidar dos recursos hídricos de forma consciente e responsável a fim de garantir a segurança hídrica na bacia do rio Mearim.

O PLANO NASCENTE MEARIM propõe a implementação de ações e práticas de conservação de água e solo que possibilitam a infiltração da água no solo para recarga dos aquíferos que alimentam as nascentes; a redução do escoamento dos sedimentos que causam assoreamento das nascentes, lagos e rios; e a proteção das áreas de recarga e de preservação permanente (APP). Paralelamente, recomenda o desenvolvimento de atividades junto à população visando discutir as oportunidades e alternativas para reorganização nos sistemas de produção e disseminação de práticas conservacionistas, sobretudo para conhecimento da importância da execução e manutenção dessas intervenções, para a redução da contaminação e melhoria na qualidade da água do rio.

No âmbito político, o empenho institucional da Codevasf na articulação junto aos gestores dos órgãos federal, estadual e municipais busca o fortalecimento de políticas públicas voltadas à recuperação, conservação e preservação do meio ambiente, e à elaboração de estudos e estratégias para o desenvolvimento social e econômico da bacia.

Mas, para que o PLANO NASCENTE MEARIM tenha sucesso, é fundamental o envolvimento da sociedade da bacia hidrográfica do rio Mearim – produtores rurais, população urbana, povos e comunidades tradicionais, gestores municipais e estadual, dentre outros - com o compromisso de, juntamente com a Codevasf, com protagonismo e apropriação, preservar as nascentes que alimentam o rio e seus afluentes, e sensibilizar quanto ao conceito essencial de responsabilidade ambiental.

FÁBIO ANDRÉ FREIRE MIRANDA

Diretor da Área de Revitalização das Bacias Hidrográficas





RESUMO EXECUTIVO

A Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) apresenta o Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes da Bacia do Rio Mearim – PLANO NASCENTE MEARIM. O Plano é uma proposta da Codevasf direcionado à preservação e conservação hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Mearim por meio da realização de intervenções práticas, indispensáveis à recomposição vegetal das Áreas de Preservação Permanente (APPs), à conservação das áreas de recargas hídricas, e ao uso sustentável da água no meio rural, tendo como foco a proteção, a preservação e a recuperação de nascentes.

A bacia hidrográfica do rio Mearim faz parte da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental, abrangendo o estado do Maranhão e pequena parcela do estado do Pará. Genuinamente maranhense, o vale do rio Mearim compreende uma área de 98.289,05 km², o que corresponde a 29,6 % do território do Maranhão, constituindo-se na maior bacia fluvial do estado. Com cerca de 742 km de extensão possui uma vazão média total de 557 m³/s, indo desaguar no Oceano Atlântico na baía de São Marcos, local inclusive onde há a prática de surf nas ondas que adentram o rio em marés de grandes proporções.

O processo de degradação dos recursos ambientais na bacia não é recente, embora tenha se acentuado a partir da metade do século passado para abastecimento humano, industrial e produção agropecuária. Verifica-se o avanço do assoreamento do seu leito e de seus afluentes, da degradação das nascentes, da destruição de matas ciliares, da vegetação de outras APPs, e geralmente associadas ao desmatamento, às queimadas e à poluição por efluentes.

As nascentes e suas áreas de recargas hídricas são fundamentais à vida da bacia hidrográfica, pois delas dependem a formação dos cursos d'água e, quando bem conservadas, contribuem de forma permanente e abundante para as vazões dos rios e qualidade de suas águas. São, portanto, áreas especiais e de grande importância para a sustentabilidade da bacia hidrográfica.

Nesse contexto, a proteção das nascentes, associada à promoção do uso sustentável de suas águas, integra um conjunto de ações fundamentais para garantir a segurança hídrica na bacia.

O Plano de preservação e recuperação de nascentes do rio Mearim – PLANO NASCENTE MEARIM - tem por objetivo definir uma relação de equilíbrio entre o desenvolvimento humano e o meio ambiente, pela exploração racional, visando melhorar a qualidade de vida das populações que vivem ao longo da bacia e dela dependem. Dentre suas estratégias de maior relevância o Plano busca promover a integração dos governos federal, estadual e municipais; a iniciativa privada e as organizações não governamentais, contando, naturalmente, com os interesses e a participação da sociedade.

As intervenções técnicas voltadas à preservação e recuperação de nascentes previstas no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM envolvem:

- Cadastramento, georreferenciamento, registro fotográfico, e elaboração de projetos técnicos de preservação e recuperação de nascentes;
- Cercamento de perímetro da nascente;
- Realização de estímulo à regeneração e enriquecimento da vegetação



natural da APP's no entorno das nascentes;

- Terraceamento na área de recarga da nascente, quando necessário;
- Construção de bacias de captação (barraginhas) na zona de recarga hídrica da nascente, quando necessário;
- Implantação de sistemas de captação e uso sustentável da água das nascentes, quando necessário;
- Monitoramento da quantidade e qualidade da água da nascente;
- Adequação ambiental de estradas rurais vicinais que impactam as áreas de recargas hídricas das nascentes.

Associado às intervenções técnicas, descritas acima, é sempre recomendável ações de mobilização social, sensibilização, capacitação e educação ambiental.

A estimativa de custos para a implantação do PLANO NASCENTE MEARIM considerou como premissas:

- O PLANO NASCENTE MEARIM tem um horizonte temporal estimado inicialmente em 4 anos, iniciando a contagem a partir da data de efetiva garantia dos recursos orçamentários e financeiros.
- O PLANO NASCENTE MEARIM tem previsão de atuar, inicialmente, em 2.526 nascentes no meio rural na bacia do rio Mearim, considerando o horizonte temporal acima definido, e conforme o estágio de conservação caracterizado e registrado por ocasião dos trabalhos de campo.

A bacia hidrográfica do rio Mearim passou a integrar a área de atuação da Codevasf no ano de 2010, com a entrada em vigor da Lei nº 12.196/2010, fato esse que requer da instituição a elaboração de estudos, a exemplo deste Plano Nascente, que garanta com a sua execução a segurança hídrica necessária para a promoção do desenvolvimento regional gerador de riquezas para a atual e futura sociedade.

A garantia da disponibilização dos recursos orçamentários necessários à implantação do PLANO NASCENTE MEARIM poderá ser obtida do próprio Governo Federal, no âmbito, dentre outros, de programas de revitalização de bacias hidrográficas, dos governos estaduais e municipais, de organismos internacionais e da iniciativa privada, bem como:

- Orçamento Geral da União (Tesouro Nacional, Emendas Parlamentares etc.);
- MMA/Fundo Nacional de Meio Ambiente;
- Comitê da Bacia Hidrográfica (quando houver) – via Cobrança pelo Uso da Água;
- Instituições oficiais de financiamento (BNDES – Fundo Amazônia, Banco do Brasil, Banco do Nordeste etc.).

Ressalta-se que a entrada em vigor da Lei nº 12.196/2010, que incluiu a bacia hidrográfica do rio Mearim na área de atuação da Codevasf, passou a requerer



da instituição a elaboração de estudos, a exemplo deste Plano Nascente, nesse sentido, o plano tem por objetivo dar suporte técnico na implantação de ações de controle de processos erosivos e ser útil na elaboração de projetos para captação de recursos destinados à recuperação hidroambiental da bacia.





Corredeira do Enjeitado no rio Mearim (1)

1 INTRODUÇÃO

A humanidade e os seres vivos em geral têm nos rios o ambiente favorável para estabelecer suas moradias e meios de sobrevivência pelas facilidades que esses ambientes proporcionam. No Maranhão não foi diferente. A colonização do estado por portugueses e franceses entre os séculos XVII e XIX encontraram nos rios Mearim e Pindaré os principais eixos de povoamento, onde foram fundados importantes povoados como Cajari, Pindaré-Mirim, e Santa Inês, às margens do rio Pindaré, e; Vitória do Mearim, Bacabal e Barra do Corda, ao longo do rio Mearim.

Embora caracterizada como um bem imprescindível à vida na Terra, a maior parte da sociedade brasileira há tempos vem fazendo uso da água de forma inadequada, desenvolvendo hábitos de consumo caracterizados pelo desperdício, provocando a degradação ambiental de corpos de água e comprometendo a disponibilidade desse recurso natural. O resultando é representado pela perda de capacidade de armazenamento de água no solo e nos corpos hídricos, bem como afetando a qualidade da água disponível.

Estudo realizado por instituições de ensino e pesquisa evidencia numa acelerada e preocupante degradação dos recursos hídricos em todo o mundo e defendem a necessidade urgente de mudança na forma como utilizamos esse patrimônio natural. No Brasil tal afirmativa é ilustrada quando nos deparamos com os baixos níveis de oferta de água vivenciados por grande parte da população, que decorrem da associação, perigosa e retroalimentada, entre os frequentes e cada vez mais duradouros períodos de estiagem e a degradação do meio natural.

A bacia hidrográfica do Mearim é genuinamente maranhense, abrange os biomas Amazônico e Cerrado, tendo dessa forma, uma ampla composição de ecossistemas. Apresenta, também, como importante característica a grande disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas.

Embora com relativa fartura de água em quantidade e qualidade, a exploração desses recursos requer orientação adequada para que não venham a degradar-se nem a esgotar-se.

A ocupação da bacia com projetos que preveem a expansão de áreas cultivadas com agropecuária, como o “Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba” - região que integra a nova fronteira agrícola do País e abrange os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia - embora de importância econômica inquestionável para o desenvolvimento da região, essas ações necessitam de avaliações ambientais rigorosas para que sua implantação não ocasiona exacerbadamente o incremento da pressão sobre o ambiente, notadamente, as exercidas sobre os seguintes recursos naturais: solo e água.

A bacia do rio Mearim vem recebendo grandes quantidades de cargas de areia e material suspenso (por exemplo, lixo) os quais assoreiam e contaminam o rio, oriundos de seu leito principal e das áreas de contribuição dos seus afluentes, ocasionados principalmente pela retirada inadequada da cobertura vegetal para ampliação de fronteiras agropecuárias tornando o solo vulnerável à erosão, e pelo despejo de efluentes sem tratamento em suas águas.

O contexto da exploração do meio ambiente no País exige que governos, sociedade em geral, órgãos ambientalistas, usuários, entre outros, se unam para a implantação de uma cultura de uso mais sustentável da água, seja no campo, pelo cumprimento e aperfeiçoamento da legislação ambiental voltada à manutenção das Áreas de Preservação Permanente e mitigação dos processos erosivos na ati-



vidade agropecuária, seja nos centros urbanos, a partir de ações voltadas à redução da contaminação dos corpos hídricos, bem como ao combate do desperdício no dia a dia.

As nascentes são fontes importantes de água dentro de uma bacia hidrográfica, pois originam os cursos d'água e, quando bem conservadas, alimentam os rios de forma abundante e contínua, sendo fundamentais para a manutenção destes em períodos de estiagem. Além disso, por vezes, constituem a principal fonte de água em algumas propriedades rurais. São áreas especiais e de extrema importância para a manutenção da "saúde" da bacia hidrográfica.

Dessa forma, a proteção das nascentes preservadas e a recuperação daquelas degradadas, associadas à promoção do uso sustentável de suas águas, integram um conjunto de ações que devem ser encaradas como fundamentais para a garantia da segurança hídrica na bacia hidrográfica.

A Codevasf, ciente de que o momento é urgente e oportuno para estancar e/ou reverter o processo de degradação na bacia hidrográfica do rio Mearim, apresenta o Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia hidrográfica do rio Mearim, que tem como finalidade principal aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da água da bacia visando garantir a disponibilidade desse recurso para seus usos múltiplos para as gerações atuais e futuras.

O Plano apresenta as diretrizes adotadas pela Codevasf para a recuperação de áreas degradadas no contexto do Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PRBH), a partir da caracterização da bacia. A estratégia de recuperação tem como premissas técnicas o entendimento de ciclo hidrológico, do conceito de bacia hidrográfica e sua inter-relação com as nascentes, bem como as causas e consequências da degradação e as propostas de uso conservacionistas de água e solo utilizados pela Empresa no âmbito do Programa de Revitalização.

Assim, o PLANO NASCENTE MEARIM tem por objetivo contribuir com diferentes estratégias de recuperação hidroambiental da região, mas também subsidiar ações integradas e permanentes capazes de promover o uso sustentável de recursos naturais, e demonstrar o compromisso da Codevasf com as bacias que compõe sua área de atuação, promovendo a recuperação de áreas degradadas, buscando aumentar a qualidade e quantidade da água da bacia, visando garantir a disponibilidade desse recurso para seus usos múltiplos para as gerações atuais e futuras.

Nessa perspectiva, a execução deste plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia hidrográfica do rio Mearim – PLANO NASCENTE MEARIM, torna-se estratégica e de grande importância.





Serra da Iburana na nascente do rio Corda (2)



Cachoeira Grande em Barra do Corda (3)

2 DIRETRIZES DO PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DA BACIA DO RIO MEARIM

O Plano de preservação e recuperação de nascentes do rio Mearim tem como diretrizes:

- Proteção e recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs), vinculadas às nascentes, tendo como base o cumprimento da Lei nº 12.651/2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e demais instrumentos correlatos;
- Promoção do uso adequado do solo em áreas de recarga de nascentes;
- Implantação e disseminação de boas práticas de conservação de água e solo no âmbito do desenvolvimento das atividades produtivas na zona rural, por meio de extensão rural e educação ambiental;
- Promoção do uso sustentável das águas das nascentes no meio rural;
- Conscientização da sociedade da importância da sustentabilidade no uso dos recursos hídricos e outros recursos naturais;
- Participação intensiva da sociedade no processo de revitalização da bacia hidrográfica do rio Mearim por meio da adesão e efetiva participação na execução do PLANO NASCENTE MEARIM.





Indígena da etnia Kanela (4)

3 O ESTADO DO MARANHÃO E A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEARIM

O estado do Maranhão possui uma população estimada em 7.000.229 de habitantes (IBGE,2010), ocupa uma área de 331.983,29 km², sendo o 8º maior estado do País em área, abrangendo 217 municípios. Seu litoral se estende por aproximadamente 940 km, figurando entre um dos maiores do Brasil.

Grande parte do estado está inserido na chamada Amazônia Legal, abrangendo uma área equivalente a 80% de sua superfície territorial, compreendendo 188 municípios maranhenses. Porém, observa-se intensa antropização dessas áreas nas regiões do chamado "arco do desmatamento", especialmente pelo avanço da agropecuária, carvoarias, madeireiras etc (MARANHÃO, 2011).

O potencial dos recursos naturais do Estado é relevante. A diversidade de ecossistemas existentes, principalmente nos biomas Cerrado e Amazônico; a extensão das suas áreas de natureza preservada; a diversidade de povos, culturas, culinária e de frutos regionais, e o potencial turístico, são importantes fontes de preservação ambiental e ao mesmo tempo de incremento à economia do estado e do Brasil.

O Maranhão é também detentor de grande reserva de recursos hídricos, o que lhe atribui destaque em nível nacional e internacional, e também de considerável potencial produtivo com áreas agrícolas, pecuária, e de produção mineral em franca expansão.

A gestão entre crescimento produtivo e preservação ambiental deverá fazer parte de estudos, investimentos e políticas públicas voltadas para a região, bem como das intervenções do setor privado.

Apesar de o Estado atuar como regulador e indutor do processo, é importante que as pessoas tenham consciência que a preservação, e recuperação do meio ambiente e dos recursos hídricos, também fazem parte das suas responsabilidades como cidadãos.

Nessa perspectiva, o Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes da Bacia do Rio Mearim - PLANO NASCENTE MEARIM - traduz-se em uma iniciativa que tem por objetivo a preservação e conservação hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Mearim.

O Plano é uma ferramenta importante para entender o contexto proposto para a recuperação e preservação das nascentes da bacia do rio Mearim ao apresentar uma análise das características hidrológicas, do(s) clima(s), dos solos, da vegetação, da socioeconomia, e da população do estado do Maranhão, e, em especial, da bacia hidrográfica do rio Mearim.

O Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão (NuGeo/ UEMA), em 2006, delimitou no estado 12 bacias hidrográficas. Divisão semelhante é definida por meio do Decreto Estadual nº 27.845/2011, do Governo do Maranhão, que em seu Art. 5º estabeleceu a divisão do estado em



12 bacias hidrográficas, conforme mostrado na Figura 1. A área drenada da bacia do rio Mearim limita-se ao norte com a baía de São Marcos; a leste com a bacia do rio Itapecuru; a nordeste com a bacia do Gurupi; e a sudoeste com a bacia do Tocantins e com o divisor de águas do rio Parnaíba.

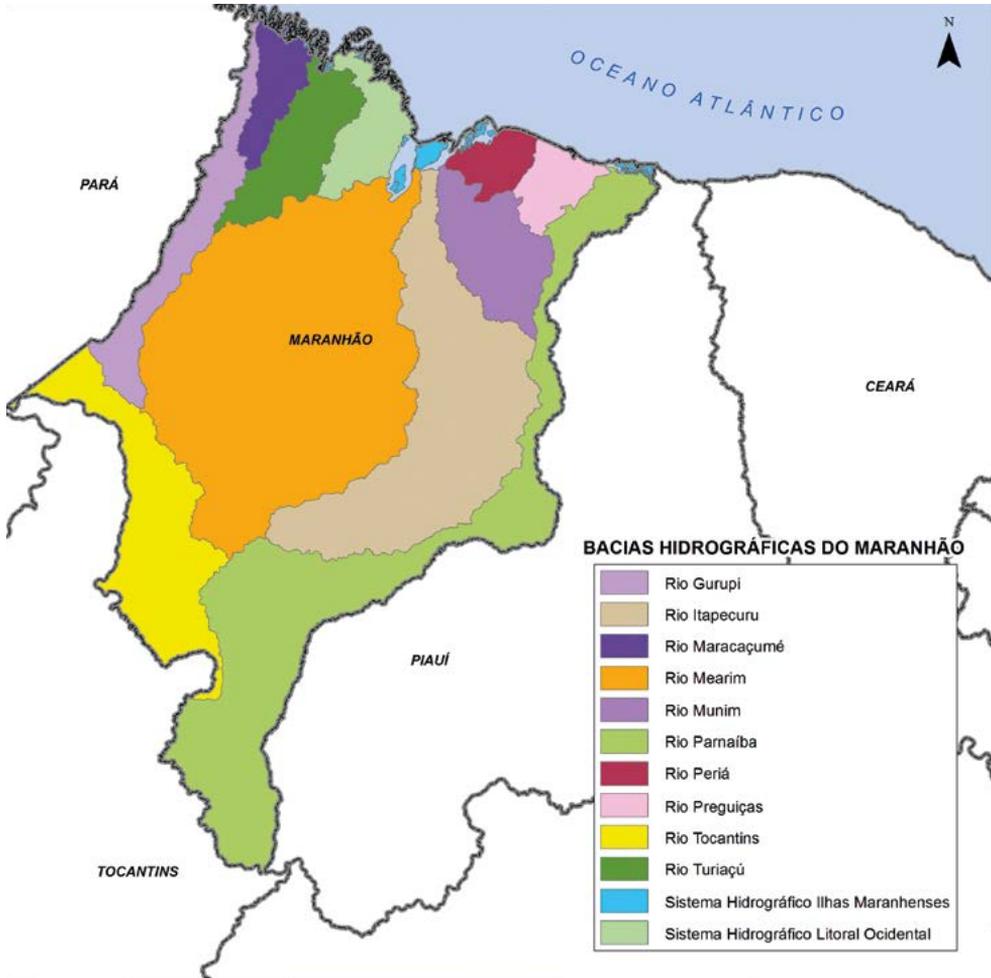


Figura 1. Localização das bacias hidrográficas maranhenses

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; IBGE, 2016.

De acordo com a Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) o estado do Maranhão está inserido em três Regiões Hidrográficas: Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba e Tocantins-Araguaia, estando os dois principais rios estaduais, Mearim e Itapecuru, inseridos na primeira região (Figura 2).





Figura 2. Regiões hidrográficas do estado do Maranhão

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; do IBGE, 2016.

A Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental abrange a maior área do estado, e suas principais bacias hidrográficas são as dos rios Gurupi, Mearim e Itapecuru.

Pode se constatar a partir do Quadro 1 que a disponibilidade hídrica da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental é de 328,22 m³/s, e que a bacia hidrográfica do Mearim apresenta vazão média de 567,18 m³/s, superior às demais bacias da região, e uma disponibilidade hídrica de 27,85 m³/s. Porém possui uma vazão específica média de apenas 5,67 l/s/km².



Sub-bacias Nível 1	Sub-bacias Nível 2	Disponibilidade		
		Q (m ³ /s)	q (L/s/km ²)	Q ₁₅ (m ³ /s)
Gurupi	Gurupi	523,32	15,04	111,9
	Litoral PA01	120,72	16,95	42,75
	Litoral PA02	179,64	16,33	62,77
	Pericumã	216,54	22,2	7,89
	Turiaçu	503,74	21,58	18,41
Itapecuru	Itapecuru	267,1	4,98	45,57
	Litoral MA01	146,49	10,35	0,58
	Munim	158,33	10,35	10,5
Mearim	Mearim	567,18	5,67	27,85
Total		2.683,06	123,45	328,22

Quadro 1. Disponibilidade hídrica da Bacia Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental

Fonte: BRASIL, 2006.

Q: vazão média de longo período; q: vazão específica; Q₁₅: vazão com permanência de 95%; Disponibilidade: considerada igual a Q₁₅.

A água subterrânea tem destaque no Maranhão, uma vez que representa fonte de abastecimento de muitas cidades e comunidades rurais, haja vista que muitos rios são intermitentes. Estima-se que mais de 70% das cidades usam água extraída de poços.

O estado do Maranhão está quase totalmente incluído na bacia sedimentar do Parnaíba, considerada uma das mais importantes províncias hidrogeológicas do País.

Na bacia do rio Mearim, predominam os sedimentos da bacia Sedimentar do Parnaíba que originam os aquíferos porosos, destacando-se os sistemas de aquíferos Motuca, Corda e Itapecuru. A recarga dos aquíferos é feita, principalmente, por meio de infiltração direta das precipitações pluviométricas e pelos rios que os drenam (Brasil, 2006).

Por outro lado, o crescimento descontrolado das atividades desenvolvidas pelo homem vem contaminando os aquíferos e interferindo na qualidade e quantidade da água subterrânea.

Depreende-se assim que são indispensáveis para a garantia e manutenção da disponibilidade hídrica da bacia ações que garantam a infiltração da água da chuva no solo, de modo a possibilitar o reabastecimento do lençol freático e artesianos. A Figura 3 mostra o sistema de aquíferos do Maranhão.



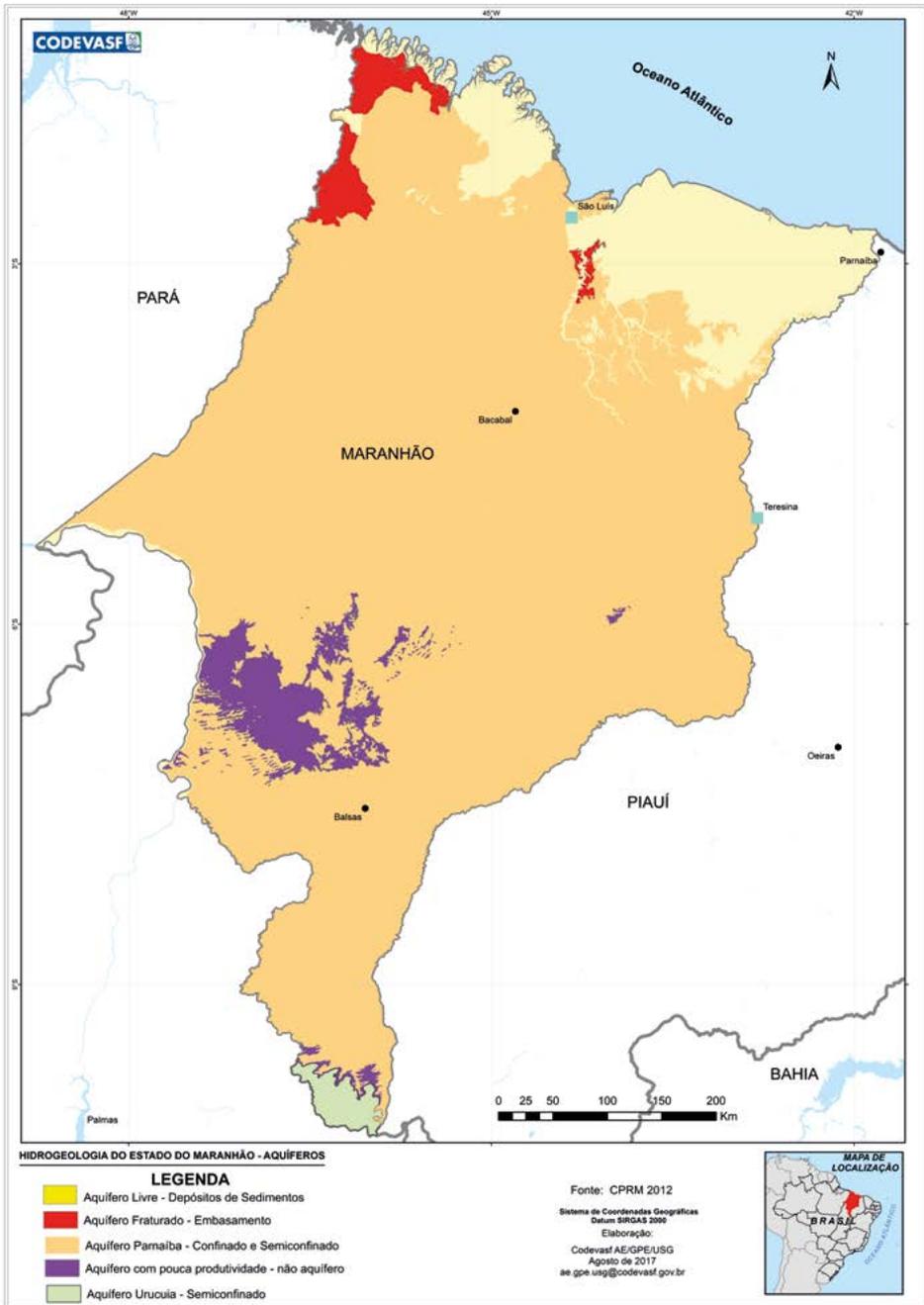


Figura 3. Sistemas aquíferos do Maranhão

Fonte: Elaborada com dados de BANDEIRA (Org.) 2013; CPRM, 2012; IBGE, 2016.



3.1 Bacia hidrográfica do rio Mearim

Conhecido pelos índios Guajajaras como “Izu” - rio das águas pardacentas - o rio Mearim, genuinamente maranhense, corta o estado do Maranhão de sul para o norte e sua bacia compreende uma extensa área na região central, como mostra a Figura 4, representando a maior bacia hidrográfica do estado.



Figura 4. Localização da bacia hidrográfica do rio Mearim

Fonte: Elaborada com dados do IBGE, 2016.

Com 742 km de extensão, o rio Mearim nasce no município de Formosa da Serra Negra nas encostas da Serra da Menina, em altitude de aproximadamente 460 m. Segue um longo trajeto na direção sudoeste-nordeste até a cidade de Esperantinópolis, onde, após receber as contribuições do rio Flores, direciona-se para o norte, indo desaguar no Oceano Atlântico pela baía de São Marcos entre as cidades de São Luís e Alcântara (Figura 5).



A bacia hidrográfica do Mearim, com uma área de 98.289,05 km², é a maior bacia hidrográfica em área do Maranhão ocupando 29,6% da área total do estado (UEMA, 2016). Compreende 84 municípios, sendo que 50 estão totalmente inseridos no vale, e os demais se situam parcialmente na bacia. Sua população estimada em 2017, pelo IBGE, era de 2.257.268 habitantes.



Figura 5. Rede hidrográfica da bacia do rio Mearim
 Fonte: Elaborada com dados ANA, 2017; da Codevasf, 2012; do IBGE, 2016.



Os principais tributários do rio Mearim pela margem direita são o rio Corda, com 130,8 km de extensão, e o rio Flores com extensão de 152,8 km. Pela margem esquerda destacam-se os rios Pindaré com 569,2 km, o mais extenso afluente da bacia e o rio Grajaú, com 546,3 km (Codevasf, 2017).

A Figura 6 apresenta a divisão hidrográfica da bacia do rio Mearim e seus principais afluentes, segundo o critério de Ottobacias.

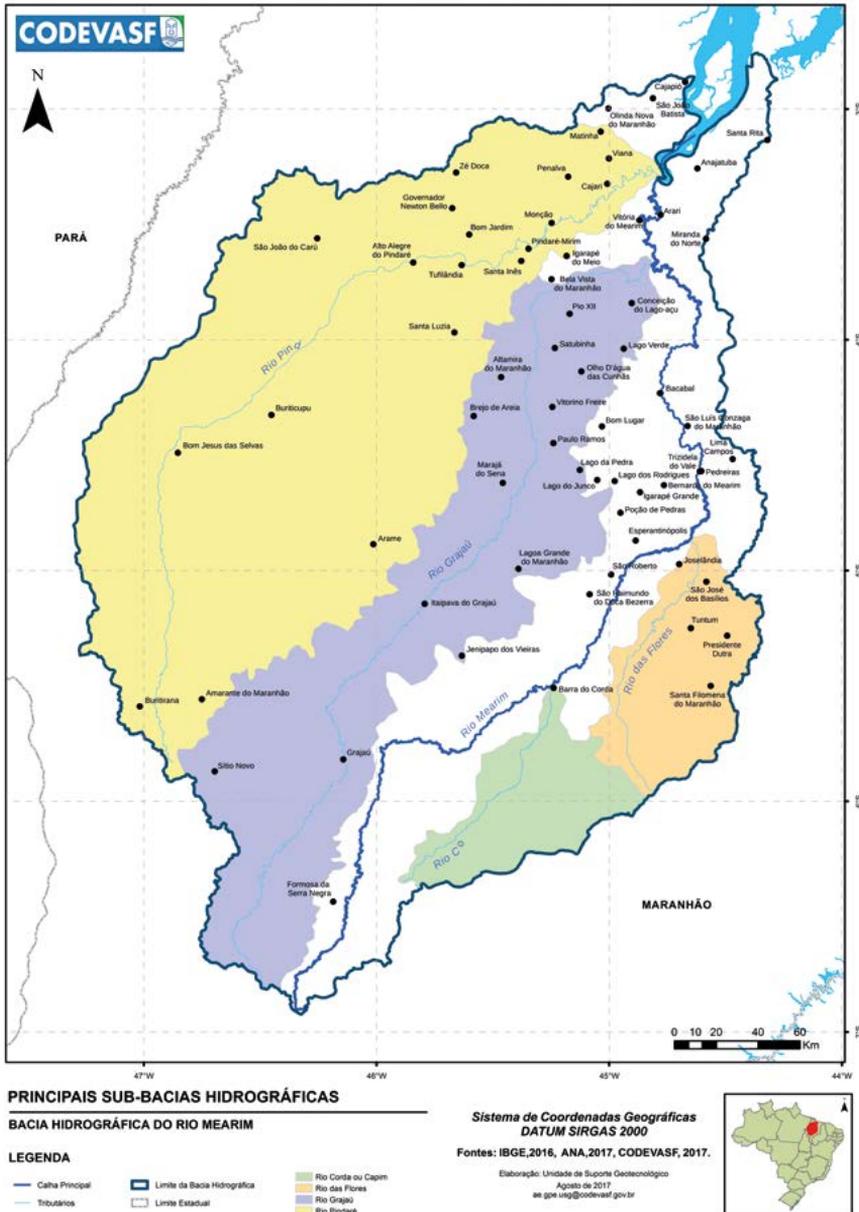


Figura 6. Principais tributários da bacia do rio Mearim

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; da CODEVASF, 2017; do IBGE, 2016.

A bacia possui um regime hidrológico com duas estações bem definidas: a das águas máximas – cheias – de fevereiro a maio e as mínimas – estiagens ou vazantes – que se prolongam de agosto a novembro. Fenômenos hidrológicos como enchentes e secas são recorrentes.

No seu curso principal o rio Mearim banha sedes importantes de municípios da região, como as cidades de Barra do Corda, no Alto Mearim; Bacabal, São Luís Gonzaga do Maranhão, Pedreiras, Trizidela do Vale e Esperantinópolis, no Médio; Arari e Vitória do Mearim, no Baixo curso. As Figuras 7 A a D mostram algumas cidades banhadas por rios da bacia do rio Mearim.



Figura 7 A a D. A) Rio Mearim nas cidades de: Barra do Corda; B) Vitória do Mearim; C) Pedreiras e Trizidela do Vale; e D) Rio Buritirana, afluente do rio Pindaré, na cidade de Buriticupu

Fonte: CODEVASF, 2017.

3.2 Fisiografia

A bacia hidrográfica do rio Mearim divide-se em três trechos, identificados na Figura 8, sendo Alto, Médio e Baixo Mearim.





FISIOGRAFIA

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEARIM

LEGENDA

- Sede Municipal
- Calha Principal
- Alto Mearim
- Médio Mearim
- Baixo Mearim
- Limite da Bacia Hidrográfica
- Limite Estadual

Sistema de Coordenadas Geográficas
DATUM SIRGAS 2000

Fontes: ANA 2017, IBGE, 2016, CODEVASF, 2012.

Elaboração: Unidade de Suporte Geotecnológico
Agosto de 2017
se.gpe.usg@codevasf.gov.br



Figura 8. Fisiografia da bacia do rio Mearim

Fonte: Elaborada com dados ANA, 2017; da CODEVASF, 2012; do IBGE, 2016.

a) Alto Mearim

O trecho do Alto Mearim corresponde à região delimitada entre as nascentes, na confluência das serras do Almoço, Mearim, Menina, Negra e Imburana, até seu encontro com a Barragem do rio Flores (Figura 9). Possui extensão de 304,9 km (Codevasf, 2017) e um desnível total cerca de 400 m e uma declividade média de 1,0 m/km, apresentando elevado número de corredeiras (CUNHA, 2003).



Figura 9. Vereda na cabeceira do rio Mearim

Fonte: CODEVASF, 2017.

b) Médio Mearim

O trecho do Médio Mearim, localizado entre a barra dos rios Flores e Seco das Almas e com extensão de 156,7 km (Codevasf, 2017). Segundo Cunha (2003), esse trecho apresenta declividade média de 11 cm/km, com desnível total de cerca de 20 m e largura entre 50 e 100 m, sendo a navegação nesse trecho dificultada pelo acúmulo de depósitos aluviais que reduz a profundidade (Figura 10).





Figura 10. Rio Grajaú no município de Grajaú

Fonte: CODEVASF, 2017.

c) Baixo Mearim

O trecho do Baixo Mearim estende-se desde o Seco das Almas/Porto das Mulatas até a foz, na baía de São Marcos. Compreende um percurso de cerca de 280,4 km (Codevasf, 2017), com desnível total de 12 m onde contorna a ilha dos Caranguejos (CUNHA, 2003).

Ocorrência significativa na parte inferior do rio Mearim é o fenômeno da ‘pororoca’ - ondas que adentram o rio em marés de grandes proporções - local onde a prática de surfe é realizada, tornando-se atrativo turístico para a região (Figura 11).

Sua maior característica neste trecho é a o grande número de meandros e a formação de grandes lagos naturais, como o Lago Açú, o Grajaú, e o Viana, além de lagoas marginais, que se destacam na manutenção do ciclo biológico de inúmeras espécies de peixes e, conseqüentemente, na produção de pescado.

Outra particularidade relevante na foz do Mearim é o fato de possuir a maior área contínua de mangues do país, com aproximadamente 30 mil hectares, contornando a região da ilha dos Caranguejos (SOARES, 2005).





Figura 11. Área estuarina com desbarrancamento da margem pela ação da pororoca

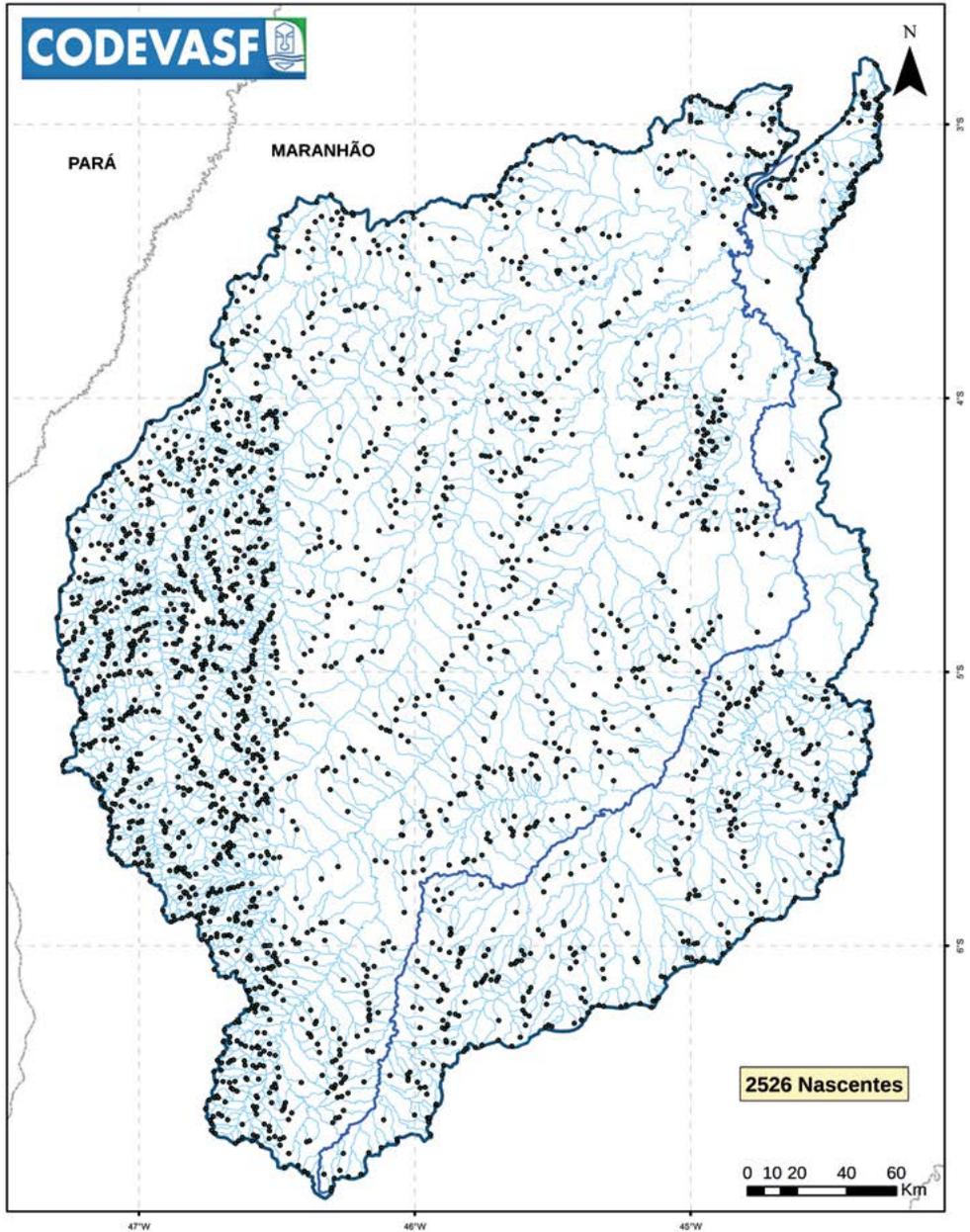
Fonte: CODEVASF, 2017.

3.3 Nascentes da bacia do rio Mearim

Estimativas obtidas a partir de experiências de trabalhos anteriores realizados pela equipe técnica da Codevasf para a identificação de nascentes, em especial na bacia do rio São Francisco, apontam para uma relação entre os ecossistemas presentes e o número de nascentes presentes em determinada área.

Para levantamento do número de nascentes existentes na bacia do rio Mearim, a equipe técnica de geoprocessamento da Codevasf elaborou um mosaico das cartas topográficas oficiais disponíveis na escala 1:100.000 para compor a base de hidrografia, a qual foi utilizada como parâmetro básico de referência para definição do número de nascentes a ser considerado, contabilizando o início de cada curso representado na cartografia oficial como potencial nascente de afluente de contribuição para a bacia hidrográfica do rio Mearim, obtendo-se a partir dessa metodologia o quantitativo de 2.526 nascentes, como mostra a Figura 12.





PRINCIPAIS NASCENTES

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEARIM

LEGENDA

- Nascente
- Calha Principal
- Tributários
- ▭ Limite da Bacia Hidrográfica
- ▭ Limite Estadual

Sistema de Coordenadas Geográficas
DATUM SIRGAS 2000

Fontes: IBGE, 2016, ANA, 2017.

Elaboração: Unidade de Suporte Geotecnológico
Julho de 2017
ae.gpe.usg@codevasf.gov.br



Figura 12. Nascentes na bacia do rio Mearim

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; do IBGE, 2016.



Ainda que ocorram distorções decorrentes da acuidade de elaboração da malha hidrográfica especialmente afetada pela sensibilidade dos responsáveis pela confecção das cartas para a representação dos cursos d'água, que resultam ora em áreas de maior adensamento de linhas, ora em áreas de menor, e que, conseqüentemente, impactam no número final estimado de pontos de nascentes, justificou-se a utilização do número alcançado, tendo em vista os fins expeditos do levantamento.

Com isso, a equipe da Codevasf promoveu deslocamento expedito à bacia visando registrar a atual condição ambiental da região, comparativamente com os dados obtidos em literatura, identificando tanto a principal nascente do rio Mearim, como também das nascentes dos rios de maior contribuição hídrica da bacia, as serras divisoras das unidades hidrográficas da região e, ainda a condição de preservação ou de degradação em que se encontra a bacia, em especial as nascentes, conforme descrição a seguir:

a) Rio Mearim

O rio Mearim nasce no município de Formosa da Serra Negra na confluência das serras do Almoço, Mearim e Menina, em altitude de cerca de 460 m, nas imediações do km 38 da rodovia MA-132, que liga os municípios de Fortaleza dos Nogueiras e São Pedro dos Crentes (Codevasf, 2017). As serras do Mearim e a da Menina são referência geográfica ao sul do Maranhão por serem divisoras de água entre a bacia do rio Mearim e a bacia do Tocantins. A serra do Crueira apresenta-se como o divisor de águas entre as bacias do Mearim e Itapecuru.

Verificou-se durante a expedição realizada pela Codevasf que a nascente do rio Mearim está inserida em uma extensa vereda, porém a prática da pecuária e de atividades agrícolas na região, de forma inadequada para a conservação do solo e da água, vem assoreando e compactando o solo, e tornando essa nascente intermitente em alguns períodos do ano (Figura 13).

O rio Mearim em sua formação recebe grande quantidade de água de nascentes das Serras Negra e Imburana, região esta considerada a "caixa d'água" do rio Mearim e seus tributários rios Grajaú, Grajauzinho e Corda.

A serra Negra, situada no município de Formosa da Serra Negra acerca de 500 m de altitude, tem em torno de 60 km de extensão por aproximadamente 2 km de largura. Estima-se existir, no topo e em suas encostas, em torno de 1.200 nascentes, que são fundamentais para a manutenção hídrica da bacia do rio Mearim. A mesma é um divisor de águas na bacia do rio Mearim, distribuindo água de suas nascentes de um lado para o próprio rio Mearim e, de outro, para os rios Grajaú e Grajauzinho.

Todavia, da mesma forma que a nascente principal do rio Mearim, a serra Negra vem sofrendo com o expressivo avanço da pecuária. Suas florestas e nascentes onde predominam palmeiras de buritis e buritiranas, e grotas com árvores típicas de terras húmidas, vêm sendo transformadas em pastagens e bebedouros para o gado, onde já se observam inúmeras nascentes assoreadas e, em alguns casos, secas.





Figura 13. Nascente do rio Mearim

Fonte: CODEVASF, 2017.



Figura 14 A e B. Nascente do rio Grajaú (degradada) e nascente do rio Grajauzinho (conservada)

Fonte: Codevasf, 2017.

b) Rios Grajaú e Grajauzinho

Os rios Grajaú e Grajauzinho possuem suas nascentes situadas, respectivamente, nos municípios de Sítio Novo e São Pedro dos Crentes. Juntos formam um dos mais importantes afluentes da bacia do rio Mearim: o rio Grajaú.

Todavia, a nascente principal e as áreas de recarga do rio Grajaú apresentam-se degradadas pela ação de queimadas e desmatamento. Essa nascente é uma das mais impactadas de toda a bacia do rio Mearim, Figura 14 A, cuja situação, caso não seja revertida, pode levar o rio a uma situação de intermitência.

Quanto ao rio Grajauzinho, sua nascente e área de recarga se encontram em bom estado de conservação.



c) Rio Pindaré

Outro importante afluente do Mearim é o rio Pindaré que tem sua nascente principal localizada no município de Amarante do Maranhão. Interceptada pela rodovia MA-280 sua nascente encontra-se assoreada, compactada pelo acesso de gado, e tendo água apenas no período das chuvas. Adicionado a isso, as matas ciliares vem sendo desmatadas para diversos fins, como a formação de pastagens e o plantio de eucalipto.

O Alto Pindaré recebe considerável aporte de água de nascentes existentes na serra do Gurupi, na confluência dos municípios de Montes Altos, Amarante do Maranhão e Sítio Novo.

No Médio Pindaré encontra-se a Reserva Ecológica do Gurupi, que tem por objetivo preservar a porção de floresta amazônica da região. Na reserva, destacam-se, dentre outros, os rios Onças e Mutum, como uns dos principais mananciais da porção sul da reserva.

Porém, a reserva e as nascentes ali existentes encontram-se antropizadas, tendo perdido importantes áreas de vegetação nativa pelo uso e ocupação desordenado do solo, extração de madeira, e queimadas. A nascente do rio das Onças foi escavada para o armazenamento de água e as encostas do vale do rio encontram-se desmatadas, acarretando processo de erosão e assoreamento (Figura 15).



Figura 15. Nascente degradada do rio Pindaré

Fonte: CODEVASF, 2017.



d) Rio Corda

Em outra perspectiva, o rio Corda nasce na confluência das serras da Imburana e Grande, no município de Fernando Falcão, estando em seu percurso inicial com suas nascentes, veredas e matas ciliares preservadas. As serras da Imburana e Grande são divisoras de águas dentro da bacia do rio Mearim ao separar o rio Mearim do rio Corda.

No Alto rio Corda (Figura 16) encontram-se alguns importantes brejos, grotas e riachos afluentes que contribuem para a vazão do rio, destacando-se os seguintes: pela margem direita - Pintada, Passagem da Lage, Brejinho, Samabaíba, Catingueiro e Chupé; e pela margem esquerda - Poço do Urubu e Buritirana.

Uma influência importante ao longo de sua bacia até o seu encontro com o rio Mearim na cidade de Barra do Corda é a quantidade expressiva de reservas indígenas – principalmente das etnias Kanela e Guajajara - situadas respectivamente nos municípios de Fernando Falcão, Grajaú e Barra do Corda, e que contribuem de forma significativa com a preservação da bacia.

Outro fator que contribui para a sua preservação é a existência de uma Reserva Particular de Compensação Ambiental, localizada na serra da Imburana.

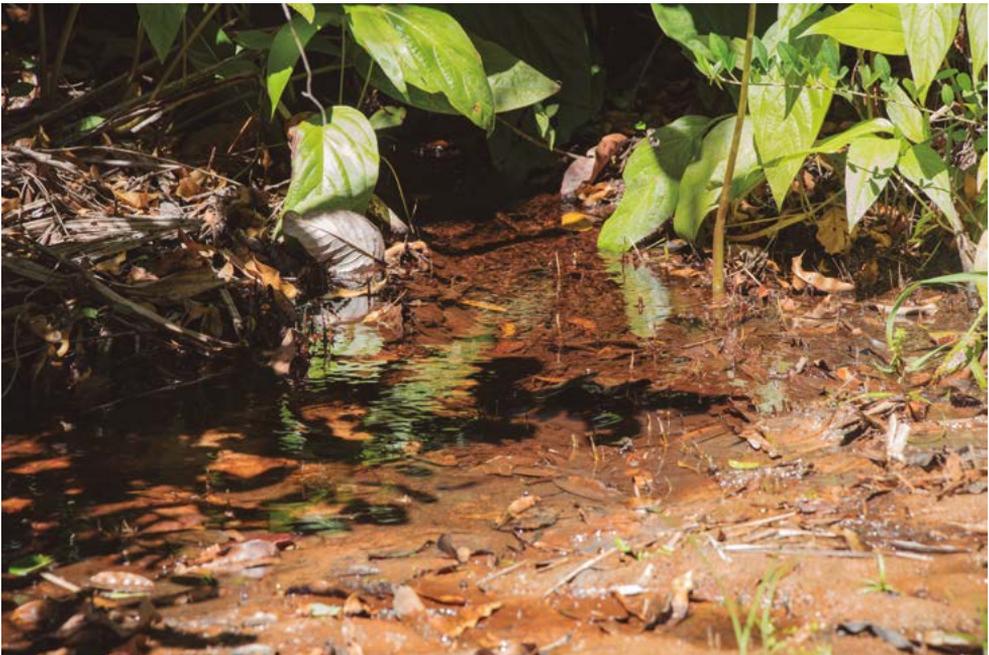


Figura 16. Nascente do rio Corda

Fonte: CODEVASF, 2017.



e) Rio Flores

O rio Flores nasce a cerca de 210 metros de altitude, no povoado Brejo do Cazusa, situado entre os povoados de Galheiro e Vaca Morta, no município de Fernando Falcão, a 30 km da sede municipal. Sua cabeceira é composta por um conjunto de veredas que confluem para a formação do rio Flores (Figura 17).

No entanto, essas veredas estão sendo utilizadas para usos múltiplos, o que pode comprometer a conservação hidroambiental dessas áreas (Figuras 18 A a F), tendo em vista a utilização do solo em seu entorno para a formação de pastagem para a criação de gado e para agricultura, com destaque para a plantação de mandioca, milho e feijão, o que implica no desmatamento da área de recarga das respectivas nascentes.

Além disso, é prática comum à utilização das veredas para a dessedentação do gado, prática que causa o pisoteio do solo dentro dos buritizais, tornando-o compactado e, assim, com baixa infiltração de chuva, o que vem contribuindo para seu secamento durante o período de estiagem (Figura 19 A a F).

A identificação do número de nascentes existentes na bacia hidrográfica do rio Mearim, bem como da condição ambiental em que se encontram, torna-se fundamental para o embasamento técnico e econômico para a recuperação hidroambiental da bacia (Figura 20 A a H).



Figura 17. Nascente do rio Flores

Fonte: CODEVASF, 2017.





Figura 18 A a F. Nascentes em bom estado de conservação na bacia do rio Mearim

Fonte: CODEVASF, 2017.



Figura 19 A e B. Nascentes em estado de degradação na bacia do rio Mearim

Fonte: CODEVASF, 2017.





Figura 19 C a F. Nascentes em estado de degradação na bacia do rio Mearim
Fonte: CODEVASF, 2017.



Figura 20 A a D. Veredas em bom estado de preservação na bacia do rio Mearim
Fonte: CODEVASF, 2017.





Figura 20 E a H. Veredas em bom estado de preservação na bacia do rio Mearim
 Fonte: CODEVASF, 2017.

3.3.1 Cachoeiras, corredeiras e cânions na bacia do rio Mearim

Ao longo de seu curso o rio Mearim possui várias cachoeiras, corredeiras e cânions na bacia do rio Mearim com fragmentos florestais e matas ciliares preservadas, corpos hídricos não poluídos e com volume d'água considerável mesmo em época de estiagem, que constituem raras belezas cênicas para a contemplação e lazer e, em sua ampla maioria desconhecidas pela população maranhense e brasileira em geral.

As cachoeiras, corredeiras e cânions, com planejamento e apoio institucional e investimento privado, poderão representar pontos de atração para a prática de lazer e do ecoturismo – pousadas rurais, trilhas, caiaques, saltos, banhos, etc. - tornando-se uma fonte de renda para as comunidades e proprietários dessas localidades (Figuras 21 A a F).



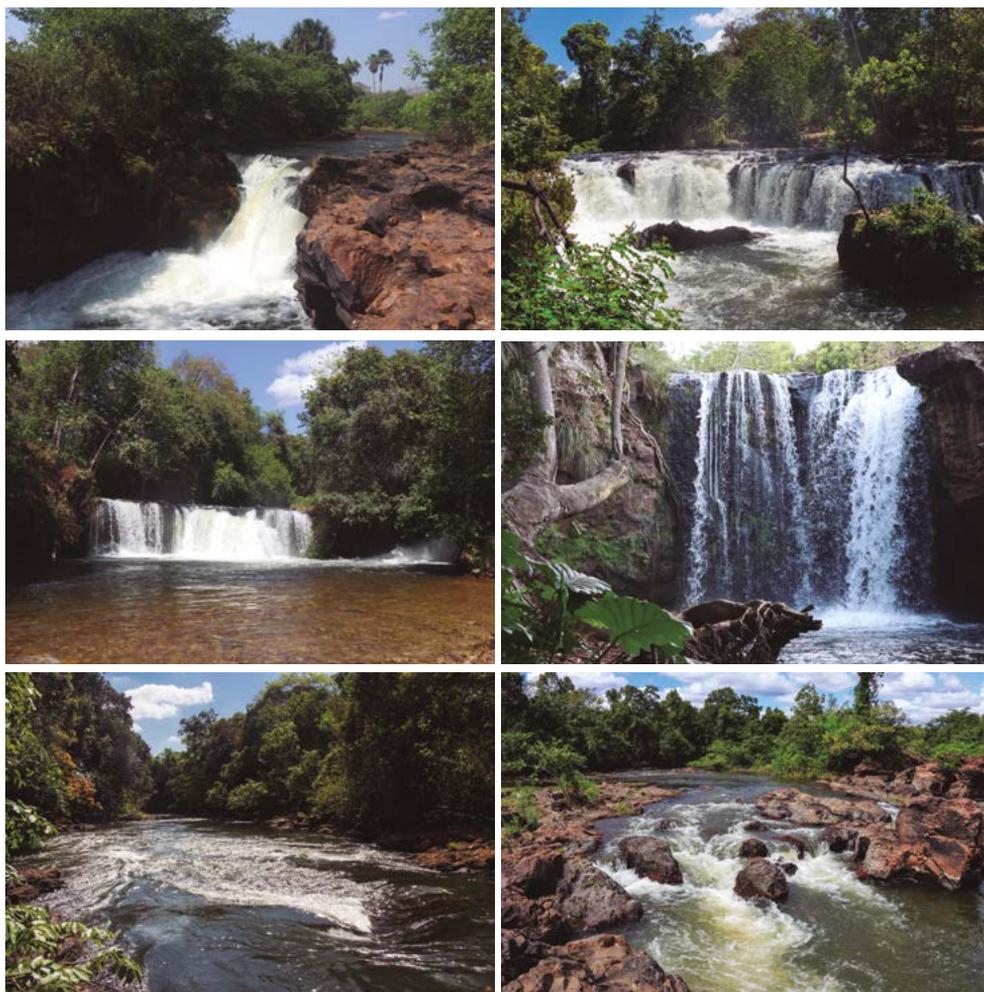


Figura 21 A a F. Cachoeiras, corredeiras e cânions da bacia do rio Mearim

Fonte: CODEVASF, 2017.

3.4 Precipitação pluviométrica

A chuva é um dos fatores do ciclo hidrológico que garante a manutenção do sistema hidroambiental, manutenção das nascentes e rios, produção de alimentos e dessedentação humana e animal, dentre outros.

De acordo com os dados da Figura 22, a região do Alto Mearim, onde se encontram as nascentes que dão início aos cursos d'água dos rios da bacia e de seus afluentes, apresenta os menores índices pluviométricos, se comparados às demais áreas do estado.

Observa-se no mapa um volume maior de chuvas anuais no litoral norte do estado, e uma redução gradual no sentido norte-sul. A região do Alto Mearim apresenta índice médio de 1.200 mm/ano, e na região do Baixo Mearim observa-



-se que os volumes aumentam, variando entre 1.800 e 2.000 mm/ano, apresentando um volume médio na bacia de 1.550 mm/ano.

Esse é um fato muito importante que denota a necessidade de preservação das características naturais e de preservação ambiental nessas regiões, devendo se evitar o desmatamento e a erosão que poderiam causar degradação, redução da recarga hídrica, e o conseqüente secamento das nascentes.

O gráfico 1 mostra as precipitações mensais das 23 estações pluviométricas na bacia do rio Mearim (MARANHÃO, 2014), apresentando um aumento das precipitações nos meses de janeiro a maio, atingindo o pico em abril, decaindo a partir de maio, com precipitação mínima no mês de agosto.

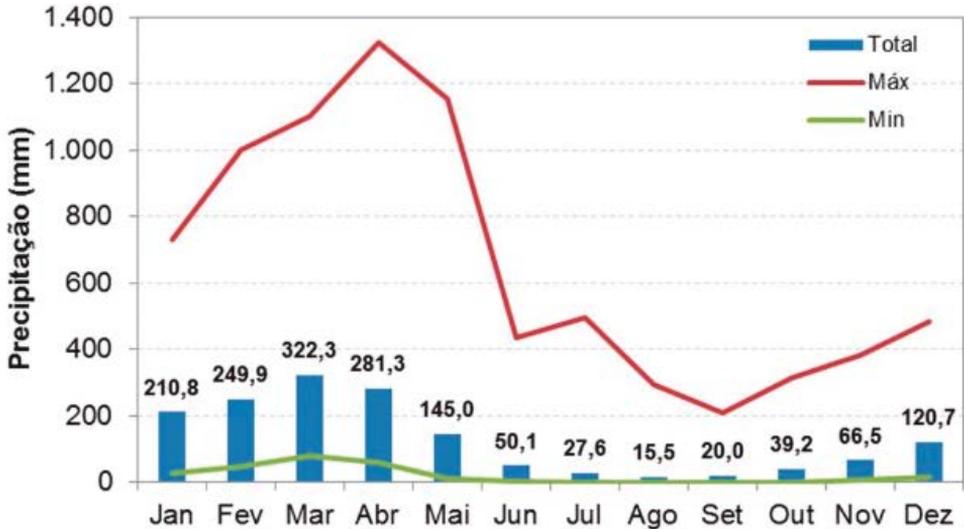


Gráfico 1. Média das precipitações mensais das 23 estações pluviométricas da bacia hidrográfica do rio Mearim

Fonte: MARANHÃO, 2014. p. 8.

Observa-se também grande variação nos volumes de chuva durante o ano, com duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa e outra seca. Nessas circunstâncias a preservação das nascentes contribui com a manutenção de água disponível para o consumo humano e animal e a garantia da segurança hídrica da bacia.

Segundo estudos de Brito et. al (2010), as enchentes no rio Mearim são registradas normalmente nos meses de fevereiro a junho, e estão ligadas, muitas vezes, à coincidência entre a ocorrência de grandes marés com o aumento do caudal dos rios, em consequência da elevação do índice pluviométrico no interior da bacia.

Dados obtidos no Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim (MARANHÃO, 2014) mostram que entre os anos de 1981 e 2014 foram registrados 132 desastres naturais provocados por seca e/ou estiagem nos municípios da bacia do rio Mearim, com maior recorrência nos municípios de Santa Luzia, Lagoa Grande do Maranhão, Grajaú e Lima Campos.



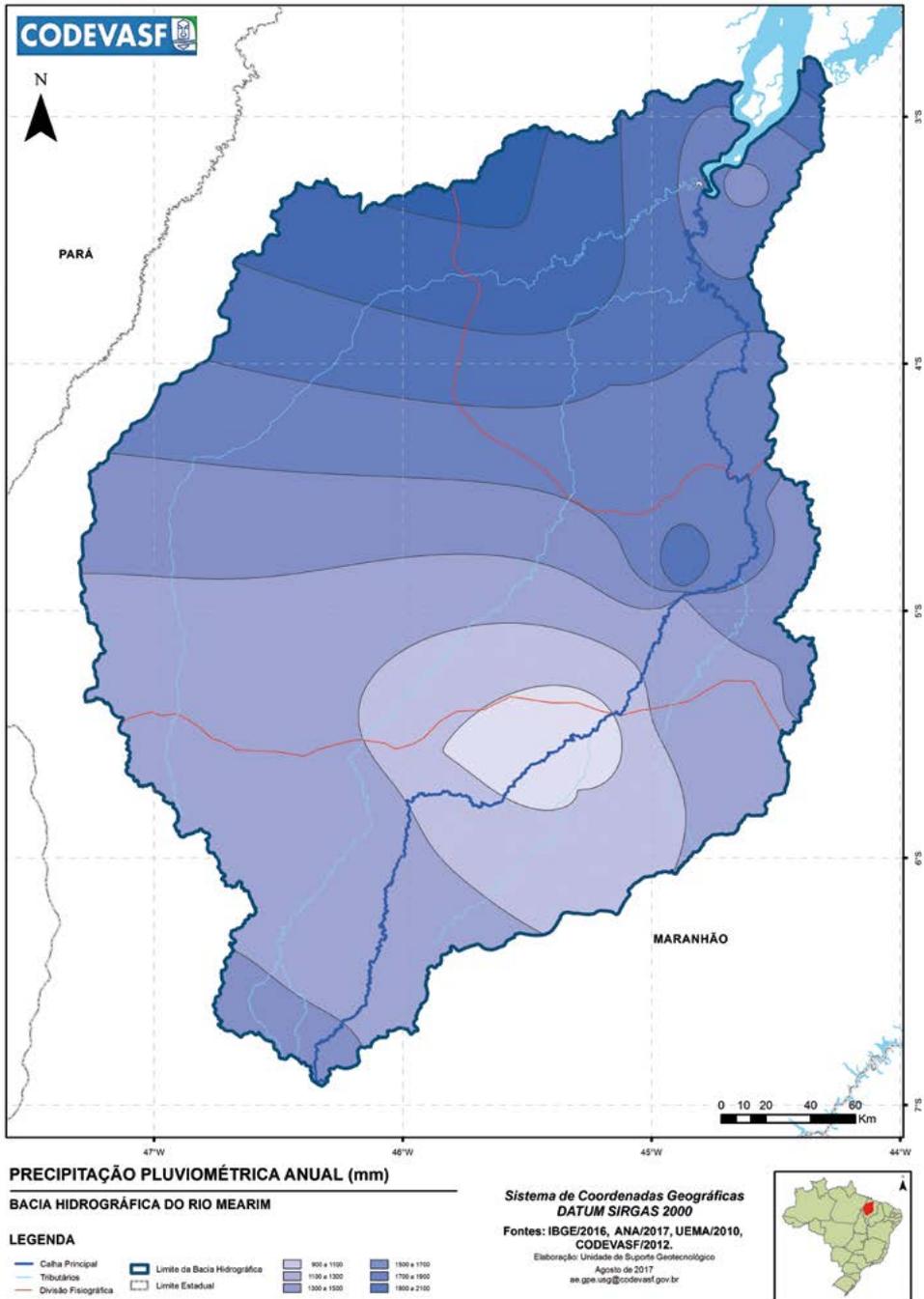


Figura 22. Precipitação média anual na bacia hidrográfica do rio Mearim

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; CODEVASF, 2012, 2017; do IBGE, 2016; da UEMA, 2010.¹

¹ UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. Centro de Ciências Agrárias. Núcleo Geoambiental. Mapa de precipitação pluviométrica anual. 2010. 1 mapa. Arquivo eletrônico shapefile. Disponível em: < <https://www.nugeo.uema.br/>>. Acesso em: 24 maio, 2017.



3.5 Clima

Caracterizado como quente, semiúmido, tropical de zona equatorial, com duas estações distintas que vão de úmida (janeiro a junho) à seca (julho a dezembro). Apresenta médias térmicas anuais superiores a 22°C por estar localizado na região Equatorial onde a temperatura do ar é normalmente elevada e uniforme ao longo do ano. A Figura 23 mostra a caracterização do clima para o Maranhão.



Figura 23. Climas do estado do Maranhão

Fonte: IBGE, 2001; NUGEO, 2011 apud MARANHÃO, 2011, p. 23.



Os tipos climáticos que ocorrem no Maranhão apresentam as seguintes características, de acordo com a classificação climática de descrita por Thornthwaite (1948):

- **Clima úmido (b2):** Com pequena ou nenhuma deficiência de água na porção noroeste do estado Maranhão, megatérmico, ou seja, temperatura média mensal sempre superior a 18°C, sendo que a soma da evapotranspiração potencial nos três meses mais quentes do ano é inferior a 48% em relação à evapotranspiração potencial anual;
- **Clima úmido (b1):** Localizado na foz do rio Mearim com moderada deficiência de água no inverno, entre os meses de junho a setembro, megatérmico, ou seja, temperatura média mensal sempre superior a 18°C, sendo que a soma da evapotranspiração potencial nos três meses mais quentes do ano é inferior a 48% em relação à evapotranspiração potencial anual;
- **Clima subúmido (c2):** Caracteriza o médio curso do rio Mearim com moderada deficiência de água no inverno, entre os meses de junho a setembro, megatérmico, ou seja, temperatura média mensal sempre superior a 18°C, sendo que a soma da evapotranspiração potencial nos três meses mais quentes do ano é inferior a 48% em relação à evapotranspiração potencial anual;
- **Clima subúmido seco (c1):** Presente ao leste do estado do Maranhão influenciando a região da nascente e demais contribuintes no Alto Mearim, com pouco ou nenhum excesso de água, megatérmico, ou seja, temperatura média mensal sempre superior a 18°C, sendo que a soma da evapotranspiração potencial nos três meses mais quentes do ano é inferior a 48% em relação à evapotranspiração potencial anual.

Altos valores anuais de umidade relativa do ar se verificam na região Norte do estado do Maranhão, mostrando a influência do mar, o qual é responsável, em grande parte, pelo incremento de vapor d'água sobre a região. Por outro lado, nas regiões centrais e leste apresentam os valores anuais de umidade relativa do ar oscilando entre 73% e 76%. Esses valores de umidade estão associados à distância em relação ao mar e principalmente às características de vegetação, predominantemente de Cerrado e Caatinga, que pouco contribui na liberação de vapor d'água para a atmosfera pelo processo de evapotranspiração (UEMA, 2000).

No Alto Mearim, ao longo do trecho que inicia em sua nascente (município de Formosa da Serra Negra), a umidade relativa do ar encontra-se entre 73 e 76%. No Médio Mearim, nas proximidades das cidades de Pedreiras e Bacabal, há umidade relativa do ar anual compreendida entre 76 e 79%. Já na área da foz do rio Mearim há áreas com umidade relativa do ar compreendida entre 79 e 82%, sendo que próximo à ilha de São Luís a umidade relativa anual pode superar 82% (UEMA, 2000).

Com relação à temperatura do ar, em estudo conduzido em 2016 pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), a média anual da região em que está situada a bacia do rio Mearim é de 25,5 °C, onde os menores registros anuais geralmente se concentram no município de Grajaú (Solta do Carlos), com registros médios anuais em torno de 19,8 °C. Por outro lado, os maiores registros térmicos anuais se configuram em torno dos municípios de Presidente Dutra (Flores), Lago da Pedra (Angico), Vitorino Freire (São João de Gra-



jaú) e Esperantinópolis, com registros médios de 27,8; 27,2 e 27,2 e 27,0°C, respectivamente.

Observa-se, portanto, uma temperatura média considerável na bacia, se comparada a outras regiões do Brasil, o que poderá aumentar a taxa de evaporação dos solos e diminuir a quantidade de águas em nascentes, especialmente naquelas que estiverem desprovidas de vegetação no seu entorno.

Nesse sentido, a manutenção e conservação da cobertura vegetal no entorno das nascentes evita a exposição do solo aos raios solares diretamente nas áreas de recarga.

3.6 Geologia e geomorfologia

Quanto à geologia, o estado do Maranhão está quase totalmente incluído na bacia Sedimentar do Parnaíba, considerada uma das mais importantes províncias hidrogeológicas do país. Por se tratar de uma área de rocha quase que exclusivamente sedimentares, o Estado apresenta possibilidades promissoras de armazenamento e exploração de águas subterrâneas (BRASIL, 2006).

Conforme descrito no Plano Diretor do Mearim (MARANHÃO, 2014), as formações geológicas na área de influência da bacia hidrográfica do rio Mearim, por ordem de crescente de idade, são: Formação Sambaíba, Formação Mosquito, Formação Corda, Formação Codó, Formação Grajaú, Grupo Itapecuru e Formação Ipixuna, além das Coberturas Superficiais Cenozóicas, que englobam Coberturas Lateríticas Maturas, Grupo Barreiras, Depósitos Colúvio-Eluviais, Coberturas Lateríticas Imaturas, Depósitos Flúvio-Lagunares, Depósitos de Pântanos e Mangues, e Depósitos Aluvionares.

Dentre as formações citadas acima, destacamos o grupo Itapecuru, que tem a maior distribuição espacial na bacia ocorrendo no médio e alto curso. E também do grupo Formação Codó que aflora no médio curso da bacia do rio Mearim nas imediações dos municípios de Grajaú e de Presidente Dutra. Essa unidade é importante sob o ponto de vista econômico, sobretudo pela extração de calcário e gipsita em Grajaú.

De acordo com a análise voltada à compartimentação dos sistemas naturais no estado do Maranhão realizada pelo IBGE (1997), são identificados três domínios morfoestruturais, onde os fatos geomorfológicos se organizam de acordo com os aspectos amplos da geologia, sendo estes:

Domínio I - Faixa de Dobramentos Pré-Cambrianos; Domínio II - Bacia Sedimentar do Rio Paraíba e Coberturas Plio-Pleistocênicas; e Domínio III - Depósitos Sedimentares Inconsolidados Quaternários. Esses domínios estão divididos em compartimentos menores, conforme litologia, estilo estrutural e feições da rede de drenagem.

Na bacia hidrográfica do rio Mearim ocorrem o Domínio II (representado pelos compartimentos nominados com as letras "h, i, p, q e r") e o Domínio III (representado pelo compartimento designado apenas pela letra "a"), descritos a seguir e de acordo com distribuição espacial, que podem ser visualizados no mapa da geomorfologia da bacia:

1. Domínio II - Bacia Sedimentar do Rio Parnaíba e Coberturas Plio-Pleistocênicas: este domínio abrange quase toda a área estudada. As diferenciações litoestruturais que aí ocorrem e que se refletem no relevo, permitiram a identificação



de 19 compartimentos:

'h': Contornando os Chapadões da alta bacia do rio Itapecuru, a erosão expôs os arenitos da formação Sambaíba, originando relevos em posição altimétrica inferior aos Chapadões. A instalação da drenagem do alto Itapecuru, nestas litologias, originou vales amplos, sedimentados.

'i': Na parte central da área estudada, ocorrem os arenitos friáveis da Formação Grajaú e Coberturas Detríticas-Lateríticas, originando a Chapada de Barra do Corda, mantida pela presença de níveis de concreções ferruginosas.

'p': Na parte central do Maranhão, destaca-se, numa faixa de direção norte-sul, um planalto, que dissecou em morros e colinas a sequência inferior da Formação Itapecuru, onde predomina uma sequência oxidante de siltitos e argilitos avermelhados. A drenagem expôs em alguns trechos os folhelhos fossilíferos por vezes calcíferos da Formação Codó.

'q': A ação erosiva sobre coberturas detríticas-lateríticas, que recobrem a Formação Itapecuru originou um planalto dissecado que vai do rio Gurupi ao rio Grajaú. A drenagem principal está orientada na direção SW-NE e N-S.

'r': A sequência superior da Formação Itapecuru, representada por arenitos argilosos oxidados com intercalações de argilitos e siltitos argilosos, possibilitou a elaboração de uma superfície plana dissecada em alguns trechos em lombas e colinas. Essa superfície, que contorna a Baixada Maranhense, estende-se para oeste até o rio Gurupi.

2. Domínio III - Depósitos Sedimentares Inconsolidados Quaternários: dispõem-se ao longo da costa e sua identidade litológica, refletida no relevo, permitiu sua identificação:

'a': Corresponde aos depósitos flúvio-marinhos e aos aluviões holocênicos, que compõem as áreas inundadas e/ou sujeitas a inundações da Baixada Maranhense, e as planícies flúvio-marinhas com mangues, que ocorrem ao longo da linha de costa e na foz dos rios principais.

A evolução morfoestrutural da bacia hidrográfica do rio Mearim ocorreu, inicialmente, por meio de erosão ao longo de vales encaixados dos rios Mearim, Grajaú e Pindaré, controlados, em geral, por falhamentos em eras remotas, que foram ampliados pelos processos de pediplanação dos terrenos sedimentares meso-ozóicos, formando os três domínios geomorfológicos atuais: Alto, Médio e Baixo Mearim (Figura 24).

As cabeceiras da bacia são ocupadas por terras altas divisoras de águas, onde se observa predomínio das formas de relevo geradas a partir de processos de pediplanação.

Na parte mediana, sobressaem planaltos dissecados de grande extensão, com formas tabulares esculpidas em rochas sedimentares.



Na porção final da bacia, predominam extensos terrenos de relevo plano a suavemente ondulado, compostos por litotipos sedimentares variados. Esses terrenos são alagados, no período das chuvas, e desenvolvem amplos lagos conectados pelo sistema de canais de drenagem.

O aspecto geral dessa área é de aplainamento pela erosão, onde se destacam calhas fluviais bem marcadas, que podem estar condicionadas aos sistemas de falhas de geológicas.

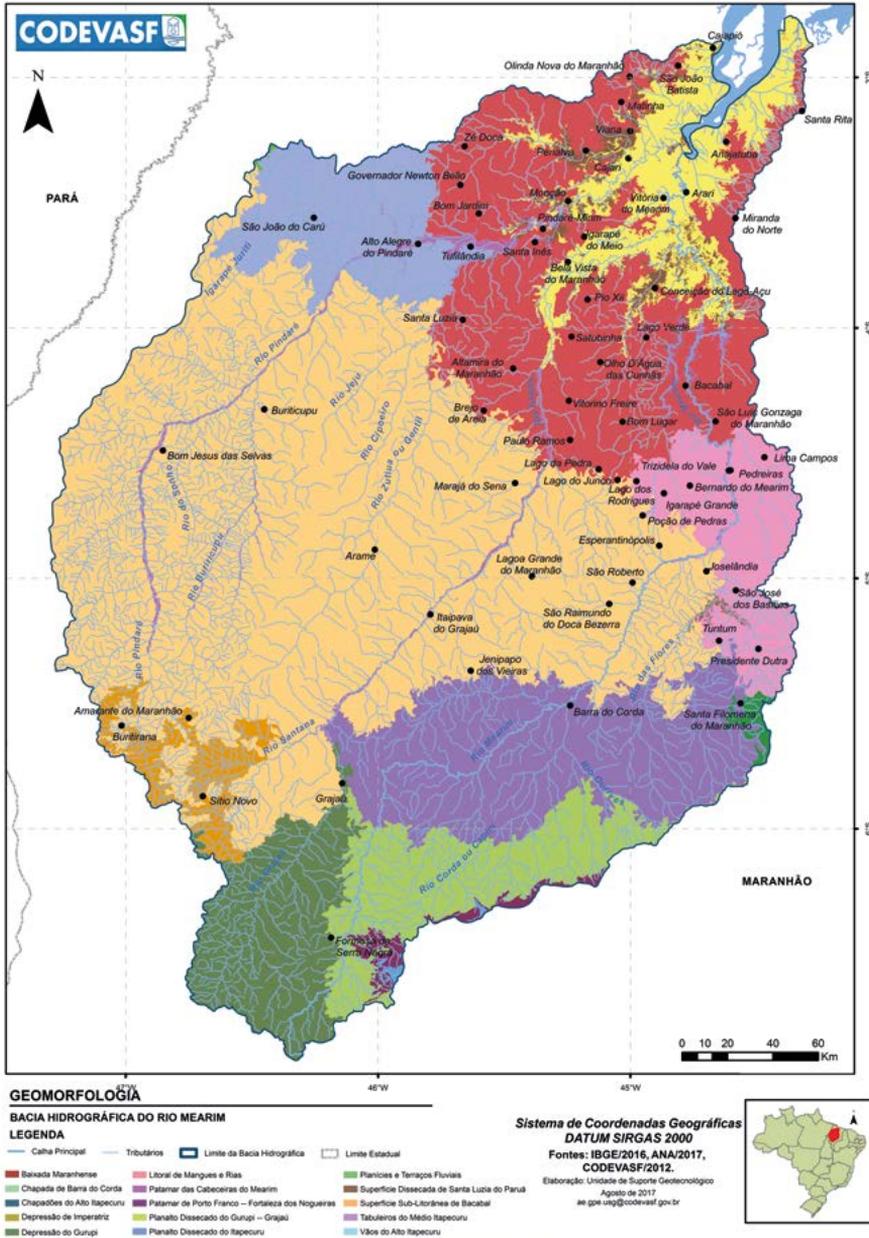


Figura 24. Mapa geomorfológico da bacia do rio Mearim

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; da CODEVASF, 2012, 2017; e do IBGE, 2016.

3.7 Solos

Os solos do estado do Maranhão apresentam-se sob diferentes tipos na bacia do rio Mearim, segundo o Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Mearim (MARANHÃO, 2014), predominando solos das classes Latossolo, Plintossolos e Argissolos, sendo as outras classes com menor ocorrência, conforme as unidades de mapeamento de solos em proporções apresentadas no gráfico 2.

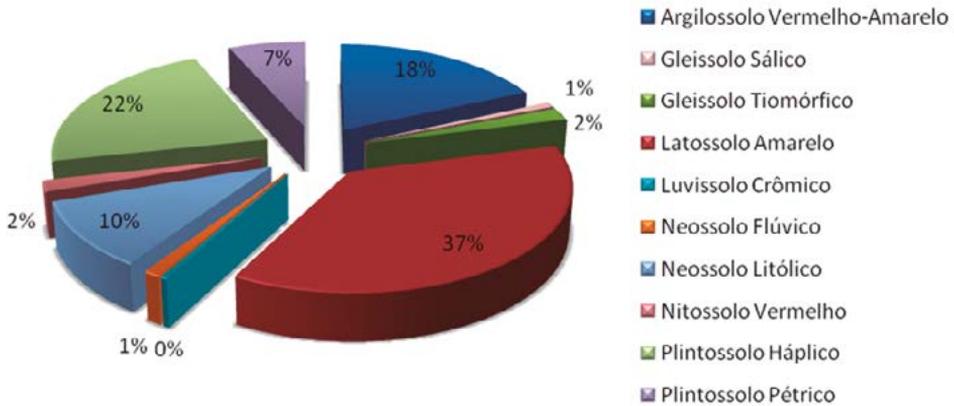


Gráfico 2. Classes de solos na bacia do rio Mearim

Fonte: MARANHÃO, 2014.

Os dados mostram que, em mais de 76% da área da bacia, predominam as classes Latossolos, Plintossolos e Argissolos, que somadas recobrem uma área de 174.474,68 km²; seguida da classe Neossolo Litólico com mais de 10%, equivalente a uma área de 23.619,98 km². Os Gleissolos estão presentes em 6.266,64 km² da área da bacia, sendo encontrados com grande representação na foz dos rios Mearim, Pindaré e Grajaú.

Esses solos apresentam as seguintes características (SANTOS et al. 2006):

- **Latossolo Amarelo:** (predominância em 37% da bacia) apresenta como característica principal: cor amarelada e vermelho-amarelada, textura média, argilosa e muito argilosa, bem drenado, perfil profundo, drenagem boa a moderada. Os latossolos, apesar de passíveis de utilização para agropecuária, são solos em geral com baixa fertilidade que necessitam de aplicações adequadas de corretivos e fertilizantes e são suscetíveis à erosão e compactação, requerendo assim tratos conservacionistas e manejo adequado.
- **Gleissolo Tiomórfico:** (predominância em 22% da bacia) são solos que ocorrem em baixadas litorâneas sob influência de oscilações de maré. Distribuem-se nas regiões costeiras e áreas de várzeas e planícies aluvionais, mal ou muito mal drenadas. Normalmente, as áreas em que estes solos ocorrem não são apropriadas para uso agrícola, recomendando-se aproveitá-los para preservação.
- **Argilossolo Vermelho-Amarelado:** (presente em 18% da bacia) ocorre em áreas de relevos mais acidentados do que os relevos nas áreas de ocorrência dos Latossolos. As principais restrições são relacionadas à fertilidade



e, em alguns casos, dificuldade de infiltração de água e susceptibilidade à erosão.

- **Neossolos Litológicos:** (presença em 10% da bacia) de textura média a argilosa são profundos, ou medianamente profundos, de moderada drenagem e níveis baixos e médios de fertilidade.

Quanto à erodibilidade dos solos na área da bacia hidrográfica do rio Mearim, as principais causas da degradação ambiental estão associadas à ocupação e ao uso do solo ocasionando processos de erosão e assoreamento. A bacia é caracterizada por três domínios geomorfológicos distintos - Alto, Médio e Baixo Mearim - que possuem diferentes forças ativas, que se manifestam diferentemente na erodibilidade do solo.

A região do Alto curso é caracterizada por terrenos mais elevados (maior declividade) com solos de composição mais arenosa, que têm, portanto, menor resistência aos processos erosivos e, quando desmatados há ruptura do equilíbrio natural da paisagem/solo.

O Médio curso possui solo arenoso a areno/argiloso com declividade mais exposta pela forma de relevo acidentada (colinas e tabuleiros), que se caracteriza pela presença de processos erosivos ao longo dos terrenos do Grupo Itapecuru e das coberturas lateríticas imaturas. Possivelmente, as altas taxas de erodibilidade dos terrenos estão associadas principalmente ao relevo escarpado e aos solos do tipo neossolo e cambissolos encontrados ao longo das vertentes encaixadas em meio à superfície tabular que predominam nas bordas dos Planaltos.

No Baixo curso predominam solos do tipo Neossolos Quartzarênicos profundos, Latossolos Vermelho-Escuro e solos Hidromórficos encontrados ao longo das planícies, e são os de menor erodibilidade na bacia.

A dinâmica fluvial também contribui para os processos erosivos, principalmente na época de cheia, quando as velocidades das correntes se tornam mais intensas, podendo desagregar os solos gerados pelas ações de desmoronamento e deslizamentos nas margens e remover e arrastar os solos depositados no fundo pela perda de energia cinética das partículas (assoreamento).

3.8 Cobertura vegetal

O estado do Maranhão está localizado em uma região de contato entre o bioma Caatinga e o bioma Cerrado, e entre os biomas Cerrado e Amazônico. Dessa forma, há uma ampla diversidade de formações vegetais em todo o estado. A bacia do rio Mearim situa-se entre os biomas Cerrado e Amazônico (Figura 25).



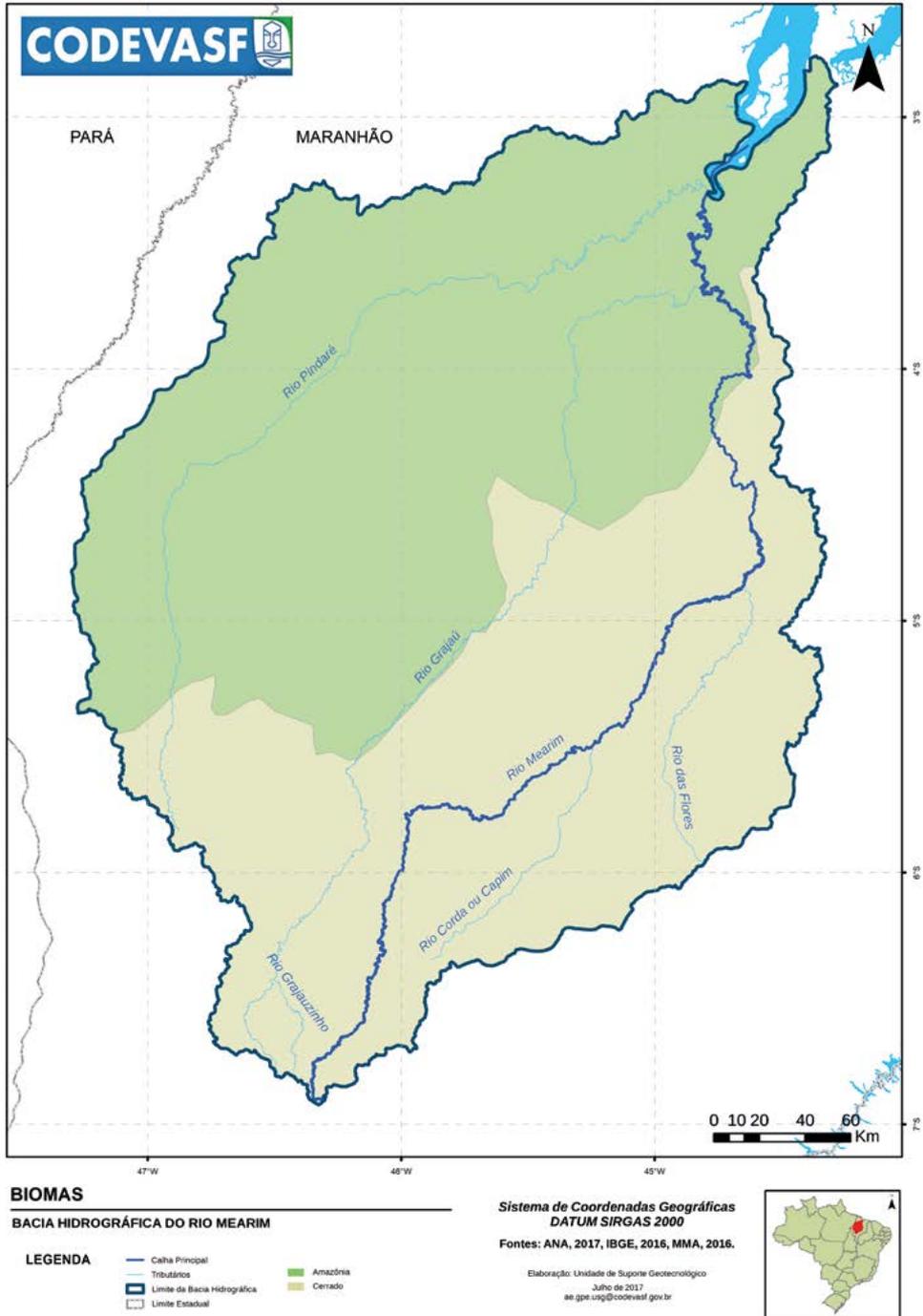


Figura 25. Biomas da bacia do rio Mearim

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; do BRASIL, 2016; do IBGE, 2016.



Em cada bioma, há um tipo de vegetação predominante, que ocupa a maior parte da área. Para o bioma Amazônico, conforme IBGE (2012), estão presentes na bacia hidrográfica do Mearim, as fitofisionomias Floresta Ombrófila Densa, Formações Pioneiras com Influência Fluvial e Lacustre, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, vegetação secundária com ou sem palmeiras e ainda vegetação com influência fluviomarinha (Figura 26).

Ainda de acordo com IBGE (2012) na área de ocorrência dos Cerrados, as principais formações vegetais que dominam a bacia do rio Mearim são a Savana Arborizada (Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso), Savana Parque (Campo Sujo, Cerrado de Pantanal, Campo-de-Murundus e Campo rupestre) e Savana Florestada Cerradão).

Palmeiras ocorrem em extensas áreas, especialmente na porção de ocorrência do bioma amazônico na bacia, com predomínio das espécies babaçu, carnaúba, açai e buriti (Figura 27 A a H). Das palmeiras nativas da região, o babaçu (*Attalea speciosa*) se destaca como a de maior expressão econômica e social, devido à extração de coco e a comercialização dos seus produtos.

As áreas com floresta de babaçu são exemplos de vegetação secundária, que surgem como única espécie dominante, principalmente, após a retirada da floresta estacional perenifólia aberta, sendo denominada Mata de Cocais (BRASIL, 2006).

Grande parte desses ambientes encontra-se totalmente descaracterizada pela ação antrópica, em função, principalmente, da exploração madeireira e da supressão total da vegetação para uso agrícola, pecuário e plantio de florestas exóticas.

As áreas que foram identificadas como bioma Amazônico encontram-se muito degradadas, não mais apresentando características originais desse bioma, sendo, na grande maioria, áreas totalmente fragmentadas com abundância de espécies pioneiras

Ao sul da área da bacia do rio Mearim, encontra-se o bioma Cerrado. Esse bioma ainda preserva algumas características originais em áreas distantes dos centros urbanos, principalmente nas reservas indígenas. No entanto, já se observa certa antropização no meio rural (MARANHÃO, 2014).



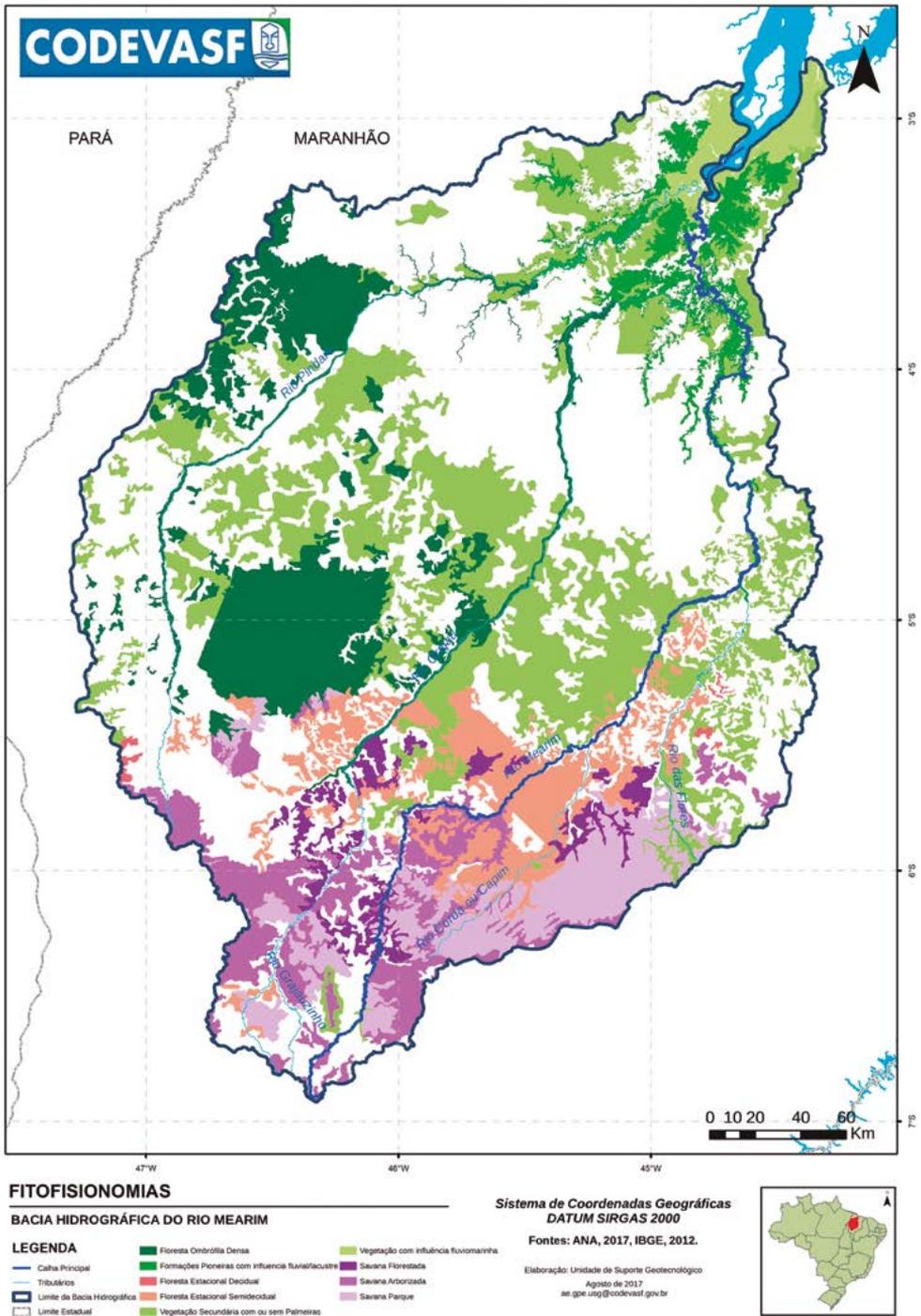


Figura 26. Fitofisionomias da bacia do rio Mearim

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; do IBGE, 2012.





Figura 27 A a H. Palmeiras presentes na bacia do rio Mearim

Fonte: CODEVASF, 2017.



3.9 Unidades de Conservação

Unidade de Conservação (UC) é a denominação dada pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), Lei 9.985/2000, às áreas naturais passíveis de proteção por suas características especiais.

Uma das principais funções das UCs é de salvaguardar a representatividade de porções significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente.

Quanto à sua utilização, as UCs podem ser divididas em dois grupos, conforme o SNUC (BRASIL, 2000):

1. **Proteção Integral:** são aquelas unidades com maior grau de restrição de uso pelo homem. No estado do Maranhão, englobam as categorias Reserva Biológica (REBIO), Parque Nacional (PARNA), e Parque Estadual;
2. **Uso Sustentável:** permitem um uso menos restrito e, em certos casos a propriedade privada, abrangendo as categorias Área de Proteção Ambiental (APA), Reserva Extrativista (RESEX) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

As UCs totalizam cerca de 20% da área do estado. Desse percentual, mais da metade (56,2%) estão localizadas no bioma Amazônico. Porém, apenas 4,3% dessas unidades situadas nesse bioma se enquadram na categoria de Proteção Integral. O restante pertence a categorias de Uso Sustentável.

Para as UCs localizadas no bioma Cerrado, 18,7% fazem parte da categoria de Proteção Integral e 24,5% de Uso Sustentável.

No bioma Caatinga, as UCs somente são representadas nas categorias Área de Proteção Ambiental e Reserva Extrativista, ambas de Uso Sustentável, e representam apenas 0,6% do total das áreas de UC do estado (BATISTELLA et al., 2013).

De acordo com o mapeamento realizado para a bacia hidrográfica do Mearim foram identificadas 06 (seis) Unidades de Conservação (Figura 28).

a) APA da Baixada Maranhense

Designada como Sítio Ramsar em 2000, a APA da Baixada Maranhense representa o maior conjunto de bacias lacustres do nordeste. Localiza-se no extremo norte do Estado do Maranhão, abrange 21 municípios e tem 1.775.035,6 hectares de extensão. No seu limite norte, encontra-se a APA das Reentrâncias Maranhenses.

A unidade possui uma área rica biodiversidade, pois incorpora uma complexa interface de ecossistemas, incluindo manguezais, babaçuais, campos abertos e inundáveis, estuários, lagoas e matas ciliares.

Esse mosaico de fisionomias e sua extensão na paisagem torna a APA uma unidade de conservação de extrema importância, pois permite a ocorrência de processos ecológicos de grande escala, além da área de manguezal funcionar como regulador local dos estoques pesqueiros. A região é drenada pelos rios Mearim, Pindaré, Grajaú, Pericumã e afluentes (BRASIL, 2008).



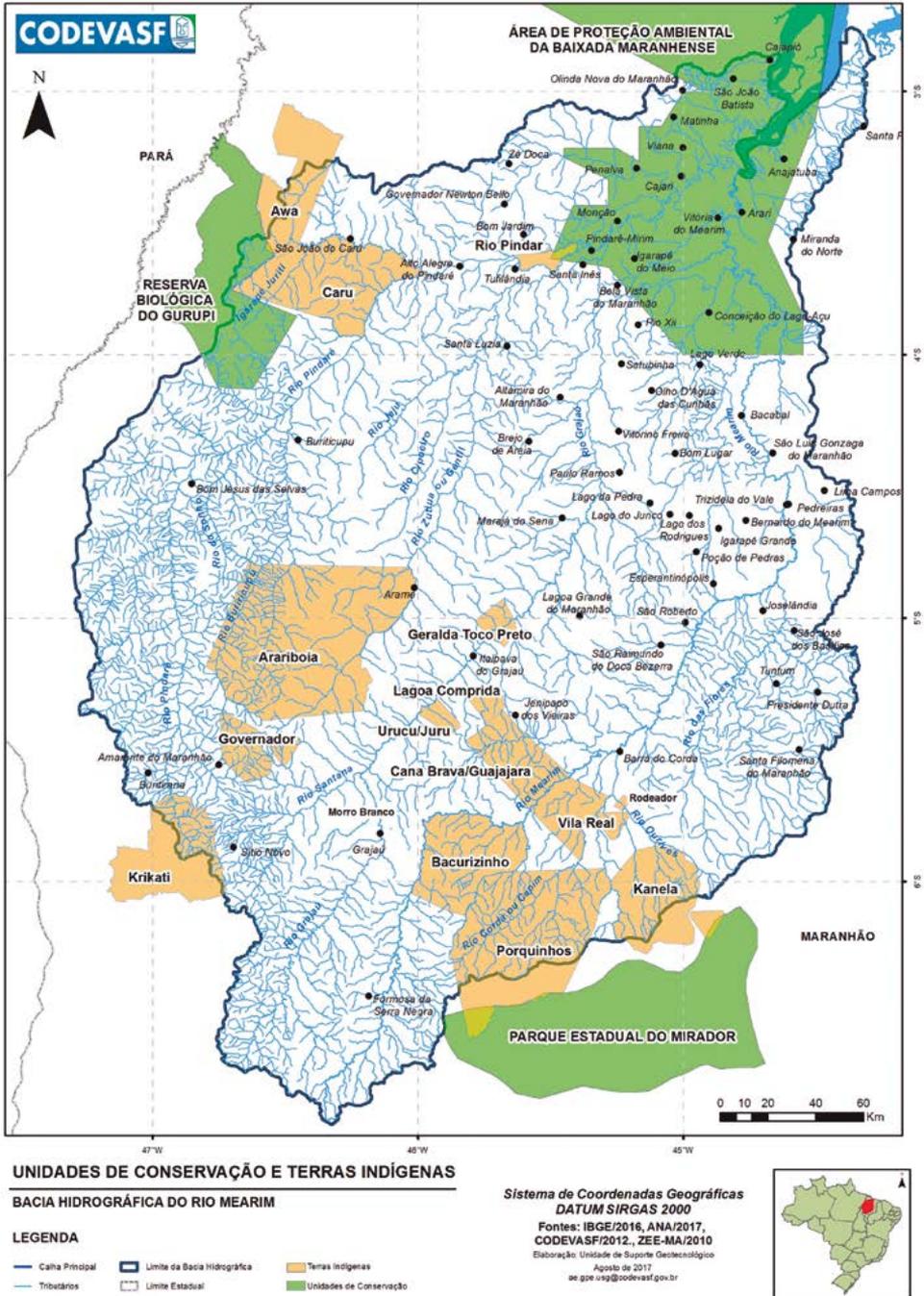


Figura 28. Unidades de Conservação e Terras Indígenas na bacia do rio Mearim

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; do IBGE, 2016; e do MARANHÃO, 2014.

Obs: As RPPNs não aparecem no mapa em decorrência do pequeno tamanho das áreas.

b) Reserva Biológica do Gurupi

A Reserva Biológica do Gurupi - REBIO Gurupi - é uma Unidade de Proteção Integral administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). Criada por meio do Decreto nº 95.614/1988 com o objetivo de preservar a última porção de Floresta Amazônica existente no Maranhão. Está totalmente inserida no bioma amazônico, na floresta ombrófila densa de terras baixas, com milhares de espécies vegetais, sendo, por isso, uma das áreas com altíssima biodiversidade e protege a Serra da Desordem e a Serra do Tiracambu.

Possui uma área total de 271.197,51 ha, tendo mais de 40 % da sua área (115.572,92 ha) inseridas no interior da bacia do rio Mearim. A REBIO Gurupi abrange parcialmente os municípios de Centro Novo do Maranhão/MA, Bom Jardim/MA e São João do Caru/MA. Existem na REBIO Gurupi (Figura 29) três bases de apoio e de fiscalização que são administradas pelo ICMBio, as quais são também utilizadas por várias entidades parceiras do ICMBio tanto para a fiscalização da unidade de conservação quanto para pesquisa: Batalhão da Polícia Ambiental do Maranhão, Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Estadual do Maranhão, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Federal do Pará, FUNAI, IBAMA, INCRA e o Centro de Defesa da Vida e dos Direitos Humanos de Açailândia.



Figura 29. Reserva Biológica do Gurupi

Fonte: CODEVASF, 2017.

c) Parque Estadual do Mirador

O Parque Estadual do Mirador, criado em 1.980 por meio do Decreto nº 7.641, teve sua área delimitada por meio da Lei Estadual nº 8.958/2009 e estabeleceu em seu Artigo 1º uma área de 766.781 ha e vinculou o Parque à Secretaria de



Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão. O Parque encontra-se quase que totalmente inserido na bacia do rio Itapecuru, sendo que apenas 67 ha estão localizados na área de abrangência da bacia do rio Mearim.

O Parque está localizado no município de Mirador foi criado para assegurar a conservação das nascentes dos rios Itapecuru e Alpercatas, e de seus afluentes no perímetro dessa unidade de conservação.

3.9.1 Áreas prioritárias para conservação

As Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade são um instrumento de política pública que visa apoiar a tomada de decisão, de forma objetiva e participativa, cujos resultados vêm sendo utilizados no planejamento e na implementação de ações como criação de unidades de conservação, licenciamento, fiscalização e fomento ao uso sustentável. Assim, o conhecimento das áreas e das ações prioritárias para a conservação da biodiversidade brasileira é uma ferramenta fundamental para a gestão ambiental (BRASIL, [201-]).

Desta forma, torna-se um instrumento essencial para nortear as ações de conservação ambiental no estado do Maranhão. A Figura 30 apresenta a localização das áreas prioritárias em nível de importância inseridas na bacia hidrográfica do rio Mearim.

As áreas de importância para a conservação são classificadas em Alta, Muito Alta e Extremamente Altas. Para a localização das áreas prioritárias foram obtidos os arquivos vetoriais do Ministério do Meio Ambiente, e sobrepostos sobre a bacia do rio Mearim.

Pelo mapeamento realizado, foram classificadas estas áreas de acordo com o bioma encontrado, sendo identificadas para o bioma Amazônia, cinco áreas de importância alta, quatro áreas de importância muito alta e 14 áreas de importância extremamente alta. Para o bioma cerrado, foi identificada uma área classificada como muito alta e outra considerada com prioridade extremamente alta para a conservação da biodiversidade.

No cômputo das áreas prioritárias, foram considerados apenas os polígonos presentes no interior da bacia do rio Mearim.

Para cada área de importância para a conservação, conforme mostrado no Quadro 2, são definidas as ações prioritárias para cada área em particular, estabelecendo medidas de práticas conservacionistas e critérios para o reestabelecimento e manutenção destas áreas. Nota-se, em comum, muitas áreas com o objetivo de realizar a recuperação, manejo, proteção de áreas e criação de unidade de conservação e corredores ecológicos.

Na Figura 30, observa-se pouca representatividade das áreas prioritárias para conservação na região que abrange as principais nascentes da bacia do rio Mearim, o que fortalece a necessidade de estudos para inclusão desses alvos como relevantes para conservação.



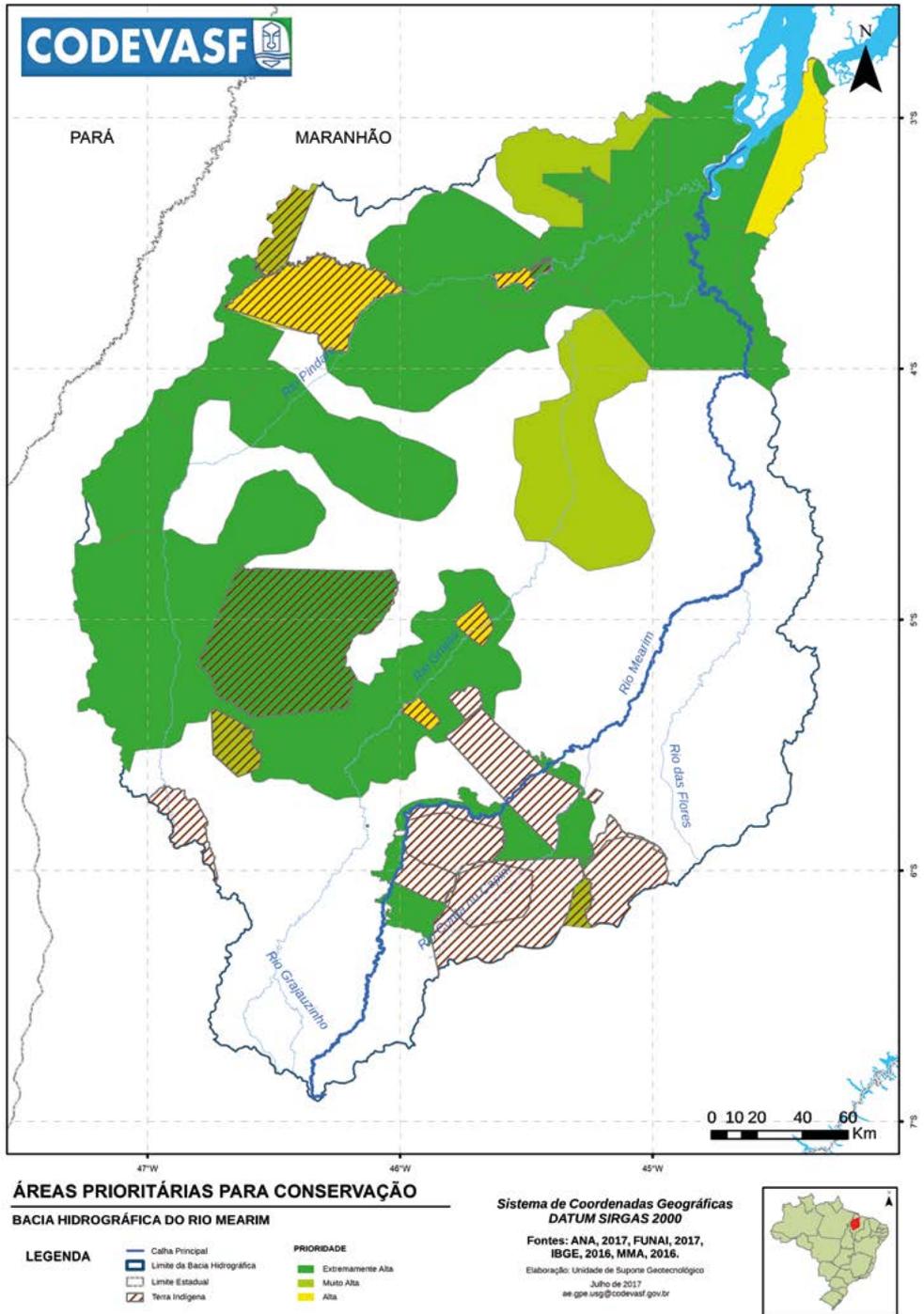


Figura 30. Áreas prioritárias para conservação na bacia do rio Mearim

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; BRASIL, 2016; FUNAI, 2017; IBGE, 2016.



Bioma	Prioridade	Área (ha)	Ações
Amazônia	Extremamente Alta	3.709.537,77	UC, Manejo de bacia, Área Protegida, Recuperação.
	Muito Alta	671.790,60	Área Protegida, recuperação, Mosaico/Corredor.
	Alta	321.400,83	Recuperação, Área Protegida.
Cerrado	Extremamente Alta	169.450,78	UC.
	Muito Alta	17.301,52	Ordenamento, CAR.
	Alta	-	-

Quadro 2. Áreas prioritárias e ações recomendadas, por bioma, para conservação da biodiversidade na bacia do rio Mearim

Fonte: BRASIL, (201-).

3.10 Características socioeconômicas

A população total da bacia hidrográfica do rio Mearim em 2017, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), corresponde a 2.257.268 habitantes, o que representa 32,24% da população maranhense. Compreende 84 municípios, sendo que 50 estão totalmente inseridos no vale, e os demais se situam parcialmente na bacia.

As principais concentrações populacionais urbanas da bacia do rio Mearim ocorrem nas cidades de Açailândia, Bacabal, Barra do Corda, Grajaú e Santa Inês. As maiores concentrações de pessoas vivendo na região rural da bacia encontram-se nos municípios de Santa Luzia, Buriticupu, Barra do Corda e Grajaú.

Há uma concentração maior de comunidades rurais na região entre o Médio e o Baixo Mearim, destacando-se ainda a presença de terras indígenas na região do Alto Mearim. Outra característica é a distribuição populacional na bacia ao longo e próximo às margens dos rios.

Em áreas rurais da bacia do rio Mearim, há predominância de residências e outras construções feitas de taipa e com coberturas de palha de palmeiras (Figura 31 A e B).



Figura 31 A e B. Habitação e escola típicas do meio rural do Maranhão

Fonte: CODEVASF, 2017.

O setor primário constitui-se na base da economia na bacia do rio Mearim, destacando-se as atividades agropecuárias e de extrativismo vegetal. A maior parte do espaço rural do estado do Maranhão está ocupada com atividades agropecuárias.

Grande parte da bacia encontra-se inserida na nova fronteira agrícola do Brasil denominada MATOPIBA – região entre os estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, instituída pelo Decreto nº 8.447/2015, denominado “Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba” - relevante região de abastecimento de alimentos para consumo humano, principalmente da capital São Luís, e com grande potencial de crescimento visando principalmente o mercado externo (Figura 32).

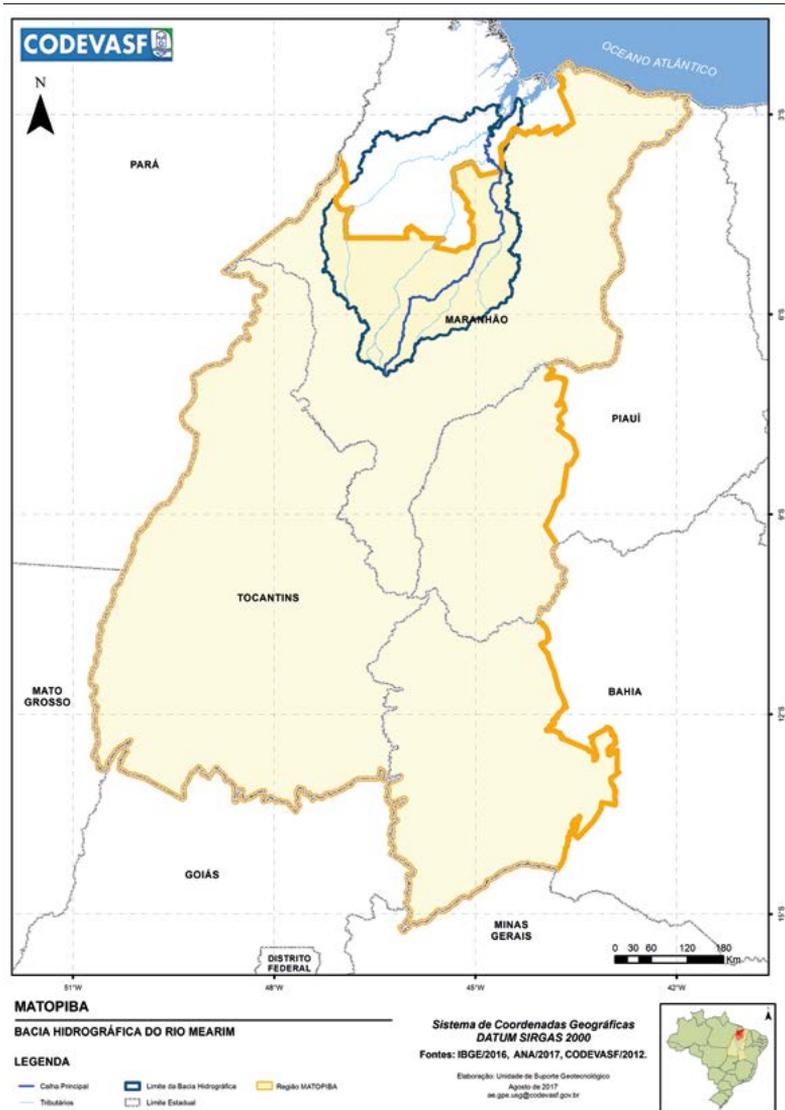


Figura 32. Área de abrangência do Matopiba

Fonte: Elaborada com dados da ANA, 2017; da CODEVASF, 2012; do IBGE, 2016.



No restante da bacia, predominam pequenas lavouras de subsistência, principalmente nas áreas mais férteis e úmidas, a exemplo de veredas e várzeas, onde matérias orgânicas são depositadas durante as cheias.

Já na agropecuária prevalece a criação de bovinos de corte em caráter extensivo, com a implantação de pastagens em extensas áreas (Figura 33 A e B).



Figura 33 A e B. Pecuária de corte e produção de grãos na região do Matopiba

Fonte: CODEVASF, 2017.

Dentre as atividades desenvolvidas pelas comunidades tradicionais do Mearim, cabe destaque para a pesca artesanal e para o agroextrativismo, como alternativa de renda principalmente para os que se enquadram como agricultores familiares. Como produto do extrativismo, destaca-se a exploração da palmeira babaçu, que ocupa grandes áreas como vegetação primária e secundária e desempenha papel importante na composição da renda familiar com a extração de amêndoas e azeite, a coleta de frutas nativas e pimentas e a produção de mel e artesanatos (Figura 34 A a F).

O carvão de coco de babaçu, produzido artesanalmente por extrativistas na área rural do estado, mostra-se uma alternativa econômica para a região e reduzindo a pressão sobre as florestas nativas, que são utilizadas para a produção de carvão ou lenha.

Outra oportunidade de desenvolvimento regional em maior escala, é o aproveitamento do azeite de coco de babaçu na culinária, como também pela indústria, principalmente de cosmético e produtos de limpeza.

O deslocamento pelo rio é cotidiano na vida dos povos indígenas, das comunidades tradicionais, dos pescadores e ribeirinhos, e da população em geral no estado. As embarcações, além de muito utilizadas na atividade pesqueira, são essenciais para a vida do ribeirinho, uma vez que auxiliam na locomoção, no lazer e no trabalho (Figura 35 A e B).

Na bacia do rio Mearim, a pesca é uma atividade de ampla ocorrência e importância na composição da economia e da alimentação da população, porém, está substancialmente ameaçada pelo assoreamento dos rios e pela sobrepesca.

Parte importante da pesca artesanal, de água doce e marinha, é comercializada no Mercado de Peixe de Portinho, em São Luís. Segundo a Associação dos Distribuidores de Pescado e Marisco de São Luís (ADPEMASL), cerca de 80% do pescado comercializado nesse mercado são oriundos do estado, com destaque para a região do Baixo Mearim e Itapecuru, e o restante é proveniente de outros estados.



Ainda de acordo com a ADPEMASL, são comercializadas em Portinho em média 12 toneladas de pescado por dia, oriundas tanto da pesca artesanal quanto da aquicultura, e acrescenta que desse total, em torno 70% dos peixes são capturados no Lago Açú, um dos maiores lagos naturais do Maranhão, localizado no município de Lago Açú, região do Baixo Mearim, e que recebe influência do rio Grajaú (Figura 35 C).

O Maranhão possui um total de 11 minas de gipsita, ocupando o segundo lugar no ranking brasileiro em número de minas, perdendo apenas para Pernambuco, que possui 55 unidades. No estado a gipsita encontra-se abundantemente distribuída na região de Grajaú, onde está localizado o Pólo Gesseiro, e em Codó. É usada, principalmente, na fabricação de: cimento, ácido sulfúrico, giz, vidros, esmaltes, molde para fundição, desidratante, aglutinante, corretivo de solo, placas, tijolos e gesso utilizados na construção civil, além de outras aplicações, como na metalurgia (DNPM, 2015, apud MARANHÃO, 2017).²

A gipsita é usada principalmente na fabricação de cimento, ácido sulfúrico, giz, vidros, esmaltes, molde para fundição, desidratante, aglutinante, corretivo de solo (cálcio e enxofre), placas, tijolos e rejunte de gesso utilizado na construção civil, além de outras aplicações, como na metalurgia.

No município de Grajaú, onde está localizado o polo gesseiro do estado, são extraídas anualmente em média 583 mil toneladas de gipsita (Figura 35 E), empregando 6.800 pessoas direta e indiretamente, gerando um faturamento anual de R\$ 51,5 milhões (MARANHÃO, 2016).

Na porção centro-sul da bacia, existe reflorestamento de eucalipto para produção de carvão destinado principalmente ao polo gesseiro (Figura 35 F).

Além disso, na região, ainda se destaca a estrada de ferro Carajás, que é essencial no escoamento de minério do interior do estado do Pará em direção ao litoral maranhense com destino ao Porto de Itaqui (Figura 35 D).

Atrações turísticas de grande destaque, conforme o Plano Diretor do Mearim (Figura 36 A a D), a bacia hidrográfica engloba dois polos turísticos importantes do Maranhão: o dos “Lagos e Campos Floridos”; e o “Serras, Guajajara, Timbira e Kanela”.

O polo Lagos e Campos Floridos consiste em uma região pantaneira, conhecida como Baixada Maranhense, a qual é formada por vastos campos naturais, cerrados, cocais, lagos, rios, mangues e estuário. A região se destaca principalmente pela ocorrência da “pororoca” no estuário do rio Mearim; e pelo do Lago Açú, considerado o maior lago em extensão do Maranhão e o de maior produção pesqueira.

O polo Serras, Guajajara, Timbira e Kanela abrange uma região formada por morros e serras no centro-sul do estado. O destaque neste polo é a presença de povos indígenas, principalmente das etnias Guajajara, Timbira, Krikati, Gavião e Kanela.

Em cada cidade da bacia, há características peculiares, a exemplo do encontro dos rios Corda e Mearim e do “Morro do Calvário”, ambos localizados no município de Barra do Corda.





Figura 34 A a F: Coco e castanha de babaçu, produção de carvão de babaçu, comercialização de mel, azeite, pimenta e artesanato

Fonte: CODEVASF, 2017.



Figura 35 A e B: Embarcações de pesca e transporte

Fonte: Codevasf, 2017.





Figura 35 C a F: Mercado de peixe de Portinho; estrada de ferro Carajás; polo gesso de Grajaú; transporte e plantio de eucalipto

Fonte: Codevasf, 2017.



Figura 36 A a D: Pororoca, Lago Açú, encontro dos rios Corda e Mearim, Igreja no morro do Calvário em Barra do Corda

Fonte: CODEVASF, 2017.



3.11 Povos e comunidades tradicionais

Populações diretamente relacionadas com o uso sustentável da terra e da água nos territórios onde vivem, os povos e comunidades tradicionais têm destaque no uso e ocupação do território maranhense.

No Maranhão existe uma grande representação de comunidades quilombolas que mantém seus costumes e tradições culturais preservadas.

No que consiste à política afro-brasileira no Brasil, o Governo Federal instituiu a Fundação Cultural Palmares (FCP), vinculada ao Ministério da Cultura (Minc), que tem como compromisso, dentre outros, o combate ao racismo, a promoção da igualdade, a valorização, a difusão e preservação da cultura negra. O Instituto Nacional de Reforma Agrária (INCRA) é a autarquia competente pela titulação dos territórios quilombolas. Na esfera estadual tal ação é realizada pelo Instituto de Colonização e Terras do Maranhão (ITERMA).

No Brasil já foram identificadas cerca de 3 mil comunidades quilombolas. Dessas, 2.465 comunidades foram certificadas pela Fundação Cultural Palmares (FCP), totalizando cerca de 2,2 milhões de pessoas.

A emissão de Certidão de Auto definição (CA) de Comunidade Remanescente de Quilombo (CRQ) atesta que a área e a população que a ocupa têm relação com os antigos quilombos. A comunidade passa, então, a ter direitos e amparos legais, estabelecidos pelos artigos nºs 215 e 216 da Constituição Federal, que preveem a defesa e a valorização do patrimônio cultural brasileiro e a obrigação do poder público em promovê-los e protegê-los.

No estado do Maranhão são 686 comunidades reconhecidas, com 504 Certidões Emitidas. O Quadro 3 mostra as comunidades que possuem as Certidões Expedidas às Comunidades Remanescentes de Quilombos (CRQs), até a Portaria nº 146/2017, localizadas na bacia hidrográfica do Mearim.

Quanto aos Povos Indígenas no estado do Maranhão, a ocupação ocorre, de forma predominante, na bacia do rio Mearim. A importância da preservação desse patrimônio assegura a potencialização de sua capacidade autônoma, seu desenvolvimento econômico, etnodesenvolvimento e a garantia de seus direitos territoriais.

Em âmbito nacional a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) desenvolve ações de gestão ambiental, que são norteadas pela Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI), instituída pelo Decreto nº 7.747, de 05 de junho de 2012, que tem por objetivo garantir e promover a proteção, recuperação, conservação e o uso sustentável dos recursos naturais das terras e territórios indígenas, assegurando a integridade do patrimônio indígena, a melhoria da qualidade de vida e as condições plenas de reprodução física e cultural dos povos indígenas, respeitando sua autonomia sociocultural.



Município	Comunidade Remanescente de Quilombola
Anajatuba	São Pedro.
Bacabal	Piratininga, Catucá, Guaraciaba, Campo Redondo, São Sebastião dos Pretos.
Brejo	Alto Bonito.
Buriti	Santa Cruz.
Cajapió	Pedreiras, Picadas, Posto Seleção.
Cajari	Camaputiuva, Bolonha, Santa Maria, São José do Belino, Boa Vista.
Grajaú	Santo Antônio dos Pretos.
Igarapé do Meio	Jutaí.
Lima Campos	Santo Antônio dos Sardinhas, Bom Jesus dos Pretos, Morada Nova, Nova Luz, Nova Olinda, Queto, São Domingos, São Francisco.
Matinha	São Francisco, Tanque de Valença, Bom Jesus, Mó São Caetano, Curral de Varas, Cutia I, Cutia II, Faixa, Graça, Itapera, Os Paulos, Palestina, Santa Izabel, São Felipe, São José do Bruno, Preguiça Velha, Jacuica, Preguiça Nova, Enseada Grande, Santa Maria, Alto da Pedra.
Monção	Mata Boi, Outeiro, Castelo.
Pedreiras	Lagoa da Onça.
Pedro do Rosário	Santo Inácio, Boa Fé, Bornéu, Rio dos Peixes, São João dos Campos, Pedreiras, Imbiral Cabeça Branca.
Penalva	Caminho Novo e Formiga, Gapó, Alto Bonito, Santa Rita, Santo Antônio, São Joaquim, São Joaquim e São Joaquinzinho, Cedreiro, Cedreiro e Simauma, Ponta do Curral, São José, São Miguel do Povoado Querés.
Santa Inês	Povoado Onça, Cuba, Marfim.
São João Batista	Chapada Grande, Boa Fé, Bom Jesus, Palmeral, Ilha dos Poços, Carão, Beirada, Quiriri, Capim-Açu II, Quiá, Nova Brasília, Olho d'Água dos Bodes.
São Luiz Gonzaga do Maranhão	Monte Alegre, Povoado do Santarém, Santa Cruz, São Pedro, Promissão Velha, Santo Antônio da Costa, Boa Vista dos Freitas, São Domingos, Potozinho, Coheb, Pedrinhas, Santana, Morada Nova Deusdeth, Fazenda Velhoa/Monte Cristo, Potó Velho, Mata Burro/Santo Antônio dos Vieiras, Centro do Cruz/Bela Vista, Fazenda, Conceição, Santa Rosa, Olho d'Água dos Grilos.
São Vicente Ferrer	Charco, Santa Rosa, Canta Galo I, Chega Tudo, Oratório, São Francisco de Onório, São Francisco de Onório, Ilha São José, Madureira, Palmeiralzinho, Cantanhêde, Limão, Outeiro de Maria Justina, Poleiro, Povoado de Pachorra, Santa Bárbara, São Francisco dos Arouchas, São Marcos, São Pedro, Soares, Tabocal, Ilha d'Água, Buenos Aires, São Joaquim.
Satubinha	Sapucaia do Albino.
Viana	Melhora, Ponte de Tábuas, Santa Rosa I, Carro Quebrado, Canarana, Cacoal, Capoeira, Ipiranga, Mucambo, São Manoel, Ferreira, Contenda, Cajueiro, Carangueijo, Santa Helena II.

Quadro 3. Comunidades quilombolas na bacia do rio Mearim

Fonte: Fundação Cultural Palmares, 2017.



As principais ações desenvolvidas pela FUNAI em gestão territorial e ambiental são: a elaboração e a implementação de Planos de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PGTAs), que são instrumentos de diálogo intercultural e de planejamento para a gestão das terras indígenas; a promoção e apoio ao controle social e participação indígena nas políticas públicas socioambientais; a articulação com órgãos ambientais federais, estaduais e municipais para apoiar a gestão das terras indígenas em interface com outras áreas protegidas; a formação e capacitação de gestores indígenas e não indígenas; o apoio à implementação dos diferentes mecanismos de pagamento por serviços ambientais; e o apoio a projetos de conservação e recuperação ambiental nas terras indígenas voltados à gestão de resíduos sólidos, recuperação de áreas degradadas, manejo ambiental, dentre outros.

A população indígena do Maranhão ocupa predominantemente a bacia hidrográfica do rio Mearim (Figura 38 A a D). Nessa perspectiva, as terras indígenas possuem função estratégica na conservação ambiental dessa bacia, e a FUNAI, na qualidade de coordenador da política indigenista, é uma instituição parceira importante na execução do PLANO NASCENTE MEARIM ao criar condições favoráveis à sobrevivência dos povos indígenas em suas respectivas reservas.

A população indígena do estado do Maranhão, segundo o Censo Demográfico do IBGE em 2010, era de 38.831 indígenas, sendo 29.621 (76,3%) localizados e domiciliados em terras indígenas, e 9.210 (23,7%) localizados/domiciliados fora dessas terras. Dados da FUNAI mostram que a presença indígena no Maranhão está estimada em 42.827 habitantes, como mostra o Quadro 4, e ocupa área total de 2.477.379,98 hectares.

Conforme o Quadro 4, a área indígena mais populosa é a Arariboia com população de 7.329 habitantes em uma área de 413.288 hectares. Essa terra indígena abrange os municípios de Amarante do Maranhão, Buriticupu, Arame, Bom Jesus das Selvas, Grajaú e Santa Luzia. A reserva Canabrava Guajajara é a segunda maior área com 137.329 hectares, onde vivem 7.158 habitantes, abrangendo os municípios de Barra do Corda e Grajaú.

Em sua maioria, os povos indígenas do Maranhão vivem basicamente do extrativismo e da caça, além do artesanato e de culturas de subsistência com o plantio de milho, feijão, mandioca e da produção de farinha.



Terras Indígenas (TI)	Etnia	Área Total (ha)	População Indígena	Municípios
Alto Turiaçu	Ka'apor	530.525	1.929	Centro do Guilherme, Zé Doca, Araganã, Maranhãozinho, Santa Luzia do Paruá, Centro Novo do Maranhão.
Arariboia	Guajá	413.288	7.329	Amarante, Buriticupu, Arame, Amarante do Maranhão, Bom Jesus das Selvas, Grajaú, Santa Luzia.
Awá	Guajá	116.583	891	São João do Caru, Governador Newton Bello, Centro Novo do Maranhão, Zé Doca.
Bacurizinho	Guajá	82.432	2.973	Grajaú.
Canabrava Guajajara	Tenetehara	137.329	7.158	Grajaú, Barra da Corda, Jenipapo dos Vieiras.
Caru	Tenetehara	172.667	379	Bom Jardim.
Geralda Toco Preto	Timbira	137.329	163	Arame, Itaipava do Grajaú.
Governador	Tenetehara, Gavião Pukobiê	41.644	1.058	Amarante do Maranhão.
Kanela	Kanela	125.212	1.865	Barra do Corda, Fernando Falcão.
Krikati	Krikati	144.756	1.700	Amarante do Maranhão, Lajeado Novo, Montes Altos, Sítio Novo.
Lagoa Comprida	Tenetehara	13.198	808	Itaipava do Grajaú, Jenipapo dos Veados.
Morro Branco	Tenetehara	48,98	587	Grajaú.
Porquinhos	Kanela	79.520	2.600	Barra do Corda, Fernando Falcão.
Rio Pindaré	Tenetehara	15.003	775	Bom Jardim, Monção.
Rodeador	Tenetehara	2.319	638	Barra do Corda.
Urucu/Juruá	Tenetehara	12.697	845	Itaipava e Grajaú.
Kanela Memortumré	Kanela	100.221	5.223	Barra do Corda, Fernando Falcão.
Porquinhos dos Canela Apãnjekra	Kanela	301.000	5.906	Barra do Corda, Fernando Falcão, Mirador, Formosa da Serra Negra.
Total	-	2.425.772	42.827	-

Quadro 4. Terras indígenas no estado do Maranhão

Fonte: Funai, 2017.

*A população DECLARADA da terra indígena Bacurizinho é 134.040 habitantes, sendo que deste total apenas 82.432 encontra-se em situação REGULARIZADA.



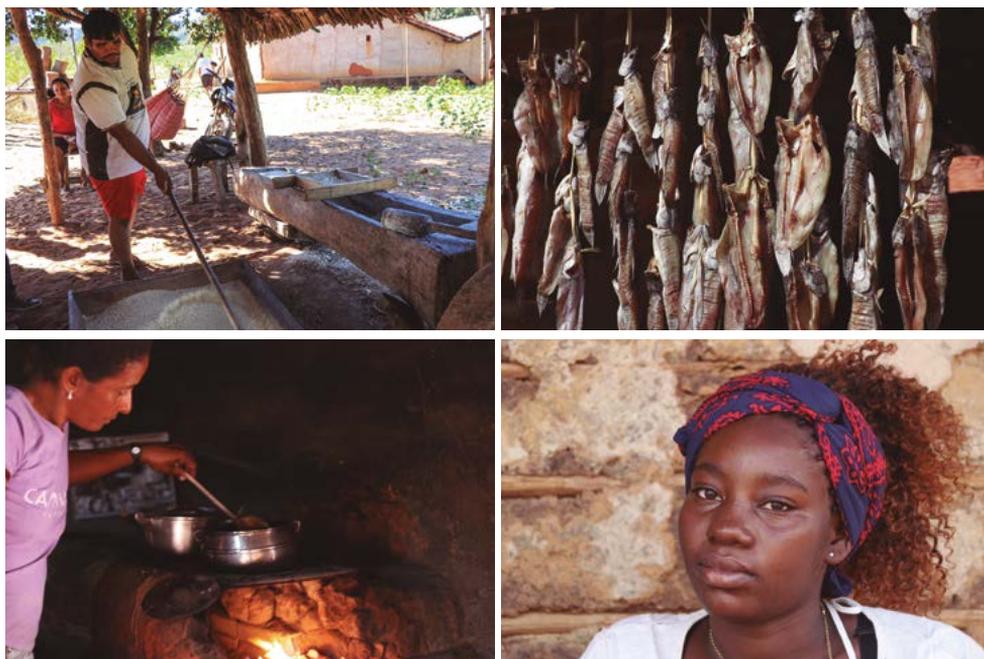


Figura 37 A a D. Povos e comunidades tradicionais quilombolas
Fonte: CODEVASF, 2017.



Figura 38 A a D. Povos e comunidades tradicionais indígenas
Fonte: CODEVASF, 2017.



No entanto, apesar da importante contribuição da bacia do rio Mearim na economia do estado do Maranhão, no processo de crescente integração da região com o mercado nacional e internacional, existem duas significativas ameaças ambientais:

1) A expansão da agropecuária nas áreas de preservação permanentes: nascentes, margens de rios e lagos, encostas e topo de morros.

Observa-se em grande parte da bacia a ocupação irregular; o avanço do desmatamento em importantes áreas de recarga de aquíferos, inclusive pelas áreas de nascentes e matas ciliares e o uso e manejo inadequado dos solos, principalmente em função das práticas agropecuárias inadequadas, que acarretam processos erosivos, salinização e, em alguns casos, formação de áreas desertificadas.

Estudos realizados a partir do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado do Maranhão, no ano de 2012, constatam que há 63 municípios integrantes das Áreas Susceptíveis à Desertificação – ASD, no Estado.

O processo de desmatamento para formação de lavouras e pastagens, caso não se adotem os cuidados necessários e haja alguma discordância com a legislação, acarreta diversos problemas como profunda alteração da paisagem natural, expressiva perda de biodiversidade, emissões de gases de efeito estufa, e contribui para um menor tempo de permanência das águas precipitadas no solo, acelerando escoamento superficial e os processos erosivos com o consequente assoreamento de nascentes, rios e igarapés (Figura 39 A e B; Figura 40 A e B).



Figura 39 A e B. Rio Grajaú entre os municípios de Satubinha e Bela Vista do Maranhão, respectivamente, em julho e setembro de 2017

Fonte: CODEVASF, 2017.



Figura 40 A e B. Desbarrancamento das margens do rio Mearim e queimada em área de recarga hídrica

Fonte: CODEVASF, 2017.



2) Contaminação das águas superficiais e subterrâneas

A água subterrânea é a principal fonte de abastecimento da população do estado do Maranhão, em especial nas regiões do interior, de clima semiárido, em que muitos rios são intermitentes (BRASIL, 2006).

Segundo Leite (2011 apud MARANHÃO, 2011, p. 19³), 97,2% das águas do Estado são subterrâneas e somente 2,8% são águas superficiais; 74% das sedes municipais são abastecidas exclusivamente por mananciais subterrâneos (poços), enquanto que 21% dos municípios são abastecidos com águas superficiais; os 5% restantes são abastecidos por sistemas híbridos, mananciais superficiais e subterrâneos.

Dentre todas as regiões hidrográficas do Brasil, a região Atlântico Nordeste Ocidental apresenta um dos menores índices de coleta de esgoto. Apenas 28% do esgoto é coletado, sendo que, de todo esgoto gerado, aproximadamente 8% é tratado antes de ser lançado nos corpos d'água (BRASIL, 2012 apud ANA, 2015⁴).

Na bacia do rio Mearim, a qualidade das águas superficiais encontra-se constantemente ameaçada por atividades antrópicas, que degradam o meio ambiente, tais como: falta de saneamento básico; lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais não tratados diretamente nos corpos d'água; uso intensivo de insumos agrícolas próximos às margens dos rios (Figura 41 A a D).

Essa condição mostra a necessidade de implantar, ampliar e melhorar os sistemas de tratamento de esgotos domésticos e industriais da região de São Luís e em algumas cidades e núcleos ribeirinhos. Nessas áreas, a contaminação das águas tem restringido outros usos, principalmente o abastecimento humano, a pesca, o lazer e o turismo.

A degradação ambiental coloca em risco a sobrevivência e a garantia da dignidade para que as pessoas permaneçam no meio rural, elevando os riscos de desabastecimento de água e alimentos, especialmente nos meios urbanos.

Com esta visão, o PLANO NASCENTE MEARIM propõe a mobilização e sensibilização dos múltiplos atores – produtores rurais, sociedade civil, instituições públicas e privadas, que participam do processo de uso e conservação de água, solo e recursos florestais – a concentrarem esforços visando à preservação e recuperação de nascentes na bacia hidrográfica do rio Mearim, como forma de garantir a preservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico sustentável da região.

3 LEITE, A. C. A oferta de água no Maranhão. Revista Água do Brasil, v.1, n.3, 2011.

4 BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2012. Brasília: SNSA/MCid, 2014. 164 p.



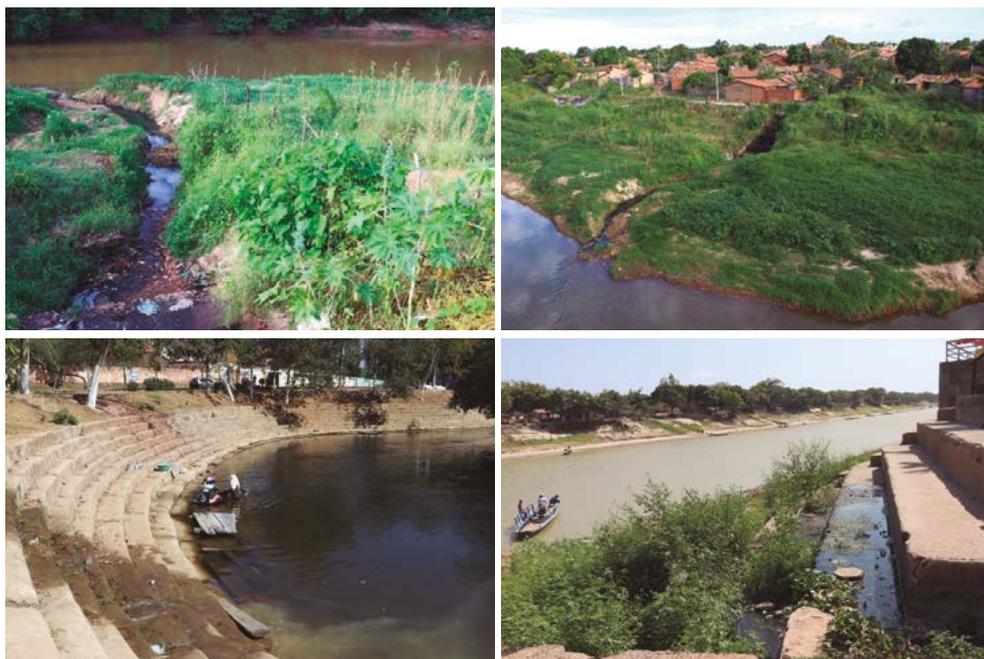


Figura 41 A a D. Lançamentos de esgoto nos rios Mearim, Corda e Pindaré
 Fonte: CODEVASF, 2017.

3.12 Gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Mearim

A Lei Federal nº 9.433/1997 - Lei das Águas - instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). O SINGREH tem como objetivo coordenar a gestão integrada das águas e é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH); pela Agência Nacional de Águas (ANA); pelos Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal (CONERH); pelas Secretarias Estaduais de Recursos Hídricos (SEMA); pelos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs); pelos órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; e pelas Agências de Água.

Instituiu também, como instrumento para a gestão dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, os Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas. O Plano de Recursos Hídricos constitui um documento programático que define a agenda de recursos hídricos de uma região, identificando ações de gestão, planos, programas, projetos, obras e investimentos prioritários dentro da perspectiva de construção de uma visão integrada dos usos múltiplos da água com o envolvimento de órgãos governamentais, da sociedade civil, dos usuários e das diferentes instituições que participam do gerenciamento dos recursos hídricos. Tem como objetivo estabelecer políticas de conservação, preservação e uso sustentável dos recursos naturais e pode ser constituído para bacias federais, estaduais, sub-bacias, microbacias etc.



Essa mesma Lei atribuiu ao CBH a competência para elaboração do Plano de Recursos Hídricos da bacia. Caso a bacia não tenha ainda Comitê constituído, cabe, para as bacias estaduais, à Secretaria de Recursos Hídricos ou ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos a sua elaboração.

O CBH é um órgão colegiado composto por representantes da sociedade civil, do poder público e usuários de água, com a função de promover de forma participativa a discussão e aprovação da Política Estadual Recursos Hídricos e elaborar e implementar o Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas.

Suas principais atribuições são: promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes; propor planos, programas e projetos para utilização dos recursos hídricos da respectiva bacia hidrográfica e aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia; acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; e decidir conflitos entre usuários atuando como primeira instância de decisão.

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mearim (CBH-Rio Mearim) foi instituído pela Lei Estadual nº 9.957, de 21 de novembro de 2013.

A Lei Estadual nº 8.149/2004, que trata da Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado do Maranhão, instituiu o Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos, composto pela SEMA/MA; pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão (CONSEMA/MA); pelos Comitês de Bacias Hidrográficas; e pelas Agências de Água.

O objetivo principal desse Sistema Estadual é a gestão integrada das águas e implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos. A Lei instituiu também, como instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e os Planos Diretores de Bacia Hidrográfica (PDRH). Ambos objetivam fundamentar e orientar a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e o gerenciamento destes recursos.

É atribuição do Estado a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos, em consonância com a Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, devendo, porém, ser previamente aprovado pelo CONSEMA/MA.

O Decreto Estadual nº 27.845/2011, em seu artigo 5º, para efeito do estabelecimento na Política Estadual de Recursos Hídricos, expõe que o estado do Maranhão está dividido em:

I- três Bacias Hidrográficas Federais:

- a) Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba;
- b) Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins;
- c) Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi.

II- sete Bacias Hidrográficas Estaduais:

- a) Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças;
- b) Bacia Hidrográfica do Rio Periaú;
- c) Bacia Hidrográfica do Rio Munim;
- d) Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru;
- e) Bacia Hidrográfica do Rio Mearim;
- f) Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu;
- g) Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.



III- dois Sistemas Hidrográficos Estaduais:

- a) Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental;
- b) Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses.

Dessa forma, a gestão das águas das bacias hidrográficas do estado do Maranhão é promovida por entidades da esfera federal e estadual que compõem o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos: ANA; CNRH; SEMA/MA; CONSEMA/MA; CBHs; os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos, e pelas Agências de Água.

O CNRH e a ANA participam, juntamente com CONERH, SEMA, e CBHs, das questões de gestão de bacias hidrográficas federais – bacias que abrangem mais de um estado, por exemplo, a bacia hidrográfica do Parnaíba que abrange áreas dos estados do Maranhão e do Piauí.

O CONERH, a SEMA/MA e os CBHs participam das questões de gestão de bacias hidrográficas estaduais – bacias inseridas na área do estado, por exemplo, a bacia do rio Mearim. A estrutura orgânica da SEMA/MA vinculam-se as Superintendências de: i) Gestão Florestal; ii) Fiscalização e Defesa dos Recursos Naturais; iii) Recursos Naturais; iv) Monitoramento; v) Desenvolvimento; e vi) Educação Ambiental. A Superintendência de Recursos Naturais, responsável pela emissão de outorga em formato de autorização de uso dos recursos naturais no âmbito do estado, constitui-se do Departamento de Planejamento e Estudos Hidrológicos, e do Departamento de Gestão de Bacias Hidrográficas.

No estado do Maranhão, a implementação do PERH e do PRH-Bacias Hidrográficas é importante e estratégico instrumento para gestão dos sistemas de recursos hídricos e gradualmente vem ganhando relevância. Esses Planos caracterizam e avaliam as bacias estaduais; examinam os investimentos previstos nas esferas federal, estadual e municipal; adaptam iniciativas estaduais a programas federais; reconhecem conflitos entre usuários e propõem encaminhamentos para superá-los; realinham prioridades, criando uma escala estadual que leve em conta as proposições dos planos das bacias e as hierarquizações ali contidas; consolidam fontes de recursos e integram as várias ações em um programa estadual de investimentos em recursos hídricos.

A bacia hidrográfica do Mearim não possui, até a presente data, Plano de Recursos Hídricos elaborado, mas encontra-se em andamento articulação entre CBH-Rio Mearim, Codevasf, SEMA/MA e Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) para contratação de empresa para sua elaboração.

O PERH harmoniza-se com os demais PRH-Bacias Hidrográficas, quando esses existem, e supre momentaneamente a ausência dos que ainda faltam, mas não os substitui. Ele deve ser uma leitura, pela ótica do estado, das oportunidades e dos problemas existentes no setor de recursos hídricos, podendo desse modo, identificar as carências dos setores afins, que possuam rebatimento sobre a disponibilidade hídrica (tanto pelo viés quantitativo quanto qualitativo) e propor compensações e estímulos para redução das desigualdades em termos de recursos hídricos entre as suas regiões.

A Lei Federal nº 12.196/2010 ampliou a área de atuação da Codevasf para as bacias hidrográficas dos rios Itapecuru e Mearim, no estado do Maranhão, e menciona em seu Art. 4º “que a Codevasf tem por finalidade o aproveitamento, para fins agrícolas, agropecuários e agroindustriais, dos recursos de água e solo dos vales dos rios São Francisco, Parnaíba, Itapecuru e Mearim, diretamente ou



por intermédio de entidades públicas e privadas, promovendo o desenvolvimento integrado de áreas prioritárias e a implantação de distritos agroindustriais e agropecuários, podendo, para esse efeito, coordenar ou executar, diretamente ou mediante contratação, obras de infraestrutura, particularmente de captação de água para fins de irrigação, de construção de canais primários ou secundários, e também obras de saneamento básico, eletrificação e transportes, conforme Plano Diretor em articulação com os órgãos federais competentes”.

Sendo assim, a Codevasf, mesmo que indiretamente, atua na gestão dos recursos hídricos das bacias de sua área de atuação, representando mais uma instituição na ação do desenvolvimento sustentável das bacias hidrográficas do Maranhão.

Por fim, o PERH, o PRH-Rio Mearim e o PLANO NASCENTE MEARIM devem desenhar um arranjo institucional e um mapa da sua implementação capaz de atender às necessidades da gestão conjunta dos recursos hídricos, associado a um conjunto de diretrizes operacionais para a sua condução. Nesse sentido, esforços e trabalhos conjuntos devem ser empenhados para sua efetivação.

O PLANO NASCENTE MEARIM é uma proposta da Codevasf em harmonia com as legislações federal e estadual norteadoras para a elaboração de planos hidroambientais, de vital importância para a gestão dos recursos naturais da bacia, sobretudo, na preservação e conservação dos recursos hídricos e seu atendimento nos usos múltiplos com quantidade e qualidade, incluindo aí as nascentes da bacia. Representa um importante catalizador das ações a serem implementadas no âmbito local, tendo como foco as propriedades rurais e as microbacias em que elas estão inseridas.





Índia Guajajara (5)



Savana Grajaú (6)

4 ASPECTOS LEGAIS

A partir de 1950 os países começaram a editar normas jurídicas mais rígidas destinadas à proteção do meio ambiente. Seguindo esse princípio foram criados ao longo da história do Brasil, diversos dispositivos legais que buscam disciplinar o uso dos recursos naturais objetivando a sustentabilidade da exploração desses recursos.

Para se ter uma melhor compreensão a respeito da dimensão jurídica que trata da preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Mearim é imprescindível uma revisão, ainda que breve, da evolução da legislação ambiental no âmbito da União, do estado do Maranhão e dos municípios que contemplam a bacia do rio Mearim.

Dos instrumentos no Brasil que delineiam as questões de uso e preservação do meio ambiente, e que apresentam relação direta com a proposta apresentada no PLANO NASCENTE MEARIM, merecem destaque:

a) Lei nº 1.806/1953:

Dispõe sobre o “Plano de Valorização Econômica da Amazônia”; cria a superintendência da sua execução e dá outras providências; menciona em seu Art. 2º que *“a Amazônia brasileira, para efeito de planejamento econômico e execução do plano definido nesta lei, abrange a região compreendida pelos estados do Pará e do Amazonas, pelos territórios federais do Acre, Amapá, Guaporé e Rio Branco, e ainda, a parte do estado de Mato Grosso a norte do paralelo 16º, a do estado de Goiás a norte do paralelo 13º e do Maranhão a oeste do meridiano de 44º”*.

A Amazônia brasileira passa a ser chamada de “Amazônia Legal”. Pela Lei nº 5.173/1966, a Lei Complementar nº 31/1977, e a Constituição Federal de 1988, novas áreas foram incorporadas à Amazônia Legal, que atualmente engloba os estados de Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, e parte de Goiás e do Maranhão. O Código Florestal Brasileiro apresenta um diferencial na preservação ambiental da Amazônia Legal ao ampliar as áreas destinadas para Reserva Legal das propriedades em relação aos demais biomas do Brasil.

b) Lei nº 4.771/1965 - Código Florestal, revogado pela Lei nº 12.651/2012 - Novo Código Florestal:

Estabelece a Política de Preservação das Florestas Nativas e, para efeito legal, conceitua as diferentes áreas existentes, dentre as quais destacamos:

I - Amazônia Legal: os estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso, e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do estado do Maranhão;

II - Área de Preservação Permanente – APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e



flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do Art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;

XII - vereda: fitofisionomia de savana, encontrada em solos hidromórficos, usualmente com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* – buriti emergente, sem formar dossel, em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas; (Redação pela Lei nº 12.727, de 2012);

XIII - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência fluviomarinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e de Santa Catarina;

XVII - nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água;

XVIII - olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;

XIX - leito regular: a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano;

XXI - várzea de inundação ou planície de inundação: áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas;

XXII - faixa de passagem de inundação: área de várzea ou planície de inundação adjacente a cursos d'água que permite o escoamento da enchente.

De acordo com o Art. 4º da referida Lei considera-se Área de Preservação Permanente (APP), em zonas rurais ou urbanas, as seguintes áreas:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular,... (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012);

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos



d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 metros; (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012);

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva em nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado. (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).

A mesma Lei menciona a obrigatoriedade de preservação da vegetação dessas áreas:

Art. 7º A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.

§ 1º Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei.

Art. 8º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previsto nesta Lei.



§ 1º A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública.

c) Lei nº 6.938/1981:

Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente que tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos alguns princípios, dentre os quais destacamos (Art. 2º):

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;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

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.

d) Constituição Federal de 1988:

Em seu Art. 225 estabelece que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao poder público e à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as atuais e futuras gerações”.

e) Lei nº 9.433/1997 – Lei das Águas:

Trata da Política Nacional de Recursos Hídricos e estabelece em seu Art. 1º - Alínea II que a “a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico”,... “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades”.

Em seu Art. 2º menciona que são objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.



f) Lei nº 9.605/1998 - Lei de Crimes Ambientais:

Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Menciona em seu Art. 38º que *"destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção: Pena - detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente"*.

g) Resolução nº 369/2006 - Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama):

Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social, ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APPs, com destaque para os seguintes artigos:

Art. 6º Independe de autorização do poder público o plantio de espécies nativas com a finalidade de recuperação de APP, respeitadas as obrigações anteriormente acordadas, se existentes, e as normas e requisitos técnicos aplicáveis.

Art. 11º Considera-se intervenção ou supressão de vegetação, eventual e de baixo impacto ambiental, em APP:

...

II - implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e efluentes tratados, desde que comprovada a outorga do direito de uso da água, quando couber;

III - implantação de corredor de acesso de pessoas e animais para obtenção de água.

h) Decreto nº 7.378/2010:

Aprova o Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal - Macro ZEE da Amazônia Legal, altera o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, e dá outras providências.

i) Resolução nº 429/2011 - Conama:

Apresenta metodologia de recuperação das APPs, e menciona que:

Art. 1º - Parágrafo único. A recuperação voluntária de APP com espécies nativas do ecossistema onde ela está inserida, respeitada metodologia de recuperação estabelecida nesta Resolução e demais normas aplicáveis, dispensa a autorização do órgão ambiental.

Art. 3º - A recuperação de APP poderá ser feita, isolada ou conjuntamente, pelos seguintes métodos: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

I - condução de regeneração natural de espécies nativas; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).



II - plantio de espécies nativas; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

IV - plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até 50% da área total a ser recomposta, no caso dos imóveis a que se refere o inciso V do caput do art. 3º. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

Art. 4º A recuperação de APP mediante condução da regeneração natural de espécies nativas, deve observar os seguintes requisitos e procedimentos:

I - proteção, quando necessário, das espécies nativas mediante isolamento ou cercamento da área a ser recuperada, em casos especiais e tecnicamente justificada;

II - adoção de medidas de controle e erradicação de espécies vegetais exóticas invasoras de modo a não comprometer a área em recuperação;

III - adoção de medidas de prevenção, combate e controle do fogo;

IV - adoção de medidas de controle da erosão, quando necessário;

V - prevenção e controle do acesso de animais domésticos ou exóticos;

VI - adoção de medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes.

Parágrafo único. Para os fins de indução da regeneração natural de espécies nativas também deverá ser considerado o incremento de novas plantas a partir da rebrota.

j) Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA):

Outro aspecto importante da Lei nº 12.651/2012, e que tem estreita relação com o PLANO NASCENTE MEARIM, é a instituição do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e do Programa de Regularização Ambiental (PRA).

O CAR é um registro eletrônico, obrigatório para todos os imóveis rurais, que tem por finalidade integrar as informações ambientais referentes à situação das áreas de APPs, das áreas de Reserva Legal, das florestas e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito, e das áreas consolidadas das propriedades e posses rurais do País.

Ao inscrever a propriedade no CAR as informações sobre a situação ambiental da propriedade são armazenadas no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), regulamentado pelo Decreto nº 7.830/2012. A propriedade rural que esti-



ver ambientalmente irregular perante a Lei nº 12.651/2012, depois de inscrita no CAR poderá aderir ao PRA, mediante Termo de Compromisso. O PRA compreende um conjunto de ações ou iniciativas a serem desenvolvidas por proprietários e posseiros rurais com o objetivo de adequar e promover a regularização ambiental:

§ 9º. A existência das situações previstas no caput deverá ser informada no CAR para fins de monitoramento, sendo exigida, nesses casos, a adoção de técnicas de conservação do solo e da água que visem à mitigação dos eventuais impactos. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

§ 10. Antes mesmo da disponibilização do CAR, no caso das intervenções já existentes, é o proprietário ou possuidor rural responsável pela conservação do solo e da água, por meio de adoção de boas práticas agronômicas. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

As ações de recuperação ambiental necessárias à regularização das propriedades serão definidas em Projetos de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas (PRAD), devendo ser concluídas de acordo com o cronograma previsto no Termo de Compromisso:

§ 11. A realização das atividades previstas no caput observará critérios técnicos de conservação do solo e da água indicados no PRA previsto nesta Lei, sendo vedada a conversão de novas áreas para uso alternativo do solo nesses locais. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

§ 14. Em todos os casos previstos neste artigo, o poder público, verificada a existência de risco de agravamento de processos erosivos ou de inundações, determinará a adoção de medidas mitigadoras que garantam a estabilidade das margens e a qualidade da água, após deliberação do Conselho Estadual de Meio Ambiente ou de órgão colegiado estadual equivalente. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

No estado do Maranhão os principais instrumentos legais pertinentes aos recursos naturais compreendem:

1) Decreto nº 7.641/1980:

Cria o Parque Estadual do Mirador, sendo que em seu Art. 1º possui uma área estimada em 700.000 ha. Estabelece em seu Art. 7º - que estão terminantemente proibidos os usos diretos, com quaisquer finalidades, dos recursos naturais da área, ressalvando-se as atividades científicas devidamente autorizada pela autoridade competente.

Em 2009, por meio da Lei nº 8.958/2009 o caput do Art. 1º do Decreto nº 7.641/80 passa a ter a seguinte redação: *“Art. 1º Fica criado o Parque Estadual de Mirador, com uma área de 766.781,00 ha, vinculado administrativamente à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Naturais”*.



2) Constituição do Estado do Maranhão de 1989:

A proteção do meio ambiente está previsto no Art. 239 da Constituição Estadual, que menciona que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade da vida, impondo-se a todos, e em especial ao Estado e aos Municípios, o dever de zelar por sua preservação e recuperação em benefício das gerações atuais e futuras”.

3) Lei Estadual nº 5.405/1992:

Principal instrumento de proteção do meio ambiente que institui o Código de Proteção de Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e o Uso Adequado dos Recursos Naturais do Estado do Maranhão, e tem por finalidade a preservação, conservação, defesa, recuperação e melhoria do meio ambiente, como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, observados os seguintes princípios:

I - melhorar e preservar a qualidade ambiental, assegurando condições de desenvolvimento do estado, sem prejuízo para a vida humana;

II - manter o equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente protegido;

III - estabelecer critérios e padrões de qualidade ambiental e de uso e manejo dos recursos naturais;

IV - organizar e utilizar adequadamente o solo urbano a rural, com vista a compatibilizar sua ocupação com as condições exigidas para a conservação e melhoria da qualidade ambiental;

V - promover incentivos fiscais e orientar atividades sociais, para a manutenção do equilíbrio ecológico;

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino, adotando medidas voltadas à conscientização ecológica, para a defesa ambiental.

d) Lei Estadual nº 8.149/2004

Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídrico e traz uma leitura da Política Nacional de Recursos Hídricos para o estado do Maranhão ao considerar que a *“água é um bem público...”* e *“dotado de valor econômico”*.

E dentre as normas suplementares do Estado, e importantes instrumentos que também subsidiam a implantação do PLANO NASCENTE MEARIM, podemos destacar:

- **Lei nº 9.985/2000:** Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC): 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 nº 8.528/2006:** Dispõe sobre a Política Florestal e de Proteção à Biodiversidade no estado do Maranhão.
- **Decreto nº 123.170/2007:** Regulamenta o Capítulo I da Lei nº 8.598, de 04 de maio de 2007, que instituiu o Cadastro de Atividade Florestal (CAF), composto pelo Cadastro de Exploradores e Consumidores de Produtos Florestais do Estado do Maranhão (CEPROF/MA) e o Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais do Estado do Maranhão (SISFLORA/MA), e dá outras providências.
- **Lei nº 8.923/2009:** Institui a Política Estadual de Saneamento Básico – PESB, e disciplina o convênio de cooperação entre entes federados para autorizar a gestão associada de serviços públicos de saneamento básico e dá outras providências.
- **Lei nº 9.279/2010:** Institui a Política Estadual de Educação Ambiental e o Sistema Estadual de Educação ambiental do Maranhão.
- **Lei nº 9.413/2011:** Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza do Maranhão – SEUC e dá outras providências.
- **Decreto nº 27.845/2011:** Regulamenta a Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, com relação às águas superficiais, e dá outras providências.
- **Decreto nº 28.008/2012:** Regulamenta a Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004 e a Lei nº 5.405, de 08 de abril de 1992, com relação às águas subterâneas e dá outras providências.
- **Resolução CONSEMA 003/2013:** Define critérios básicos e a tipologia das atividades sujeitas ao licenciamento ambiental promovido pelos municípios.
- **Decreto nº 8.044/2015:** Dispõe sobre o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba e a criação de seu Comitê Gestor.

No âmbito municipal no estado do Maranhão, apesar dos municípios apresentarem competência para legislar conforme reza o Art. 30 (incisos I e II) da Constituição Federal de 1988, poucos são os que apresentam legislação municipal específica na área de meio ambiente, e quando existe estão inseridas na Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município, na Lei Orgânica do Município, e no Plano Diretor.

Depreende-se das disposições acima que a consolidação das políticas ambientais no Brasil também depende da sistematização de instrumentos legais (leis e suas normatizações), pois estes fortalecem as ações ambientais no país.

A delimitação, uso, ocupação, preservação e a recuperação de nascentes, que constituem objeto de preservação no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM, encontram-se amparados em primeiro plano nos termos do novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) que dispõe sobre a preservação da vegetação nativa, e estabelece normas gerais sobre a proteção das APP; áreas de Reserva Legal (RL); a exploração florestal; o suprimento de matéria-prima florestal; o controle da origem dos produtos florestais; o controle e prevenção dos incêndios florestais.

Cabe aos usuários deste PLANO NASCENTE MEARIM, sempre que necessário, promover práticas conservacionistas de uso e ocupação do solo, e tomarem conhecimento das políticas públicas e legislação pertinente à recuperação de áreas degradadas no âmbito federal, estadual e municipal.



É oportuno ainda registrar que, a respeito das definições apresentadas pela Lei nº 12.651/2012, o presente plano, apesar de não diferenciar em seu título, contemplará a execução de intervenções em nascentes, veredas, e em olhos d'água e pontos de afloramento considerados intermitentes, comuns em períodos de estiagem prolongada.





Vereda na Serra da Menina (7)



Palmeira de Buriti (8)

5 BASES TEÓRICAS

A conservação de nascentes exige, além da regeneração das características ambientais, a recuperação e o manejo dos cursos de água degradados, de forma a controlar os processos erosivos (PARANHOS, 2012). A definição das estratégias de recuperação de nascentes apresentam diferentes especificidades quanto às metodologias - práticas edáficas, vegetativas, e mecânicas - a serem utilizadas, principalmente devido ao gradiente de umidade do solo.

Assim, entender conceitos e temas aplicados ao ciclo hidrológico, à bacia hidrográfica, às nascentes, e às estratégias de controle de processos erosivos promove o conhecimento técnico necessário para a conservação da água, do solo e de recursos florestais, de áreas de recarga hídrica, do lençol freático, de áreas de ocorrência de nascentes (MOTTA; GONÇALVES, 2016).

5.1 Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico é a representação dos diferentes caminhos que a água percorre na natureza. Entender esse processo é importante para que se possa fazer uma gestão sustentável dos recursos naturais (Figura 42).

O ciclo hidrológico, ou ciclo da água, é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado, fundamentalmente, pela energia solar, associada à gravidade e à rotação terrestre (TUCCI, 2000).

O conceito de ciclo hidrológico, segundo Carvalho e Silva (2006), se refere ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados físicos que ocorre entre os oceanos, as calotas de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas, e a atmosfera. Esse movimento é permanente e mantido pelo Sol, que fornece a energia para elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera (evaporação), e pela força da gravidade, que faz com que a água condensada caia (precipitação), e que, uma vez na superfície, circule na direção das partes mais baixas da paisagem, através de linhas de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial), ou se infiltre nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fendas e fraturas (escoamento subterrâneo).



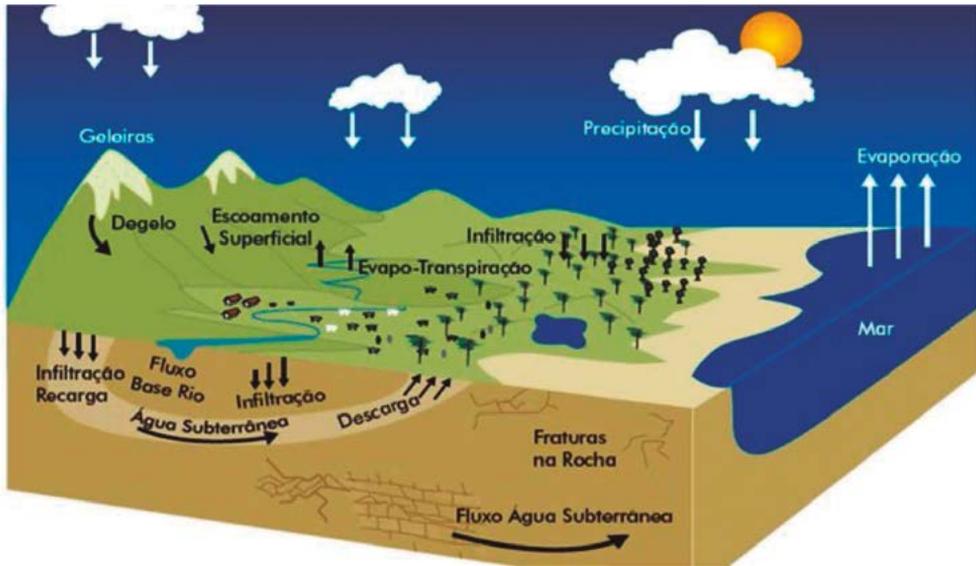


Figura 42. Ciclo Hidrológico

Fonte: Fonte: BRASIL, [201-]⁵.

A água que continua a infiltrar e atinge a zona saturada entra na circulação subterrânea e contribui para o aumento da água armazenada (recarga dos aquíferos) e para a vazão dos rios por meio de um fluxo subterrâneo, ou retorna à superfície em determinados pontos da superfície da bacia hidrográfica na forma de nascentes. A água subterrânea pode ser também descarregada diretamente no oceano.

As nascentes são, portanto, locais ou pontos da bacia hidrográfica onde a água infiltrada e armazenada nos lençóis e/ou aquíferos, no decorrer do ciclo hidrológico, volta à superfície para formar riachos, rios, fontes, lagos e veredas.

Nem toda a água precipitada alcança a superfície terrestre, já que uma parte, na sua queda, pode ser interceptada pela vegetação e volta a evaporar. A água que se infiltra no solo é sujeita à evaporação direta para a atmosfera e é também absorvida pela vegetação que, através da transpiração, devolve à atmosfera. Esse processo, chamado evapotranspiração, ocorre no topo da zona não saturada, ou seja, na zona onde os espaços entre as partículas de solo contêm tanto ar como água (CARVALHO; SILVA, 2006).

A quantidade de água e a velocidade com que ela circula nas diferentes fases do ciclo hidrológico são influenciadas por diversos fatores como, por exemplo, a cobertura vegetal, altitude, topografia, temperatura, tipo de solo e geologia.

A ocupação e o uso do solo das bacias hidrográficas pelo homem interferem diretamente em elementos importantes do ciclo hidrológico, como infiltração, escoamento superficial e nas taxas de evapotranspiração e, a depender da forma como se dá essa alteração da paisagem, poderá trazer consequências positivas

5 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ciclo hidrológico: água subterrânea e o ciclo hidrológico. [201-]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/agua/recursos_hidricos/aguas_subterraneas/ciclo_hidrolologico>. Acesso em: 29 jan. 2018.



ou negativas para a quantidade e qualidade da água disponível nas nascentes e cursos d'água, no meio rural e no meio urbano.

Segundo informações da "Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica", elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente (2006), a interface entre solo-vegetação-atmosfera tem influência no ciclo hidrológico que na maioria das vezes são positivas, sendo que nos ambientes naturais há o equilíbrio hidroambiental da bacia. Por outro lado, o uso e ocupação do solo geralmente causam mudanças no ciclo hidrológico, por exemplo, o desmatamento de grandes áreas causa o aumento da absorção de radiação, aumento da flutuação de temperatura, diminuição da evaporação devido à redução da interceptação vegetal, modificações na umidade das camadas do solo, aumento no escoamento superficial, e diminuição da evapotranspiração.

5.2 Conceito de bacia hidrográfica

Segundo Barrella et al. (2001) bacia hidrográfica pode ser definida como um conjunto de terras delimitadas por divisores topográficos localizados nas partes mais altas do relevo, drenadas por um rio principal e seus afluentes, onde as águas pluviais, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação do lençol freático e de nascentes, de tal modo que toda vazão efluente desse sistema seja descarregada por uma única saída (exutório), Figura 43 A e B.

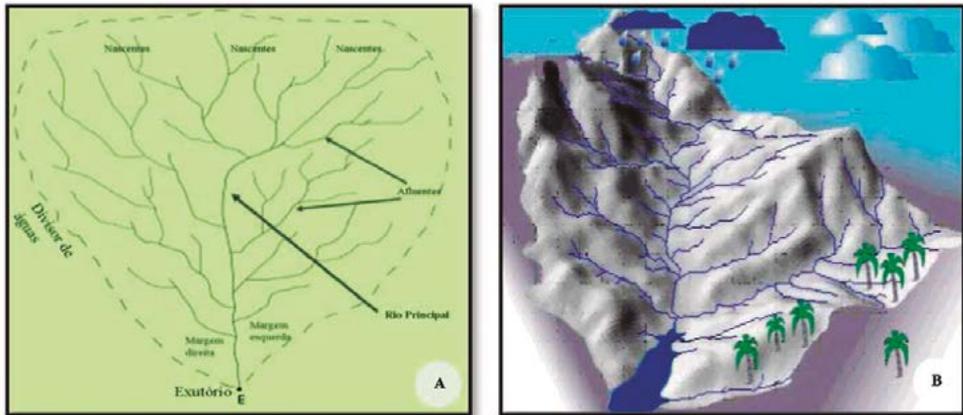


Figura 43 A e B. Esquema de representação de bacia hidrográfica: planificada (A) e tridimensional (B)

Fonte: SEMARH-SE, 2014⁶.

Essas terras, individualizadas pelos seus divisores ou seu interflúvio, fazem a recepção natural das águas das chuvas de modo que a água que precipita fora da área de uma bacia não contribui para o escoamento na seção da mesma, mas de outra bacia adjacente. No interior da bacia hidrográfica os desníveis dos terrenos orientam os rumos da água sempre da posição mais alta para a mais baixa do relevo.



A parcela da água das chuvas que se abate sobre a área de uma bacia, chamada de precipitação efetiva, transforma-se em escoamento superficial e escoamento subterrâneo no seu interior e, por meio da rede hidrográfica, ou rede de drenagem, que é formada por diversos cursos d'água, formam um rio principal. O rio principal da bacia recebe a contribuição dos seus afluentes e dos rios que deságuam nestes últimos, que são chamados subafluentes (Figura 44).



Figura 44. Redes de drenagem em bacias hidrográficas

Fonte: http://web2.ufes.br/educacaodocampo/down/cdrom1/iii_07.html

Em uma bacia hidrográfica ocorrem os processos de infiltração, armazenamento de águas subterrâneas, evapotranspiração, escoamento e formação de cursos d'água superficiais (riachos, ribeirões e rios). Na bacia hidrográfica, portanto, se processam todos os elementos da etapa continental do ciclo hidrológico.

Outro aspecto importante sobre uma bacia hidrográfica é que esta forma uma rede hidrográfica, ou seja, um conjunto de rios dispostos em hierarquias.

Uma das formas mais conhecidas de classificação de bacias hidrográficas foi proposta por Strahler (1952), segundo a qual os rios de primeira ordem correspondem aos pequenos cursos formados pelas nascentes, onde o volume de água ainda é baixo. Os rios de segunda ordem correspondem à junção de dois ou mais rios de primeira ordem e os rios de terceira ordem, à junção de dois de segunda, assim sucessivamente, formando uma hierarquia, cujo rio principal pode ter uma ordem de dezenas (Figura 45 A e B).



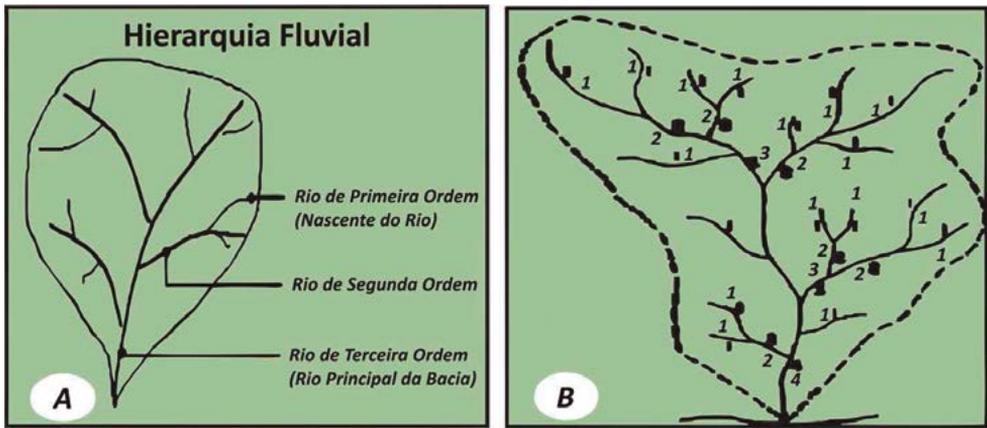


Figura 45 A e B. Hierarquização de cursos d'água numa bacia (A e B), segundo Sthaler

Fonte: Adaptado de STRHALER, 1957.

O engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter propôs, na década de 1980, um método de classificação mais robusto, que foi oficialmente adotado no Brasil por meio da resolução CNRH nº 30/2002 e desde então é utilizado em diversos países como Austrália, Peru, Estados Unidos, entre outros.

O método Pfafstetter se baseia na topologia da rede de drenagem e na área da bacia de contribuição de cada rio (Figura 46). Ao subdividir a bacia hidrográfica, qualquer que seja o seu tamanho, determinam-se os quatro maiores afluentes do rio principal, em termos da área de suas bacias hidrográficas, aos quais são atribuídos os Algarismos Pares (2, 4, 6 e 8), de jusante para montante.

Os demais tributários do rio principal são agrupados nas denominadas "interbacias", que recebem, no mesmo sentido, os Algarismos Ímpares. Cada bacia e interbacia pode ser subdividida da mesma forma. Por exemplo, a bacia 2 será subdividida nas bacias 22, 24, 26 e 28 e interbacias 21, 23, 25, 27 e 29. Da mesma forma, a interbacia 3 será subdividida nas bacias 32, 34, 36 e 38 e nas interbacias 31, 33, 35, 37 e 39. Esta subdivisão pode continuar de forma contínua, conforme os detalhes da informação básica e da cartografia disponível.



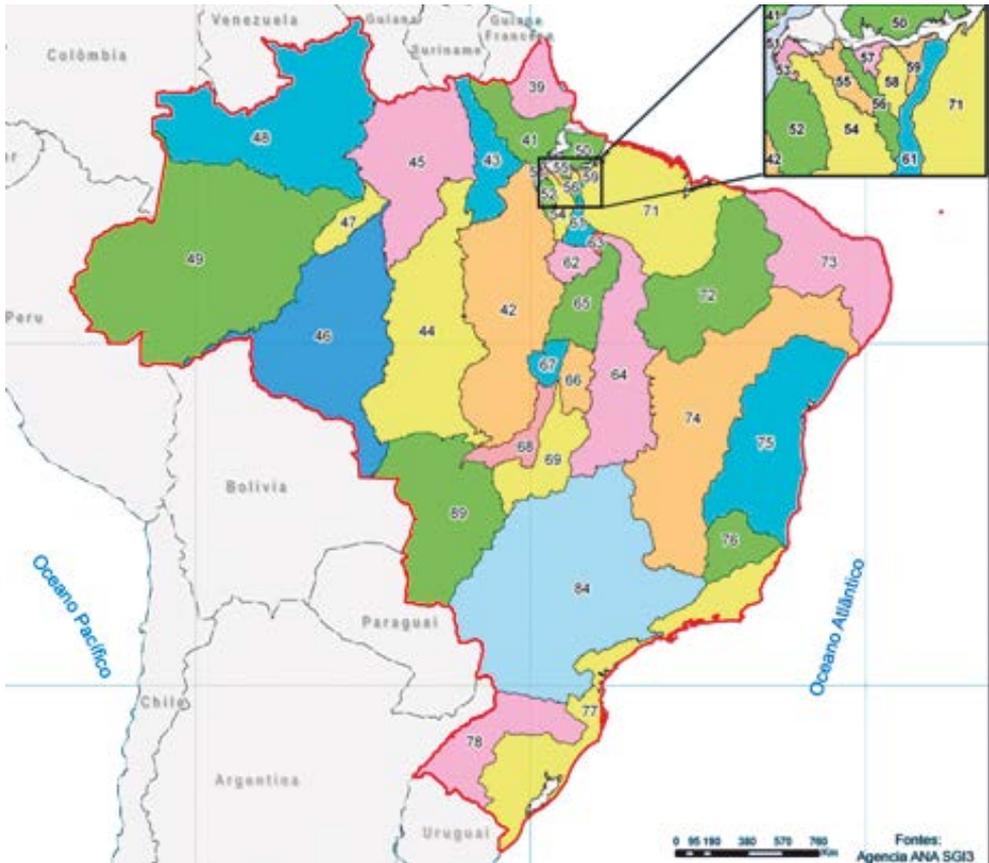


Figura 46. Hierarquização de cursos d'água numa bacia segundo Otto Pfafstetter
Fonte: ROMEIRO, 2012⁸.

Podemos destacar como vantagens do método permitir que, conhecendo-se apenas o código de uma bacia (ou interbacia), seja possível inferir quais aquelas relacionadas que estão à montante e à jusante, independentemente do nível de detalhamento (subdivisão) em que esteja facilitando a modelagem computacional e inferências de parâmetros relacionados à gestão de recursos hídricos.

Os conceitos de sub-bacia e microbacia, portanto, são muito importantes para a compreensão de uma bacia hidrográfica. Apesar de não haver um consenso na literatura técnico-científica a respeito dessas definições, considera-se que as microbacias são bacias menores que formam as sub-bacias, e cujos rios ou riachos são tributários do rio principal da sub-bacia.

As sub-bacias, por sua vez, assumem o papel de tributários ou afluentes, e deságuam diretamente no rio principal da bacia hidrográfica. Os principais tributários do rio Mearim pela margem direita são o rio Corda e o rio Flores; e pela margem esquerda são o rio Pindaré e o rio Grajaú, que deságuam próximo ao terço final do rio Mearim, com importante contribuição à sua vazão.

8 ROMEIRO, Francisco. **Monitoramento da qualidade de água**. Brasília, 2012. Slide 18. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/2821038/>>. Acesso em: 29 jun. 2017.



A paisagem de uma bacia hidrográfica é dividida, normalmente, em três zonas hidrogeodinâmicas, segundo Hollanda *et al.* (2012):

1) Zonas de recarga

São normalmente áreas com solos profundos e permeáveis, com relevo suave, sendo fundamentais para o abastecimento dos lençóis freáticos. Nas diferentes bacias hidrográficas essas áreas podem ser constituídas pelas planícies e chapadas. Essas áreas devem, dentro do possível, ser mantidas sob vegetação nativa, uma vez que as mesmas exercem uma grande influência sobre a redistribuição da água das chuvas (Figura 47).

Se essas áreas forem utilizadas e ocupadas com atividades agropecuárias, a função de recarga pode ser prejudicada pela impermeabilização decorrente da compactação do solo pela mecanização agrícola e pisoteio pelo gado. O uso indiscriminado de agroquímicos pode levar à contaminação do lençol freático por serem esses produtos carregados pelas águas que infiltram no solo.



Figura 47. Área de recarga hídrica com vegetação nativa

Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/2821038/>⁹

2) Zonas de erosão

Encontram-se imediatamente abaixo das áreas de recarga, onde se distribuem as vertentes em declives e comprimentos de rampas favoráveis a processos erosivos, e que podem ser acelerados pelo uso impróprio do solo. Nessas áreas o escoamento superficial tende a predominar sobre o processo de infiltração. Po-



dem ser cultivados com lavouras e pastagens, desde que sistemas de controle à erosão sejam implantados, com a finalidade de se reduzir o escoamento superficial e aumentar a infiltração, de forma que os comprimentos de rampas sejam seccionados através de faixas vegetativas de retenção, terraços, bacias de captação, cordões em contorno e outras medidas adequadas a cada situação e condições climáticas.

Essas áreas são as principais contribuintes para o carreamento de sedimentos para os cursos d'água e reservatórios, podendo causar assoreamento e elevação da turbidez das águas superficiais, com consequências adversas, tais como a diminuição da profundidade dos rios, o aumento das perdas hídricas (evaporação) e até o desaparecimento de nascentes, entre outras (Figura 48).



Figura 48. Erosão próxima a nascente

Fonte: CODEVASF, 2017.

3) Zonas de sedimentação

Segmento mais baixo das bacias hidrográficas, são as planícies fluviais, vulgarmente denominadas várzeas, que constituem a zona de sedimentação nas bacias hidrográficas. Principalmente nas regiões mais acidentadas essas planícies são utilizadas para uso agropecuário, especialmente para a agricultura familiar. Entretanto, nos períodos de chuva algumas dessas planícies apresentam sérios riscos de inundações que podem inviabilizar a instalação de infraestruturas e residências, bem como na utilização agropecuária. Pelo fato do lençol freático situar-se muito próximo à superfície, cuidados redobrados são exigidos quanto à instalação de fossas sanitárias, aplicação de agroquímicos, acesso de animais à água etc (Figura 49).





Figura 49. Acúmulo de sedimentos em planície fluvial

Fonte: CODEVASF, 2017.

5.3 Nascentes

A Lei Federal nº 12.651/2012 define NASCENTE como o “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água”, e OLHO D’ÁGUA como afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente.

Segundo Valente e Gomes (2004) nascentes são manifestações, em superfície, da água subterrânea armazenada em uma zona de saturação do perfil do solo, normalmente sustentada por uma camada geológica inferior e impermeável. As nascentes podem dar origem a pequenos cursos d’água e, quando isso ocorre, esses cursos constituem os córregos que se juntam adiante para formar riachos e ribeirões e que voltam a se juntar para formar os rios de maior porte. É assim que surgem tanto os pequenos quanto os grandes rios, por exemplo: Amazonas, Itapecuru, Mearim e São Francisco.

Nascentes podem também ser definidas como um “momento” do ciclo hidrológico em que a água infiltrada retorna à superfície. Dentro de uma bacia hidrográfica a água das chuvas apresenta os seguintes destinos: parte é interceptada pelas plantas, evapora e volta para a atmosfera; parte esco superficialmente formando as enxurradas e, através de um córrego ou rio, abandona rapidamente a bacia.

Outra parte, a de maior interesse, é aquela que se infiltra no solo onde uma parcela é temporariamente retida nos espaços porosos, uma parte é absorvida pelas plantas ou evaporada através da superfície do solo, e a última alimenta os



aquíferos que constituem o horizonte saturado do perfil do solo, e que origina as nascentes (LOUREIRO, 1983).

Essa região saturada pode situar-se próxima à superfície ou a grandes profundidades, e a água ali presente pode estar ou não sob pressão. De acordo com Calheiros et al. (2004) quando a região saturada se localiza sobre uma camada impermeável e possui uma superfície livre sem pressão, a não ser a atmosférica, tem-se o chamado lençol freático ou lençol não confinado. Quando se localiza entre camadas impermeáveis e condições especiais que façam a água movimentar-se sob pressão, tem-se o lençol artesianos ou lençol confinado, que originam os chamados poços artesianos.

Hidrogeologicamente, em sua expressão mais comum, lençol freático é uma camada saturada de água no subsolo, cujo limite inferior é outra camada impermeável, geralmente se tratando de um substrato rochoso. Comumente, sua formação é local e este é delimitado pelos contornos da bacia hidrográfica e se origina das águas de chuva que se infiltram através das camadas permeáveis do terreno até encontrar uma camada impermeável ou de permeabilidade muito menor que a superior (CALHEIROS et al., 2004).

Esse local fica em equilíbrio com a gravidade, satura os horizontes de solos porosos logo acima, deslocando-se de acordo com a configuração geomorfológica do terreno e a permeabilidade do subsolo (Figura 50).

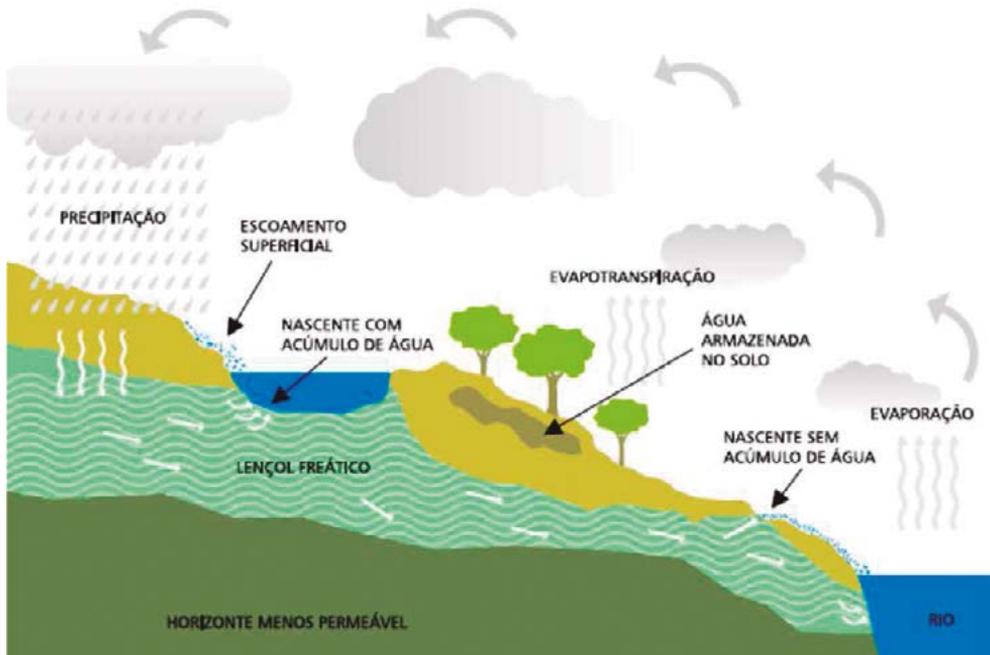


Figura 50. Formação do lençol freático

Fonte: CALHEIROS et al., 2004.



Nascentes podem estar localizadas em encostas ou depressões do terreno, ou ainda, no nível de base representado pelo curso d'água local; podem ser PERENES (de fluxo contínuo), TEMPORÁRIAS (de fluxo apenas na estação chuvosa), e EFÊMERAS (surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas).

É importante ressaltar que nem todas as manifestações superficiais dos lençóis subterrâneos chegam a formar cursos d'água, pois podem ficar simplesmente formando poças ou lagos, ou também formar as veredas (CALHEIROS et al. 2004).

As nascentes são classificadas em três tipos de acordo com o que ocorre com a água ao aflorar do solo: segundo Kleerekoper (1944), são chamadas REOCRENO nascentes cuja água ao sair do solo forma imediatamente um riacho; LIMNOCRENO nascentes que formam poça sem correnteza em toda a massa de água; e HELOCRENO nascentes cuja área se espalha em uma superfície extensa de solo, formando um brejo sem superfície de água livre (Figura 51).

Segundo Linsley e Franzini (1978) quando a descarga de um aquífero concentra-se em uma pequena área localizada tem-se a nascente ou olho d'água.

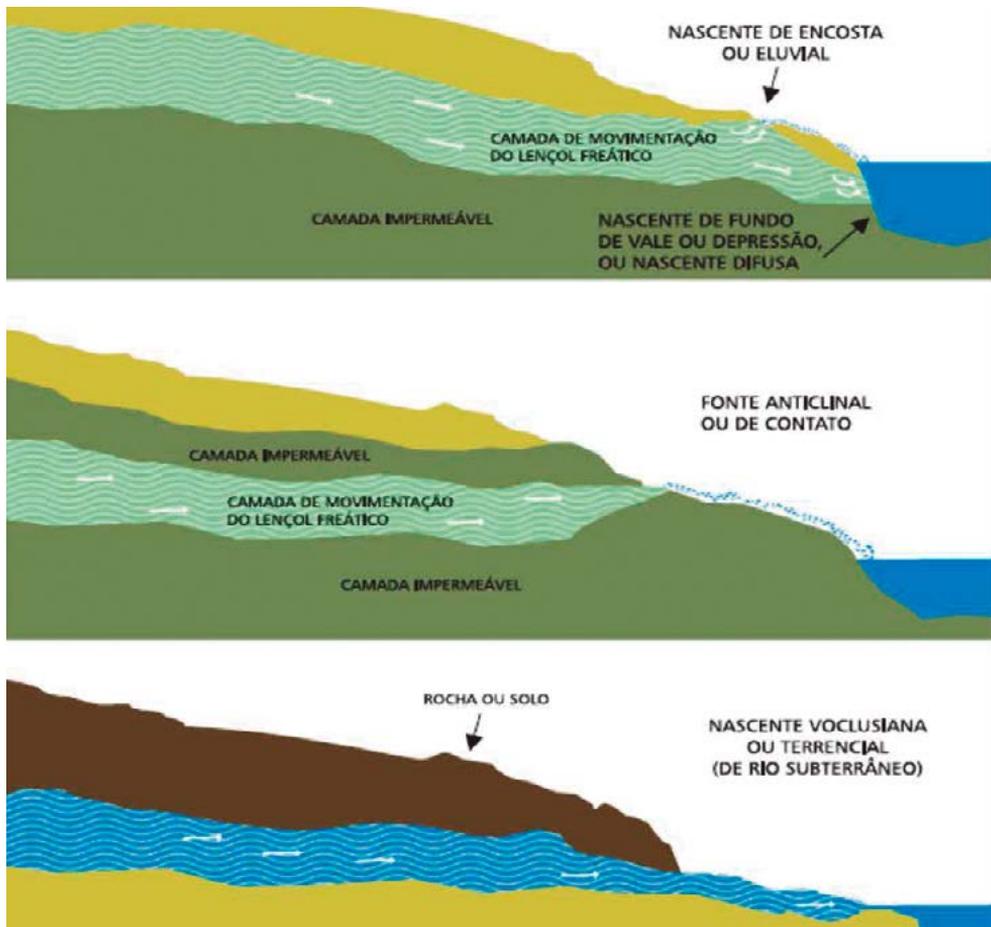


Figura 51. Tipos mais comuns de nascentes originárias de lençol não confinado: de encosta, de fundo de vale, de contato e de rio subterrâneo

Fonte: LINSLEY; FRANZINI, 1978.



Esse pode ser o tipo de nascente SEM ACÚMULO D'ÁGUA INICIAL, comum quando o afloramento ocorre em um terreno declivoso, surgindo em um único ponto em decorrência da inclinação da camada impermeável ser menor que a da encosta. São exemplos desse tipo, as nascentes de encosta e de contato (Figura 52).



Figura 52. Nascente sem acúmulo inicial - riacho do Ouro na Serra Negra

Fonte: CODEVASF, 2017.

Por outro lado, quando a superfície freática ou um aquífero artesiano interceptar a superfície do terreno e o escoamento for espreado numa área, o afloramento tenderá a ser difuso formando um grande número de pequenas nascentes por todo o terreno, originando as VEREDAS (Figura 53).

Se a vazão for pequena poderá apenas molhar o terreno, caso contrário, poderá originar nascente do tipo COM ACÚMULO INICIAL, comum quando a camada impermeável fica paralela à parte mais baixa do terreno e, estando próximo à superfície, acaba por formar um lago. Esse tipo de nascente é representado pelas nascentes de fundo de vale e as originárias de rios subterrâneos (Figura 54).





Figura 53. Vereda na cabeceira do rio Mearim

Fonte: CODEVASF, 2017.



Figura 54. Nascente com acúmulo inicial na bacia do rio Mearim

Fonte: CODEVASF, 2017.



Quanto à vazão, a classificação de nascentes possui grande variabilidade que estão relacionadas às características de clima, da região, e da natureza de formação dessas nascentes (CABRAL DA SILVA et al., 2011). Valente e Gomes (2005) apresentam uma classificação bastante difundida, proposta por Meinzer (1923), a qual organiza as nascentes em classes definidas em função dos valores absolutos de suas vazões, representados em litros por minuto (Quadro 5).

Classe da Nascente	Vazão (litros / min.)
1	>170.000
2	17.000 – 170.000
3	1.700 – 17.000
4	380 – 1.700
5	38 – 380
6	4 – 38
7	0,6 – 4
8	< 0,6

Quadro 5. Classificação de nascentes quanto à vazão

Fonte: MEINZER (1923 apud VALENTE; GOMES, 2005).

A nascente ideal é aquela que fornece água de boa qualidade, abundante e contínua, localizada próxima do local de uso, e de cota topográfica elevada, possibilitando sua distribuição por gravidade, sem gasto de energia. Apesar da importância que tem a quantidade de água produzida pela nascente é preciso que ocorra com distribuição constante, ou seja, a variação da vazão situe-se dentro de um mínimo adequado ao longo do ano.

Esse fato implica que a bacia não deve funcionar como um recipiente impermeável, escoando em curto espaço de tempo toda a água recebida durante uma precipitação pluvial. Ao contrário, a bacia deve absorver boa parte dessa água através do solo, armazená-la em seu lençol subterrâneo e cedê-la, aos poucos, aos cursos d'água por meio das nascentes, sobretudo nos períodos de seca.

Fica evidente, nesse contexto, a importância do uso e do manejo adequado do solo e da água no interior de uma bacia hidrográfica, uma vez que o mecanismo de surgimento e abastecimento de uma nascente é influenciado pelo uso e ocupação do ambiente pela ação antrópica, podendo interagir negativamente ou favoravelmente sobre a disponibilidade de água.

No âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM adota-se o conceito da Lei nº 12.651/2012 e utilizam-se os conceitos acima citados para exemplificar diferentes conceitos adotados para nascentes.

É importante, porém, que, além da caracterização da APP, a classificação do estágio de conservação das nascentes para fins de avaliação de estratégias de recuperação considere a análise integrada do uso e ocupação do solo das propriedades onde estas se localizam.

Quanto ao estado de conservação ou de degradação, ainda que não haja padrão definido na literatura científica, as nascentes são normalmente classificadas como: preservadas, perturbadas (relativamente preservadas), e degradadas,



considerando-se, sobretudo, o grau de conservação de sua APP. O Programa “Adote uma Nascente” do governo do estado de São Paulo estabelece a classificação a seguir, quanto ao seu grau de conservação, e que também adotaremos para este Plano:

- **NASCENTE PRESERVADA:** apresentam Área de Proteção Permanente (APP) sem interferência antrópica;
- **NASCENTE RELATIVAMENTE CONSERVADA (PERTURBADA):** caracterizada por presença de gramíneas que dificultam a regeneração da mata nativa; não há presença de gado; há remanescentes de vegetação próximos com alto índice de biodiversidade;
- **NASCENTE DEGRADADA:** caracterizada por ser recoberta por espécies exóticas, sobretudo pastagem; ausência de regeneração natural; ausência de banco de sementes/plântulas; presença de gado no entorno; solo pobre em nutrientes; e não há remanescentes significativos de vegetação nas proximidades.

5.4 Degradação de nascentes

As nascentes são enquadradas tecnicamente como Área de Preservação Permanente (APP) e são protegidas pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Essas áreas, cobertas ou não por vegetação nativa, estão localizadas ao longo das margens dos rios, córregos, lagos, lagoas, represas e nascentes, e tem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo, assegurar o bem-estar das populações humanas, e manter a biodiversidade. Esses sistemas vegetais são essenciais para o equilíbrio ambiental. Devem representar uma preocupação central para o desenvolvimento rural sustentável e para o planejamento do desenvolvimento regional.

A realidade, porém, mostra um cenário diferente quanto ao cumprimento da legislação em todo o país, onde a degradação dos corpos hídricos aumenta à medida que o homem ocupa e explora o ambiente. O termo “degradar” pode ser interpretado como estragar, deteriorar, desgastar e, de acordo com Santos (2010), a degradação dos recursos hídricos vem se destacando em meio à sociedade em geral, com grande parte dessa preocupação voltada para o estudo e preservação das nascentes, as quais têm sido degradadas em meio às situações marcadas pelo conflito, esgotamento e destrutividade, atreladas ao crescimento econômico e à expansão urbana, demográfica e agropecuária.

Nos centros urbanos, os mananciais e nascentes são os primeiros a experimentar os efeitos negativos desses processos. Como fontes de degradação, podem-se mencionar o aterramento e a impermeabilização dos pontos de afloramento de água para expansão das áreas urbanas e a contaminação desses corpos d’água por lixo, esgotos domésticos e industriais não tratados.

No meio rural, a degradação das nascentes é causada pelas pressões oriundas de diferentes formas de intervenções antrópicas, podendo-se mencionar: a) atividade agrícola e pecuária sem medidas de conservação de água e solo, sobretudo em áreas de encosta; b) o desmatamento de áreas de preservação permanente e das áreas de recarga; c) a implantação de rodovias ou estradas vicinais mal



alocadas e mal dimensionadas; d) a adoção de queimadas nas atividades agropecuárias; e) o cultivo agrícola no entorno de nascentes; f) a criação de animais com livre acesso às nascentes; dentre outras.

Essas práticas, que normalmente se traduzem no descumprimento da legislação ambiental, na maioria das vezes implicam na redução da capacidade de infiltração das águas das chuvas que abastecem o lençol freático, devido à compactação do solo e/ou pela remoção da vegetação, implicando em aumento do escoamento superficial, bem como na potencialização de processos erosivos que carreiam sedimentos para as nascentes e outros corpos d'água, muitas vezes contendo excesso de nutrientes, resíduos de agrotóxicos e dejetos de animais, causando o assoreamento e a contaminação desses corpos hídricos, extinguindo-os ou tornando-os inservíveis.

As figuras ilustram algumas dessas pressões exercidas pela atividade humana no meio rural sobre as nascentes e os recursos hídricos de modo geral (Figura 55 A e B; Figura 56 A e B; e Figura 57 A e B).

As Figuras apresentadas indicam que a realidade dos corpos hídricos nos estabelecimentos rurais precisa ser revista e melhorada a partir da adoção de técnicas de conservação ambiental e pelo cumprimento dos dispositivos legais. O uso do solo para fins produtivos deve ser compatibilizado com a preservação do equilíbrio hidrológico e do meio, e deve ter como uma de suas bases a conservação de nascentes, visto que estas são parcialmente responsáveis pela origem da principal e mais acessíveis fonte de recursos hídricos à maioria da população do campo e das cidades, que são os rios.



Figura 55 A e B. Vegetação de vereda na nascente do rio Grajaú destruída por queimada

Fonte: CODEVASF, 2017.





Figura 56 A e B. Desmatamento e cultivo em margens de rios

Fonte: http://360graus.terra.com.br/expedicoes/images/w_h/w_h_furnas.jpg (esquerda) e CODEVASF, 2017 (direita)¹⁰



Figura 57 A e B. Nascente pisoteada e lançamento de esgoto

Fonte: Codevasf, 2017.

5.5 Preservação e recuperação de nascentes

Ao se trabalhar com preservação e recuperação de nascentes deve ser levado em conta que esses sistemas não podem ser considerados de forma isolada. As intervenções devem seguir uma visão mais ampla e integradora, que considerem fatores biológicos e geológicos responsáveis pelo abastecimento dos lençóis que formam as nascentes.

Antes de darem origem a um curso d'água, as nascentes são dependentes de processos inerentes ao ciclo hidrológico e, especialmente, da infiltração da água no solo, sendo esse processo influenciado pelas interações ocorrentes entre a água e outros recursos naturais, que, por sua vez, são diretamente afetados pela atividade humana sobre a área da bacia hidrográfica.

De acordo com Valente e Gomes (2011), a conservação de nascentes é uma tecnologia que também precisa estar baseada em fundamentos hidrológicos. Sobre tais fundamentos, que variam com as diferenças dos ecossistemas (climáticas, hidrogeológicas etc.), é que são estabelecidas as tecnologias de manejo da bacia. Segundo os autores, a princípio toda a superfície de uma pequena bacia é respon-



sável pela formação e manutenção da nascente, mas só uma análise hidrológica é capaz de definir nessa superfície, com mais precisão, as áreas realmente importantes para a recarga dos lençóis.

Para nascentes oriundas de lençóis freáticos as áreas que abastecem esses lençóis estão geralmente próximas ao ponto de afloramento. Já nos casos de nascentes formadas de lençóis artesianos, é possível que as áreas de recarga desses lençóis estejam muito distantes do local de afloramento da água.

Ainda segundo Valente e Gomes (2011), somente o plantio de vegetação nas APPs, apesar de importante para proteção das nascentes, não pode ser considerado como forma de recuperação desses sistemas visando à promoção do aumento de vazão. Na verdade, a vegetação plantada próxima ao olho d'água pode contribuir para redução da vazão das nascentes em períodos de estiagem, visto que, nesses períodos, há condições ideais para aumento das taxas de evapotranspiração. Daí a importância da escolha de espécies e densidades de plantio adequadas na recomposição de vegetações de APP.

Encostas com declividades acentuadas, (fora da definição de área de preservação permanente), classificadas como de uso restrito, por exemplo, são áreas importantes para um efetivo trabalho de conservação de nascentes.

Contudo, de um modo geral as nascentes, cursos d'água e represas, embora distintos entre si por várias particularidades quanto às estratégias de preservação, apresentam pontos básicos comuns para manutenção da prestação de seus serviços ambientais, tais como: o controle da erosão do solo (por meio de estruturas físicas e barreiras vegetais de contenção), a minimização de contaminação química e biológica, ações mitigadoras de perdas de água por evaporação e do seu consumo pelas plantas, e, especialmente, a promoção do aumento da infiltração das águas pluviais no solo.

A conservação da área de recarga das nascentes e a redução do fluxo superficial da água em áreas de encostas, com vistas ao aumento da infiltração e o reabastecimento do lençol freático, promovem o aumento da vazão, enquanto a proteção do olho d'água evita o assoreamento e a contaminação do mesmo. Quanto à qualidade da água das nascentes, deve-se salientar que, além da contaminação do ponto de afloramento, que ocorre geralmente pela deposição de matéria orgânica diretamente sobre o mesmo, deve ser combatida também a poluição da água por produtos químicos, resultante da exploração das áreas a montante.

Em um contexto social, a preservação e a recuperação de nascentes devem também considerar a importância e o tipo de exploração dada às nascentes em uma propriedade rural, visando à compatibilização da exploração econômica e social da propriedade e da água das nascentes com a conservação dos recursos hídricos.

De uma maneira geral, as principais práticas para preservação e recuperação de nascentes são oriundas das técnicas de conservação de solo, as quais visam manter sua integridade física, química e biológica. O princípio geral em ambos os casos é aumentar a "rugosidade" da bacia hidrográfica, dificultando a formação de enxurradas (escoamento superficial) e aumentando a eficiência da infiltração.

Essas técnicas podem ser agrupadas em três categorias: vegetativas; edáficas; e mecânicas; que na maioria dos casos são aplicadas de forma combinada:



a) Práticas vegetativas

As práticas vegetativas ou vegetacionais, como o próprio nome diz, utilizam a vegetação de forma racional visando à redução do escoamento superficial. Entre os efeitos benéficos da cobertura vegetal (Figura 58), podem ser citados: a proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; a interceptação do fluxo de água (evitando o carregamento de partículas de solo) com diminuição da velocidade de escoamento; a decomposição de suas raízes (formando pequenos canais por onde a água infiltra); e o aumento da retenção de água no solo (pois melhora a estrutura do solo) pelo maior tempo de oportunidade à infiltração que proporciona.

São exemplos de práticas pertencentes a esse grupo: florestamento e reflorestamento; plantas de cobertura; cobertura morta; rotação de culturas; formação e manejo de pastagem; cultura em faixa; faixa de bordadura; quebra-vento; bosque sombreador; cordão vegetativo permanente; manejo do mato; alternância de capinas etc.



Figura 58. Mata ciliar conservada

Fonte: CODEVASF, 2017.

b) Práticas edáficas

As práticas edáficas de conservação do solo utilizam modificações no sistema de cultivo para diminuir as perdas por escoamento superficial. Com técnicas de cultivo apropriadas ao tipo de solo, à sua profundidade, textura e declividade, a infiltração de água será bem maior, pois a estrutura do solo será mantida. São exemplos de práticas pertencentes a esse grupo: cultivo de acordo com a capacidade de uso da terra; controle do fogo; adubação verde, química e orgânica; calagem etc.



c) Práticas Mecânicas

As práticas mecânicas de conservação do solo utilizam estruturas construídas através da disposição adequada de porções de terra para diminuir a velocidade de escoamento da enxurrada, facilitando a infiltração da água. São exemplos de práticas pertencentes a esse grupo: preparo do solo e plantio em nível; distribuição adequada dos caminhos; sulcos e camalhões em pastagens; enleiramento em contorno; terraceamento; bacias de captação; subsolagem; adequação de estradas rurais etc.

De acordo com Castro e Gomes (2001) quando se trabalha com nascentes deve-se dar preferência às técnicas vegetativas e mecânicas de conservação de solo e água.

A seguir são conceituadas algumas dessas principais técnicas aplicadas para preservação e recuperação de nascentes:

- **Cercamento/Isolamento**

Consiste na implantação de cercas ao redor das nascentes ou outras a serem recuperadas, objetivando o seu isolamento ou proteção contra os fatores causadores da degradação, de modo a contribuir com o aceleração do processo de regeneração natural ou com o estabelecimento de plantios que tenham sido realizados. Atua de forma complementar às técnicas vegetacionais citadas.

- **Condução da regeneração natural**

A condução e/ou estímulo à regeneração natural é uma técnica vegetativa utilizada em situações em que o ambiente apresenta capacidade de se recuperar de distúrbios naturais e antrópicos, e visa ao restabelecimento da vegetação original. No caso de recuperação de nascentes, pode ser utilizada para recomposição vegetal de suas Áreas de Preservação Permanente e/ou de suas áreas de recarga.

O método de recuperação natural deve ser usado em casos de degradações de baixo nível, provenientes da abertura natural de uma clareira, de um desmatamento ou de um incêndio, por promover a colonização da área afetada e, dessa forma, levar a mesma através de sucessivos estágios de desenvolvimento vegetal a sua forma original (PINTO, 2003).

Nessa técnica, a recuperação da cobertura vegetal ocorre sem a intervenção humana voltada ao plantio de mudas, mas por meio da germinação natural de sementes e por brotamento espontâneo de tocos e raízes, sendo esses dois processos naturais responsáveis pela renovação da vegetação.

Contudo, a regeneração natural pode ser estimulada pela ação humana a partir do isolamento da área a ser recuperada (Figura 59) objetivando eliminar a fonte impactante, bem como por estratégias que visam à atração de animais dispersores de sementes e outros propágulos para a área em recuperação (emprego de técnicas de nucleação).

É a regeneração natural da vegetação o método mais econômico para restauração de ambientes degradados. Isso porque se usa menos mão de obra e insumos em comparação com as outras técnicas de recuperação, podendo dessa forma reduzir significativamente o custo na recuperação de áreas perturbadas, principalmente áreas de médio e grande porte (BOTELHO; DAVIDE, 2002).

Para que essa técnica tenha sucesso é necessária a ocorrência de algumas condições, tais como: presença de plântulas, brotações, banco de sementes no



solo, e transporte de sementes de áreas vizinhas. Tais fatores são determinantes na velocidade e direção do processo de regeneração natural (ALVARENGA et al., 2006).



Figura 59. Cercamento de nascente para proteção e regeneração natural da vegetação

Fonte: CODEVASF, 2017.

- **Plantio de espécies nativas**

O método consiste no plantio de mudas de espécies nativas (florestais ou não) em APPs e áreas de recarga, e na realização das respectivas atividades de manutenção desses plantios. Deve considerar o tipo de vegetação originalmente existente no ambiente onde estão inseridas as nascentes, e o conjunto de boas técnicas agronômicas e florestais necessárias ao correto estabelecimento e desenvolvimento das mudas, a fim de que haja a ocupação dessas áreas pela vegetação.

A introdução da vegetação tem o objetivo de reter a água das chuvas, reduzir o impacto das gotas sobre o solo, atuar como barreira ao carreamento de sedimentos e promover o aumento da infiltração da água no solo, contribuindo para o abastecimento dos lençóis e o fortalecimento da vazão das nascentes. É uma técnica comumente usada em ambientes onde a formação vegetal original foi parcial ou totalmente destruída e substituída por atividades agropastoris.

É indicada para áreas onde a vegetação no entorno do local a ser recuperado está bastante comprometida ou já não existe, não oferecendo condições para que ocorra a regeneração de forma natural, ou seja, como processo ecológico espontâneo. Vale ressaltar que o emprego dessa técnica para recuperação de APPs das nascentes deve contemplar alguns cuidados no caso da vegetação original do



ambiente ser uma formação florestal, devendo-se escolher espécies adequadas, que possuam baixo consumo de água, e os plantios devem ser realizados com baixa densidade de indivíduos, podendo-se utilizar mudas ou sementes, de forma semelhante aos plantios de enriquecimento.

Além disso, deverá ser feito o plantio de espécies pioneiras no primeiro momento da sucessão vegetal, pois essas espécies apresentam maior tolerância às condições apresentadas pelas áreas degradadas ou desflorestadas, em que a luz é mais intensa. A sucessão vegetal se dará pela substituição do grupo de espécies pioneiras por espécies mais frágeis, representadas por espécies secundárias iniciais, seguidas por espécies tolerantes à sombra (REIS et al., 1999).

• **Subsolagem**

A subsolagem é uma prática mecânica que faz uso de um equipamento chamado subsolador acoplado a um trator. Tem por objetivo romper as camadas compactadas do solo, estejam elas na superfície ou localizadas em maior profundidade, geralmente entre 20 cm e 50 cm. A subsolagem visa promover a aeração e a estruturação do solo de modo a torná-lo mais permeável, favorecendo, assim, a infiltração de água e a penetração de raízes das plantas, contribuindo para o sucesso das práticas vegetativas de plantio e de condução da regeneração natural.

A compactação do solo é dependente do modo como ele foi utilizado, podendo ocorrer em função do que nele foi plantado anteriormente, dos equipamentos utilizados e das condições de umidade do solo no momento do preparo deste, da ocorrência de pisoteio em áreas de criação de animais etc.

Os solos compactados apresentam baixa infiltração, prejudicando o abastecimento do lençol freático e, conseqüentemente, das nascentes. Além disso, dificultam consideravelmente o estabelecimento da vegetação.

• **Terraceamento**

É uma prática mecânica de combate à erosão fundamentada na construção de terraços com uso de máquina motoniveladora (patrol) ou trator (esteiras/pneus) com arados de discos acoplados, dentre outros equipamentos, com o propósito de disciplinar o volume de escoamento superficial das águas das chuvas (WADT, 2003).

O terraço consiste em uma estrutura transversal ao sentido do maior declive do terreno, composta de um dique e um canal e tem a finalidade de reter e infiltrar a água da chuva, nos terraços em nível, ou escoá-la lentamente para áreas



Figura 60 A e B: Terraceamento em área de recarga hídrica

Fonte: CODEVASF, 2017.



adjacentes, nos terraços em desnível ou com gradiente. A função do terraço é a de reduzir o comprimento da rampa, área contínua por onde há escoamento das águas das chuvas, e, com isso, diminuir a velocidade de escoamento da água superficial.

O terraceamento é normalmente realizado nas áreas de recarga de nascentes onde são desenvolvidas atividades agropecuárias (Figura 60 A e B).

- **Construção de bacias de captação de água da chuva (barraginhas)**

Bacias de captação de água da chuva, ou barraginhas, são bacias ou tanques implantados/escavados mecanicamente no solo (escavadeiras), em formato circular, alocadas em pontos estratégicos da área de drenagem ou áreas de recarga e que, através da redução da velocidade de escoamento, promovem a sedimentação dos sólidos suspensos nas águas pluviais.

A quantidade e disposição das bacias de captação de água devem considerar o máximo escoamento superficial que pode ocorrer na área de drenagem a ser conservada e a capacidade de infiltração de água no solo do local que irá receber o escoamento, a fim de permitir a captação, o armazenamento e posterior infiltração da água advinda do escoamento superficial.

As barraginhas são importantes formas de retenção e promoção da infiltração das águas das enxurradas. Com a precipitação da chuva, essas bacias se enchem com as enxurradas, evitando que a água escorra rapidamente e provoque erosões, armazenando-a durante curto período e promovendo uma infiltração lenta. Ao cessar a chuva, a água que fica retida penetra no solo, abastece o lençol freático e as nascentes a jusante, e proporciona umidade ao solo por um período que ultrapassa a estação chuvosa.

As barraginhas podem ser construídas de forma associada com terraços, na extremidade destes, ou também associadas a estradas rurais, como parte de sua adequação ambiental (Figura 61 A e B).



Figura 61 A e B. Obra de construção de bacias para captação (barraginhas) de água de chuvas e de sedimentos

Fonte: CODEVASF, 2017.

- **Adequação ambiental de estradas**

A adequação de estradas rurais ambientalmente adequadas (Figura 62), com foco na recuperação de nascentes, envolve um conjunto de práticas com a



finalidade de recuperação, manutenção e conservação das estradas de terra que têm interferência direta sobre o escoamento superficial e a ocorrência de processos erosivos em áreas de recarga de nascentes e em áreas utilizadas para agricultura, pecuária, silvicultura, dentre outros, dentro da propriedade rural.

Essa ação objetiva evitar a erosão do solo, a degradação do meio ambiente, o carreamento de terra para os cursos d'água e disciplinar as enxurradas provocadas pelas águas das chuvas, visto que as estradas são, normalmente, caminhos preferenciais das águas das chuvas e grandes desencadeadoras de processos erosivos graves.

Além disso, a readequação ambiental de estradas ecológicas beneficia moradores do meio rural ao garantir o tráfego normal de veículos, o escoamento da produção agrícola durante as épocas de chuvas e de secas, além de reduzir os recursos para a manutenção das estradas rurais.

Dentre as intervenções que podem ser utilizadas para adequação ambiental de estradas vicinais, cita-se: realocação do trecho; quebra de barranco (bota



Figura 62. Adequação de estrada rural associada à bacia de captação de enxurrada
Fonte: CODEVASF, 2017.

dentro); eliminação do banco de areia; eliminação dos buracos; encabeçamento de terraço com desnível; construção de terraço; construção de lombada; construção de caixa de retenção ou bacias de captação de águas das chuvas; construção de caixa dissipadora de energia; construção de bueiro etc.

Parte importante da bacia do rio Mearim encontra-se inserida na região denominada Amazônia Legal. De acordo com Almeida et al (2006) a degradação



ambiental da Amazônia apresenta três cenários principais, a saber: pastagens em grandes propriedades, exploração florestal, e áreas rurais de agricultores familiares.

O Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM), desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2013) para o fomento às atividades produtivas sustentáveis no âmbito da Amazônia Legal, tem por objetivo “incentivar a melhor utilização de áreas já desmatadas visando à recuperação das áreas degradadas e evitar novos desmatamentos, contemplando inovação tecnológica e sistemas sustentáveis de produção que possibilitem o aumento da produtividade nas áreas abertas, a diminuição dos custos de produção, e a minimização da pressão sobre as florestas, como: manejo de pastagens, Sistemas Agroflorestais (SAF), Agricultura Ecológica (AE), Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF)” (BRASIL, 2013).

Assim, tendo como base o PPCDAM, algumas práticas de controle de processos erosivos a serem consideradas no âmbito da implementação do PLANO NASCENTE MEARIM, em especial na região da Amazônia Legal, são:

- **Sistemas Agroflorestais (SAFs), sistemas sustentáveis e consórcio de culturas**

Sistema agroflorestal é um conjunto de técnicas que associam espécies florestais com culturas agrícolas e/ou pecuárias, de forma que essas combinações sejam instaladas e manejadas de maneira simultânea no mesmo espaço, de modo que o manejo do solo, água e recursos florestais promovam o manejo sustentável dos recursos naturais e gere benefícios socioeconômicos e ambientais (MACEDO, 2000).

Pode ser utilizado em grandes áreas como em quintais, consorciando culturas de diferentes espécies. É uma alternativa ao sistema agrícola embasado na monocultura ou sucessão contínua de culturas que, devido à maximização do uso do solo e à mecanização intensa e desordenada, tem causado a degradação da capacidade produtiva do solo. A Embrapa vem trabalhando em diferentes metodologias para sistemas agroflorestais e hortas com produção agroecológicas, em várias regiões do Brasil (Figura 63 A e B).



Figura 63 A e B. Cultivos consorciados em quintais produtivos

Fonte: <https://www.google.com.br>.¹¹



• Sistema de Plantio Direto (SPD)

É um conjunto de tecnologias que tem por objetivo aumentar a produtividade das principais culturas produtoras de grãos, aliado à preservação e melhoria da capacidade produtiva do solo. Fundamenta-se na manutenção e no 'não' revolvimento da cobertura vegetal permanente do solo, e na rotação de culturas (Figura 64 A e B).

Esta prática agrícola evita e/ou diminui perdas econômicas causadas pela erosão, bem como perdas de solo que são carregadas para os cursos d'água e causa a degradação dos rios e outros mananciais (SALTON, 1998).

Segundo Galeti (1994) este sistema barateia o custo de implantação das culturas e promove o controle da erosão, pois com o pouco revolvimento do solo a sua superfície fica protegida com restos de culturas e ervas daninhas mortas, que amortecem a queda da água da chuva e o escoamento superficial, favorecendo a infiltração da água no solo (ciclo hidrológico) e reduzindo poder erosivo das chuvas entre 80% a 90%.



Figura 64 A e B. Sistema de plantio direto com uso de cobertura de vegetação morta para proteção do solo

Fonte: <https://www.google.com.br>.¹²

• Agricultura Orgânica

De acordo com a Lei nº 10.831/2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária:

[...] todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante à otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica; à maximização dos benefícios sociais; à minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos em contraposição ao uso de materiais sintéticos; à eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização; e à proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003)

O termo técnico institucionalizado no Brasil foi o "orgânico", que inclui a terminologia: biodinâmico, natural, biológico, agroecológico, termos estes oriundos da permacultura (FONSECA, 2009).

12

Disponível em: < <https://www.google.com.br>>. Acesso em: 15 dez. 2017.



• Integração Lavoura-Pecuária (ILP)

No caso específico de áreas com pastagem e solo degradados esta alternativa é indicada porque consorcia as rotações de culturas e as sucessões da lavoura (por exemplo, de grãos: milho, sorgo, milheto, arroz, soja) com forrageiras tropicais (por exemplo, a *Brachiaria*), com a recuperação do solo e da pastagem degradada.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vem trabalhando em tecnologias de recuperação da pastagem, baseadas em prática tradicional adotada por civilizações antigas, bem como por formas de cultivo da terra ligado aos costumes indígenas, como exemplo o Sistema Santa-Fé, que faz o consórcio de culturas ou cultivos perenes múltiplos dentro de uma mesma área, e ao mesmo tempo, no período de um ano, com solos corrigidos, ou parcialmente corrigidos, em áreas de cerrado (KLUTHCOUSKI&YOKOYAMA, 2001).

Esta interação é indicada porque pastagens bem formadas é uma prática de conservação do solo, e quanto mais densa for a cobertura do solo, maior será a proteção contra a erosão (GALETI, 1973).

• Sistemas Silviculturais

É o conjunto de atividades que tem por objetivo manejar a floresta de forma que o crescimento das árvores seja favorecido a fim de que se possa, num certo período de tempo, explorar os recursos florestais (madeireiros ou não madeireiros). A atividade silvicultural poderá ser realizada em áreas desmatadas aptas ao uso alternativo do solo, definida na Lei nº 8.171/1991, que dispõe sobre a política agrícola. Estas atividades deverão estar em consonância com a Lei nº 12.651/2012.

Dentro deste contexto, os trabalhos a serem desenvolvidos deverão favorecer a condução da regeneração natural de florestas, a recuperação da capacidade produtiva do solo, de forma que haja também a recuperação de áreas produtivas (exemplo: pastagens degradadas) e a manutenção do florestal a partir de plantações de espécies amazônicas que favoreçam a recuperação de áreas degradadas/alteradas (Figura 65 A e B), de forma a promover boas práticas silviculturais em diferentes ecossistemas amazônicos, seja de terra firme, seja de várzea (SABOGAL, 2006).



Figura 65 A e B. Plantio de buritis (por indígenas Kanela) e de açais para a contenção de processos erosivos e recuperação de nascentes

Fonte: CODEVASF, 2017.





Rio Grajaú (9)

6 PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DA BACIA DO RIO MEARIM

6.1 Arranjo e proposta executiva

O Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes representa uma proposta da Área de Revitalização das Bacias Hidrográficas da Codevasf voltada à recuperação hidroambiental da bacia do rio Mearim que contempla a realização, por meio de intervenções necessárias para recomposição vegetal em Áreas de Preservação Permanente, de conservação das zonas de recarga hídrica, e de promoção da sustentabilidade no uso da água no meio rural, tendo como foco a proteção, preservação e recuperação de nascentes.

Trata-se de uma ação importante para a conservação dos recursos hídricos com uma proposta estratégica para sua execução, composta por intervenções sequenciais e concatenadas, pontuais e contínuas, de curto, médio e longo prazo.

Tendo em vista a impreterível necessidade de atuação concreta do poder público e da sociedade de modo geral objetivando a revitalização das bacias hidrográficas, o PLANO NASCENTE MEARIM surge em um momento oportuno. Ainda que os resultados desse tipo de ação só sejam sentidos em médio e longo prazo, o Plano representa um passo na direção da sustentabilidade no uso dos recursos hídricos e da mudança na forma de utilização dos recursos naturais de modo geral, questões vistas cada vez com maior clareza pela sociedade brasileira.

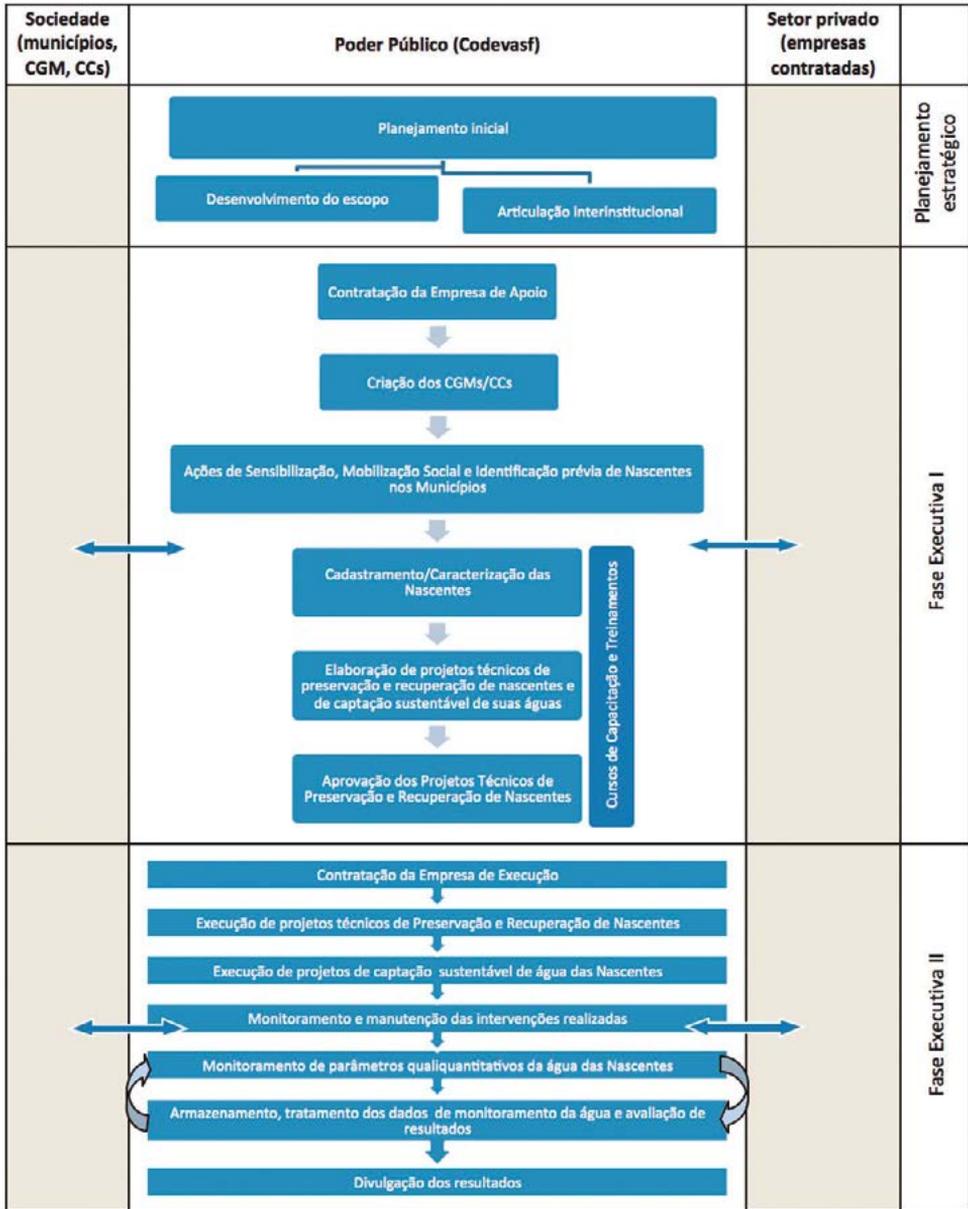
O mesmo traz como uma de suas premissas a ideia de integrar os governos - federal, estaduais e municipais - a iniciativa privada, organizações não governamentais e, principalmente, a sociedade da bacia do rio Mearim, com o objetivo comum de preservação e recuperação de suas nascentes, propondo uma atuação colaborativa e em sinergia para a consecução de suas metas.

Um dos aspectos mais importantes da proposta executiva ora apresentados é, sem dúvida, a participação social. A experiência da Codevasf na execução das ações de recuperação hidroambiental nos últimos anos (2010 – 2017) permite afirmar que, independente da necessidade e importância das ações voltadas à preservação e recuperação dos recursos naturais, não há como ter sucesso se não houver interesse, envolvimento, participação e empoderamento tanto dos beneficiários (proprietários das áreas) como da população afetada positivamente pela execução dos projetos.

O desafio, então, reside no desenvolvimento de uma metodologia capaz de unir ao método técnico-executivo proposto, à efetiva participação social. Nesse contexto, a estrutura orgânica proposta inclui as figuras dos Comitês Gestores Municipais (CGMs) e, quando operacionalmente viável, das Comissões Comunitárias (CCs), os quais têm como principal objetivo promover a ligação direta, franca e participativa, entre o poder público e a sociedade, de forma a promover o entendimento e a colaboração desta última na implementação do Plano.

O Quadro 6 apresenta um resumo da metodologia executiva proposta para o PLANO NASCENTE MEARIM.





Quadro 6. Resumo executivo do PLANO NASCENTE MEARIM



A seguir são descritas as formas de participação dos atores envolvidos no processo de implantação do PLANO NASCENTE MEARIM.

6.1.1 Comitês Gestores Municipais

Os Comitês Gestores Municipais (CGMs) são instrumentos importantes na implantação do PLANO NASCENTE MEARIM, responsáveis pela realização de algumas etapas de sua fase executiva, bem como serão instrumentos de participação social ao estabelecerem a comunicação direta entre os beneficiários das intervenções (proprietários rurais), a população dos municípios de modo geral e o poder público.

A criação dos CGMs se dará a partir de celebração de parcerias entre a Codevasf e os municípios pertencentes às microbacias selecionadas para implantação do PLANO NASCENTE MEARIM, e terão as organizações civis e as prefeituras como instituições de grande importância para formação e/ ou coordenação desses comitês.

Os CGMs serão formados a partir de reuniões e demais tratativas para apresentação do Plano, as quais serão realizadas com apoio logístico operacional da empresa de apoio e devem ter sua criação comprovada mediante ata assinada por seus membros e registrada em cartório. Todos os documentos oriundos de suas reuniões deverão ser também registrados e terem cópia encaminhada à Codevasf.

Os CGMs deverão atuar como instâncias consultivas formadas por representantes da sociedade civil organizada, preferencialmente as organizações vinculadas à temática rural e ambiental (sindicato de trabalhadores rurais, associações de comunidades rurais, cooperativas, igrejas, entre outras), de organizações não governamentais, da Polícia Militar Ambiental, escolas, Comitês das sub-bacias e microbacias hidrográficas a que pertença o município, do poder público municipal (representado preferencialmente por agentes públicos das secretarias de meio ambiente, agricultura ou correlatas), além de representantes de instituições estaduais ligadas à área de meio ambiente e agricultura (órgãos de extensão rural etc.) com representação nos municípios.

As atribuições do CGM no âmbito da implantação do PLANO NASCENTE MEARIM, compreendem:

- Auxiliar a Empresa de Apoio a ser contratada pela Codevasf e os parceiros públicos envolvidos na realização de campanhas de mobilização sociais voltadas à divulgação e apresentação do Plano ao poder público e às populações dos municípios;
- Auxiliar a Empresa de Apoio à Fiscalização a ser contratada pela Codevasf e os parceiros públicos na realização de reuniões específicas com a finalidade de apresentar o PLANO NASCENTE MEARIM aos produtores/proprietários rurais do município com a finalidade de convidá-los a aderirem ao Plano a partir da indicação de nascente(s) existente(s) em suas propriedades, para posteriormente ser realizado o cadastramento e intervenções propostas no âmbito do Plano;
- Acompanhar o processo de validação e cadastramento das nascentes indicadas pelos proprietários rurais mediante Termo de Adesão Voluntária que deverá ser assinado por estes proprietários;



- Ajudar na sensibilização e mobilização da comunidade para participar das oficinas e cursos de capacitação a serem oferecidos aos beneficiários e aos demais interessados;
- Acompanhar a implementação das intervenções previstas no PLANO NASCENTE MEARIM e comunicar à Codevasf eventuais distorções identificadas;
- Auxiliar os proprietários rurais e as Comissões Comunitárias (CCs) no desenvolvimento das atividades de monitoramento da quantidade da água das nascentes; e
- Registrar em ata própria todas as suas reuniões, decisões e encaminhamentos.

6.1.2 Comissões comunitárias

As Comissões Comunitárias (CCs), a exemplo dos CGMs, representam uma instância de participação direta da sociedade na implantação do PLANO NASCENTE MEARIM, porém, com abrangência específica, restrita ao contexto territorial de cada comunidade que integra o município.

Uma vez criado o CGM este deverá indicar comunidades existentes nos municípios onde exista viabilidade técnica para criação de Comissões Comunitárias. A viabilidade técnica da criação das CCs deverá ser analisada pela empresa de apoio, juntamente com a Codevasf, considerando critérios como: existência de nascentes próximas à comunidade, identificação de lideranças comunitárias, contingente populacional da comunidade, entre outros. Nos casos em que não for possível a criação das CCs caberá ao CGM cumprir as atribuições das Comissões.

As CCs devem ser criadas até 30 dias após o início dos trabalhos pela empresa de apoio nos municípios, e a comprovação de sua criação deverá ser feita por meio de ata do CGM. Devem contar também com pelo menos três membros da comunidade, bem como garantir a participação de pelo menos uma mulher e de um proprietário de terras onde haja nascente. Seus membros devem ser eleitos pela própria comunidade na reunião organizada pelo CGM em parceria com a empresa de apoio para apresentação do Plano.

São atribuições das CCs, respeitadas as diretrizes do PLANO NASCENTE MEARIM, compreendem:

- Receber e orientar localmente as equipes de trabalho social e técnico das empresas de Apoio e de Execução em todas as suas atribuições;
- Ajudar na mobilização e na realização das oficinas, reuniões, encontros e visitas, inclusive as de monitoramento e fiscalização;
- Auxiliar na mobilização e organização das famílias para o cadastramento e elaboração de projetos técnicos de preservação e recuperação, validação de cadastros, execução do projeto técnico de preservação e recuperação de nascentes, manutenção das intervenções e monitoramento da quantidade da água das nascentes, naquilo que forem capacitadas.



6.1.3 Empresa de apoio

A empresa de apoio consiste em pessoa jurídica a ser contratada pela Codevasf, mediante processo licitatório, com o objetivo de apoiá-la na formação dos CGMs e CCs; realizar as ações de divulgação do PLANO NASCENTE MEARIM nos municípios-alvo; cadastrar as nascentes; elaborar projetos técnicos de recuperação das nascentes; elaborar projetos de implantação de sistemas simplificados de preservação e uso sustentável de água das nascentes; promover ações de sensibilização, mobilização e organização social; ministrar cursos de capacitação para os CGMs e CCs, notadamente em relação as aferições de qualidade e quantidade de água das nascentes; monitorar as áreas em recuperação conforme as intervenções técnicas escolhidas na execução; realizar monitoramento da qualidade e quantidade da água; apoiar a fiscalização e realizar a medição dos serviços executados pela empresa executora.

6.1.4 Empresa executora

A empresa executora deverá ser pessoa jurídica contratada pela Codevasf mediante processo licitatório com o objetivo de executar as intervenções técnicas ambientais necessárias à preservação e/ou recuperação de nascentes, tais como, cercamento, plantios, terraceamento, construção de bacias de captação, adequação de estradas vicinais.

Ressalta-se que, com base em critérios técnicos e operacionais, poderá haver a contratação de mais de uma empresa para execução das intervenções em função da ampla distribuição geográfica das nascentes a serem cadastradas.

6.1.5 Codevasf

A Codevasf será responsável por toda a articulação interinstitucional para a celebração das parcerias necessárias à implantação do PLANO NASCENTE MEARIM, a exemplo da criação dos CGMs e CCs, bem como deverá realizar contratações e fazer toda a gestão necessária à implantação do Plano, além de promover a execução indireta por meio de parcerias.

6.1.6 Proprietários rurais

Os proprietários rurais ou beneficiários consistem nos donos ou ocupantes das propriedades onde estão localizadas as nascentes cadastradas no PLANO NASCENTE MEARIM. Deverão estar de acordo com as intervenções a serem realizadas em suas propriedades conforme indicações do projeto técnico da empresa de apoio, mediante Termos de Adesão Voluntária.

Estes deverão receber treinamentos e capacitações, devendo ser responsáveis pela manutenção das intervenções realizadas, bem como pelo monitoramento qualitativo das águas das nascentes, tendo, em ambos os casos, o apoio dos CGMs e das CCs.

6.1.7 Comitês de bacias e comissões pró-comitês

O Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), como um órgão colegiado de gestão de recursos hídricos, com atribuições de caráter normativo, consultivo e deliberativo e integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que tem como principais competências: aprovar o Plano de Recursos Hídricos da



Bacia; arbitrar conflitos pelo uso da água em primeira instância administrativa; estabelecer mecanismos e sugerir os valores da cobrança pelo uso da água; entre outros (COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 2017¹³), deve contribuir para promover a conservação e recuperação dos recursos hídricos e garantir a utilização racional e sustentável das águas em suas áreas de abrangência.

Sendo assim, o Comitê e a Comissão Pró-Comitê da bacia hidrográfica do rio Mearim, e também das sub-bacias e microbacias (quando de suas formações), serão instâncias importantes no processo de implantação do PLANO NASCENTE MEARIM, pois além de participarem como membros dos CGMs, poderão atuar de forma conjunta com a Codevasf durante todas as suas fases de implantação, incluindo-se o planejamento e definição de estratégias de execução.

6.2 Definição de regiões prioritárias para implantação do PLANO NASCENTE MEARIM

Considerando que o PLANO NASCENTE MEARIM pretende, primeiramente, priorizar a preservação e recuperação das nascentes que possibilitem reflexos na melhoria da quantidade e qualidade hídrica da bacia, a questão principal a ser levantada é: “qual região da bacia priorizar?”

Nesse sentido, após a análise de diversos critérios referentes à “saúde” da bacia do rio Mearim, entende-se que, inicialmente, a implantação do Plano deverá ter como foco prioritário as nascentes localizadas na região do Alto Mearim, região em que se encontram as nascentes dos principais cursos d’água formadores da bacia, passando-se em seguida a ter como foco as nascentes do Médio e do Baixo Mearim.

Também serão considerados critérios norteadores da seleção de áreas para implantação do Plano as sub-bacias que possuem maior contribuição hídrica e produção de sedimentos nas regiões fisiografias do Mearim (Alto, Médio e Baixo Mearim), considerando-se que a região do Alto Mearim é onde ocorrem os menores índices de chuva na bacia, onde concentram os solos propensos à erosão, e as nascentes são as primeiras regiões a sofrerem em caso de seca e degradação.

6.3 Implantação do plano nas regiões prioritárias da bacia

Uma vez identificadas e selecionadas as microbacias prioritárias, partindo-se das linhas direcionais mencionadas no item 6.2, essas deverão ser especialmente analisadas, a fim de que sejam identificados os municípios onde deverão ser executadas as ações de preservação e recuperação de nascentes.

Nesses municípios a identificação e a localização das nascentes deverão partir de duas fontes principais:

a) Levantamento municipal

A partir da criação dos Comitês Gestores Municipais (CGMs) deverão ser promovidas, juntamente com a empresa de apoio, campanhas de divulgação do

13 COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. O que é um CBH?. Brasília, [2017?]. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/GestaoComites.aspx>>. Acesso em: 13 dez. 2017.



PLANO NASCENTE MEARIM, de sensibilização e de mobilização social, com o objetivo de demonstrar aos proprietários rurais e à população do município, todo o arranjo e o funcionamento do Plano e, principalmente, estimular os proprietários rurais a apresentarem espontaneamente aos atores responsáveis pela implementação do Plano (Codevasf, CGM e empresa de apoio etc.) informações sobre a existência e localização de nascentes no território do município. Ao final dessa etapa de mobilização inicial deverão ser formadas as Comissões Comunitárias (CCs).

Essas campanhas deverão ocorrer por tempo determinado nos municípios e terão como objetivo tornar claro o Plano à sociedade. A indicação da existência de nascente e a prévia manifestação do interesse do proprietário rural de que esta seja cadastrada e trabalhada, conforme o conjunto de intervenções preconizadas no PLANO NASCENTE MEARIM, deverão ser levadas ao conhecimento do CGM e da empresa de apoio em locais específicos a serem estabelecidos no município, devendo ser preenchida uma ficha pré-cadastral que deverá ser assinada pelo proprietário.

b) Identificação geoespacial e localização das nascentes

Outra fonte de informações referentes às nascentes nas microbacias prioritárias refere-se aos levantamentos prévios a partir de informações geoespaciais, como é o caso da base de dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) no estado do Maranhão, e de levantamentos realizados a partir de dados cartográficos oficiais. Tais informações deverão ser refinadas e analisadas pela Codevasf, bem como poderão advir da contribuição de instituições parceiras na implantação do PLANO NASCENTE MEARIM. Depois de identificadas em campo estas nascentes receberão o mesmo tratamento e passarão pelo mesmo processo de caracterização daquelas indicadas pela população dos municípios por meio dos CGMs.

6.3.1 Cadastramento, caracterização e espacialização das nascentes e áreas de recarga hídrica

Após indicadas de forma espontânea pelos proprietários rurais dos municípios, cada nascente será visitada por uma equipe técnica da Empresa de Apoio, com auxílio do CGM e das CCs, e acompanhada dos proprietários. Cada nascente terá uma ficha cadastral preenchida na qual deverá constar sua caracterização detalhada, considerando informações sobre sua localização georreferenciada; tipo de formação; tipo de acúmulo; seu estágio de conservação; uso e ocupação da área de recarga; uso e exploração da sua APP; uso de sua água; aferição da quantidade e qualidade da água da nascente por meio de equipamentos adequados; o detalhamento das intervenções a serem realizadas para recuperar a nascente, caso necessário, entre outros dados relevantes.

As informações a serem levantadas sobre as nascentes serão estruturadas da seguinte forma:

a) Dados gerais da nascente

- Endereço detalhado com referências que facilitem sua localização;
- Coordenadas geográficas, por meio de aparelho de GPS (Global Position System em coordenadas planas - UTM - Datum SIRGAS 2000);
- Identificação do principal curso de água para o qual a água da nascente conflui;



- Dominalidade do local – terras públicas ou particulares;
- Tipo de nascente quanto à formação (freática ou artesianas);
- Tipo de nascente quanto à forma de afloramento (pontual ou difusa);
- Tipo de nascente quanto ao fluxo (perene, intermitente e efêmera).

b) Diagnóstico ambiental

- Uso e ocupação da área de recarga e da APP - presença de áreas desmatadas, erodidas; presença ou não de vegetação arbustiva, rasteira (gramíneas) ou arbórea; espécies vegetais mais comuns na área de preservação; existência e caracterização da exploração agrícola; existência e caracterização da exploração pecuária; presença ou ausência de lixo; ocorrência de queimadas, presença de formigas cortadeiras, cupinzeiro e quaisquer outros dados relevantes;
- Vazão da nascente (medida com equipamento simplificado);
- Formas de uso das águas das nascentes (se houver);
- Outras informações relevantes.

c) Diagnóstico dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes

As empresas de apoio serão responsáveis pela aferição das variáveis gerais: temperatura, pH, turbidez, cor, condutividade elétrica, dureza, oxigênio total e nutrientes: nitrato, nitrito, amônia, fosfato, fósforo total, nitrogênio total; prioritariamente das nascentes degradadas, por amostragem em cada microbacia.

Os parâmetros de qualidade da água a serem analisados serão selecionados de acordo com o uso da água e das características ambientais de cada nascente amostrada, podendo incluir:

- Metais traços - alumínio, , bário, cádmio, cromo, cobre, ferro, mercúrio, manganês, chumbo, zinco;
- Parâmetros orgânicos - pesticidas;
- Indicadores microbiológicos - coliformes fecais, coliformes termotolerantes;

Para os parâmetros que requerem análise laboratorial as amostras de água deverão ser adequadamente coletadas, identificadas e encaminhadas ao laboratório.

d) Diagnóstico socioeconômico da propriedade.

Como parte do cadastramento das nascentes a Empresa de Apoio deverá coletar informações referentes à socioeconomia das propriedades rurais familiares onde essas nascentes estão localizadas, apresentando à Codevasf e aos proprietários em relatório específico, indicações de alternativas de atividades para o desenvolvimento econômico rural sustentável para cada estabelecimento, objetivando promover a ampliação da capacidade de geração de renda dessas propriedades e a consequente melhoria da qualidade de vida de seus habitantes, de forma menos impactante ao meio ambiente.



As informações socioeconômicas adquiridas mediante informações dos proprietários deverão contemplar no mínimo:

- Avaliação das condições de habitação e saneamento;
- Área das propriedades ;
- Indicação do regime de posse e uso da terra;
- Principais atividades econômicas das propriedades e área utilizada em função destas;
- Quantidade e sistema de produção de animais (se for o caso);
- Nível tecnológico da exploração;
- Indicação se há a adoção de práticas de conservação do solo;
- Estrutura da renda familiar;
- Origem e quantidade de mão de obra empregada;
- Estimativas da produção (carne, leite, ovos, grãos etc.);
- Destinação da produção;
- Valor médio comercializado;
- Participação dos proprietários em atividades comunitárias, de associativismo ou cooperativismo.

e) Elaboração de projeto

Após a compilação e análise das informações do cadastro a equipe técnica da Empresa de Apoio deverá elaborar e apresentar um projeto técnico referente ao conjunto de intervenções previstas no PLANO NASCENTE MEARIM adequado ao diagnóstico de cada nascente. Para cada nascente cadastrada deverá ser produzido, obrigatoriamente, registro fotográfico e/ou audiovisual, representativo do cenário-base (inicial).

O projeto elaborado deverá ser aprovado pelo CGM e pelo proprietário rural beneficiário, possuidor de área rural com até 4 módulos fiscais, conforme o Novo Código Florestal, que permite a utilização de recursos públicos, nessa condição. O proprietário deverá então assinar um Termo de Adesão Voluntária ao PLANO NASCENTE MEARIM manifestando sua concordância com a execução das intervenções em sua propriedade, bem como com as suas responsabilidades relacionadas à manutenção das intervenções e ao monitoramento da água das nascentes.

Depois de concluída a etapa de diagnóstico deverão ser produzidos mapas de espacialização das nascentes que, acompanhados de suas fichas cadastrais, projetos técnicos, e de Termos de Adesão Voluntária assinados pelos proprietários, deverão ser repassados à empresa executora contratada para implantação das intervenções necessárias.

Além das nascentes indicadas pela população dos municípios serão consideradas, para fins de cadastramento e execução de intervenções, aquelas oriundas de levantamentos realizados por órgãos estaduais, municipais e demais instituições parceiras, bem como aquelas nascentes indicadas pelos proprietários rurais no ato do cadastramento de suas propriedades junto ao Ministério do Meio Ambiente no âmbito do Cadastro Ambiental Rural (CAR) devendo-se, da mesma forma, buscar a adesão voluntária dos proprietários das terras onde essas nascentes se situam.



6.3.2 Execução das intervenções

Após o proprietário das terras aceitarem o projeto técnico desenvolvido pela Empresa de Apoio o mesmo passará a ser implantado pela Empresa Executora, podendo se enquadrar em duas categorias:

a) Intervenções técnicas voltadas à preservação e recuperação de Nascentes

As intervenções técnicas voltadas à preservação e recuperação das nascentes cadastradas deverão ocorrer considerando a classificação apresentada no Quadro 7, relativa ao estágio de conservação/degradação das nascentes cadastradas:



(continua)

ESTÁGIO DE CONSERVAÇÃO DA NASCENTE ⁽¹⁾	INTERVENÇÕES A SEREM REALIZADAS ⁽²⁾
<p>Nascentes preservadas</p> <p>Nascentes que possuem APP preservada, com presença de cobertura vegetal arbórea ou outro tipo de formação de ocorrência natural do local, com área de recarga conservada, ausência de criação de animais ou com baixo risco de pisoteio e/ou contaminação, recoberta por vegetação nativa e/ou explorada com atividades de baixo impacto com uso de técnicas de conservação de solo e água.</p>	<p>a) Atividades de Educação Ambiental objetivando conscientizar os moradores/ocupantes da propriedade a importância da manutenção das nascentes preservadas;</p> <p>b) Capacitação dos moradores/ocupantes da propriedade para operarem os instrumentos necessários ao monitoramento da quantidade da água das nascentes, armazenamento e repasse dos dados ao CGM.</p>
<p>Nascentes parcialmente degradadas (perturbadas)</p> <p>Nascentes que apresentam relativa cobertura vegetal natural (arbórea ou outra) ocupando entre 30% e 70% de sua APP, com área de recarga explorada para agropecuária, presença de espécies exóticas, sobretudo gramíneas que dificultam a regeneração da mata nativa, localizadas em propriedades onde há criação de animais que ofereçam risco de pisoteio e/ou contaminação, porém, há remanescentes de vegetação próximos, com alto índice de biodiversidade, que facilitam a regeneração natural.</p>	<p>a) Cercamento/isolamento das APPs das nascentes conforme raio mínimo de 50 metros, definido no novo Código Florestal⁽³⁾;</p> <p>b) Intervenções voltadas ao estímulo à regeneração natural (técnicas de nucleação, controle de plantas invasoras etc.);</p> <p>c) Plantio de enriquecimento na área da APP, se viável;</p> <p>d) Manutenção dos plantios (controle de formigas cortadeiras, controle de plantas invasoras, adubação de cobertura);</p> <p>e) Práticas mecânicas de conservação de solo e água em áreas de recarga exploradas para agropecuária (terraceamento e construção de bacias de captação);</p> <p>f) Adequação ambiental de estradas rurais situadas em áreas de recarga;</p> <p>g) Atividades de Educação Ambiental objetivando internalizar nos moradores / ocupantes da propriedade a importância da conservação das nascentes;</p> <p>h) Capacitação dos moradores/ocupantes da propriedade para realizarem a manutenção dos plantios bem como o monitoramento das intervenções realizadas (plantios e práticas mecânicas) relatando ao CGM quaisquer anormalidades;</p> <p>i) Capacitação dos moradores/ocupantes da propriedade para operarem os instrumentos necessários ao monitoramento da quantidade e da água de nascentes.</p>

Quadro 7. Intervenções técnicas voltadas à preservação e recuperação de nascentes



(conclusão)

ESTÁGIO DE CONSERVAÇÃO DA NASCENTE ⁽¹⁾	INTERVENÇÕES A SEREM REALIZADAS ⁽²⁾
<p>Nascentes Degradadas</p> <p>Nascentes que apresentam sua APP com baixo ou nenhum tipo de cobertura vegetal natural (arbórea ou outra local) com ocupação entre 0% a 30%, recoberta por gramíneas exóticas, ausência de regeneração natural, ausência de banco de sementes/plântulas, criação de animais no entorno – pisoteio/contaminação – ausência de remanescentes de vegetação nativa significativos nas proximidades, exploração da área de recarga e sinais de assoreamento e compactação do solo.</p>	<p>a) Cercamento/isolamento das APPs das nascentes conforme raio mínimo de 50 metros, definido no novo Código Florestal;</p> <p>b) Intervenções voltadas ao estímulo à regeneração natural (técnicas de nucleação, controle de plantas invasoras etc.);</p> <p>c) Descompactação e dessassoreamento do solo/subsolagem (caso necessário);</p> <p>d) Plantio de mudas de espécies nativas e/ou dispersão de sementes na APP e áreas de recarga, quando viável;</p> <p>e) Manutenção dos plantios realizados (controle de formigas cortadeiras, controle de plantas invasoras, adubação de cobertura)⁽⁴⁾;</p> <p>f) Implantação de práticas de conservação de solo e água em áreas de recarga exploradas para agropecuária (terraceamento e construção de bacias de captação) e estímulo à adoção dessas práticas pelos proprietários⁽⁵⁾;</p> <p>g) Adequação ambiental de estradas rurais situadas em áreas de recarga;</p> <p>h) Atividades de Educação Ambiental objetivando internalizar nos moradores/ocupantes da propriedade a importância da conservação das nascentes;</p> <p>i) Capacitação dos moradores/ocupantes da propriedade para realizarem a manutenção dos plantios bem como o monitoramento das intervenções realizadas (plantios e práticas mecânicas) relatando ao CGM quaisquer anormalidades;</p> <p>j) Capacitação dos moradores/ocupantes da propriedade para operarem os instrumentos necessários ao monitoramento da quantidade da água das nascentes, armazenamento e repasse dos dados ao CGM.</p>

Quadro 7. Intervenções técnicas voltadas à preservação e recuperação de nascentes



- (1) A definição do estágio de conservação das nascentes será realizada pela Empresa de Apoio com base nos dados da ficha cadastral.
- (2) Deverão ser executadas conforme projeto técnico elaborado pela Empresa de Apoio.
- (3) O cercamento visa, sobretudo, o isolamento das APPs da presença de animais, favorecendo o processo de regeneração natural e protegendo o olho d'água da contaminação causada por estes. Deverá ser realizado com fios de arame liso ou farpado e estacas de madeira de florestamento (florestas plantadas) tratada, com números de fios e espaçamento entre as estacas variáveis de acordo com os tipos de animais criados nas propriedades, dos quais se pretende isolar as nascentes.
- (4) Os plantios de mudas ou sementeira com espécies nativas visam restabelecer a cobertura vegetal das APP's e de áreas de recarga (quando possível). Deverão seguir a boa técnica agrônomo-florestal (coveamento, rega, adubação, tutoramento etc.), prezando, principalmente, pela escolha de espécies adequadas para esses ambientes, bem como deverão adotar baixa densidade de indivíduos.
- (5) As práticas de terraceamento e construção de bacias de captação deverão ser realizadas mecanicamente com uso de trator e/ou implementos necessários, com especificações técnicas e métodos executivos variáveis conforme declividade, características do solo e uso e ocupação das propriedades rurais.



b) Implantação de infraestrutura de uso sustentável das águas de nascentes

Nos casos em que a ficha cadastral indicar que há o uso de água das nascentes pelos proprietários poderá ser implantado um Sistema Simplificado de Aproveitamento Sustentável (SSAS) a fim de que sejam mantidas na propriedade as atividades dependentes da água das nascentes, contudo, de forma sustentável. A implantação do Sistema Simplificado de Aproveitamento Sustentável será feita pela empresa executora.

Para implantação do Sistema Simplificado de Aproveitamento Sustentável poderá ser utilizado o método descrito por Crispim et al. (2012) que, em termos gerais, consiste em limpar o entorno das nascentes manualmente retirando materiais orgânicos como raízes, folhas, galhos e lama, e na sequência, coloca-se pedra preenchendo todo o entorno da nascente com pedras (pedra rachão, por exemplo), em seguida instalam-se as tubulações necessárias. A cabeceira é vedada com uma mistura feita com solo peneirado, cimento e água na proporção de 3x1 (solo-cimento). As pedras têm o objetivo de filtrar a água (Figura 66).

ESQUEMA DE PROTEÇÃO DE NASCENTES COM SOLO-CIMENTO

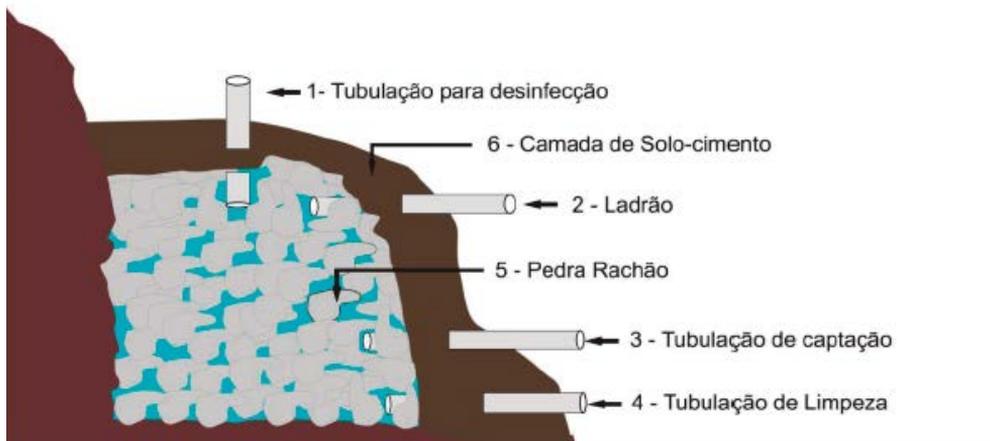


Figura 66. Representação de recuperação e aproveitamento de nascentes

Fonte: Adaptado de CRISPIM; PAGLIARINI, 2012.

As tubulações servem para permitir o escoamento da água e serão dispostas conforme sua função:

- Uma tubulação é instalada na parte superior da nascente cujo objetivo é receber água sanitária para tratamento e desinfecção da água, semestralmente, realizada pelo usuário/proprietário;
- Uma segunda tubulação é instalada logo abaixo e servirá como extravasor (ladrão) disposta de 15 cm a 20 cm acima da tubulação que serve para fornecimento de água;
- Uma terceira tubulação enviará água para consumo da propriedade;



d) Uma quarta servirá para esgotar a nascente no período da desinfecção semestral.

Trata-se de uma técnica bastante difundida em diversas regiões do país que deverá ser adaptada às diferentes realidades existentes da bacia do rio Mearim.

As estruturas protetoras das nascentes têm como objetivo evitar a contaminação, sobretudo da água para consumo humano já em sua origem, quer por partículas de solo, ou por matéria orgânica oriunda das plantas circunvizinhas, animais e outros.

A implantação do sistema deverá ser precedida de limpeza das proximidades da nascente, e em seguida deverá ser construída uma estrutura física de proteção contra aterramento e contaminação da área, com posterior implantação de um sistema de condução da água da nascente para fora da APP, onde esta deverá ser aproveitada pelos moradores das propriedades rurais, bem como pelos animais dessas propriedades.

Para o caso de nascentes pontuais, localizadas em encostas, por exemplo, esse sistema consistirá basicamente na construção de uma estrutura de solo-cimento para proteção do olho-d'água, em conjunto com materiais e ou equipamentos necessários à captação e disponibilização da água.

Para as outras situações relativas ao tipo de afloramento, localização da nascente na paisagem, propriedades com atividades de pecuária onde esteja ocorrendo o pisoteamento da nascente pelos animais etc., a metodologia para limpeza da nascente e implantação do Sistema Simplificado de Aproveitamento Sustentável de suas águas deverá ser adaptada, incluindo a previsão no projeto elaborado de bebedouro de água fora da área da nascente (fora do cercamento a ser realizado).

Por se tratar de uma intervenção em Área de Preservação Permanente a Empresa de Apoio deverá adotar todas as providências necessárias para, em conjunto com os proprietários, garantir a regularidade ambiental das intervenções. Em casos de maior complexidade caberá à Codevasf auxiliar na resolução da questão.

6.4 Capacitação e educação ambiental

Durante a implantação do PLANO NASCENTE MEARIM deverão ser ofertados aos proprietários e demais habitantes das propriedades rurais, aos membros do CGM, bem como à população do município interessada, eventos de divulgação do Plano e de sensibilização ambiental, cursos e treinamentos voltados à capacitação. Os cursos/treinamentos deverão contemplar temas variados e afins à preservação e recuperação de nascentes, como: hidrologia básica; conservação de recursos hídricos; plantios de espécies nativas; boas práticas de conservação de solo e água; proteção e captação de água de nascentes, entre outros a serem definidos conjuntamente com as partes envolvidas.

Deverá ser dada atenção especial à formação de um grupo constituído por pessoas dos segmentos acima mencionados, o qual deverá ser adequadamente capacitado para atuar na operação dos instrumentos de medição de vazão e de coleta, armazenamento, de amostra e aferição de parâmetros físico-químicos de água de nascentes. Esses membros serão considerados agentes ambientais comunitários no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM.

Os cursos/treinamentos serão conduzidos pela empresa de apoio contratada pela Codevasf e deverão ser realizados em diversos momentos/etapas da



implantação do PLANO NASCENTE MEARIM prevendo-se aos participantes o uso/distribuição, de forma gratuita, de cartilhas e materiais audiovisuais (vídeo aulas) que abordem os temas de forma didática, com emissão de certificados. O cronograma, o conteúdo e a metodologia deverão ser adequadamente delineados entre a Codevasf e a empresa de apoio na fase inicial de implantação do Plano.

6.5 Monitoramento e manutenção das intervenções realizadas

O monitoramento e a manutenção das intervenções realizadas têm como objetivo assegurar que essas cumpram, por maior tempo possível, as funções a que se destinam, e consistirão: i) na avaliação contínua do estado de conservação destas; ii) na verificação do seu funcionamento adequado; e, iii) na realização de reparos necessários.

Deverá ser de responsabilidade dos proprietários/beneficiários realizar o monitoramento e a manutenção das intervenções registradas por meio da assinatura do Termo de Adesão Voluntária, os quais deverão contar com o apoio dos CGMs e CCs, bem como capacitação mediante cursos e treinamentos previstos.

6.5.1 Monitoramento da quantidade e qualidade da água de nascentes

O Controle da qualidade da água deve ser assumido não só pelo poder público, mas por todos os usuários, pois a preservação da saúde pública e ambiental é requisito essencial da qualidade da água. Porém, a qualidade da água pode ser modificada por contaminação por microorganismos patogênicos e por meio da mudança das características físicas e químicas dos corpos d'água (MILARÉ, 2001).

Ainda conforme Milaré (2001) a poluição da água tem sido causada principalmente por esgotos domésticos, efluentes industriais, agrotóxicos e pesticidas, detergentes sintéticos, mineração, poluição térmica e por focos dispersos e não específicos, os quais geralmente estão relacionados à agricultura e pecuária.

O Brasil sempre dedicou atenção à proteção ao meio ambiente. Especialmente a partir da edição da Lei nº 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente o país vem implementando uma política ambiental de forma mais efetiva em observância/aplicação dos instrumentos, normas e padrões de qualidade preconizados/exigidos à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005) é um exemplo dessa política ao estabelecer a classificação dos corpos de água, apresentar diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes. Segundo Amado (2012) este enquadramento dos corpos d'água em classes, de acordo com o uso preponderante, tem por objetivo assegurar o controle qualiquantitativo dos usos da água, bem como o direito de acesso à água para os múltiplos usos.

A vigilância sobre a qualidade da água deve ser mais rigorosa considerando-se que os organismos humanos são mais susceptíveis às doenças veiculadas pela água. Em razão dessa afirmação o Ministério da Saúde editou a Portaria nº 2.914/2011 que estabelece procedimentos de controle de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.



Reconhecidamente, as nascentes constituem uma das fontes d'água alternativa utilizada para consumo, incluindo aí os usos para o abastecimento humano. Logo, cabe destacar o contido nos Art. 3º e 4º da referida Portaria, transcritos a seguir:

Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

Art. 4º Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Nesse contexto as nascentes trabalhadas no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM, independentemente do seu estágio de conservação ou da ocorrência de uso de suas águas no dia adia da propriedade, deverão ser monitoradas qualitativa e quantitativamente de forma permanente por meio da aferição sistemática e periódica de sua vazão e dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de suas águas, conforme o mencionado no item que trata do cadastramento, caracterização e espacialização das nascentes e áreas de recarga hídrica.

As aferições dos parâmetros de quantidade e qualidade da água das nascentes deverão ser realizadas pelos proprietários rurais com o apoio de integrantes dos CGMs, das CCs e/ou outras instâncias colegiadas locais, como por exemplo, Conselhos de Recursos Hídricos, de meio ambiente, dentre outros, preferencialmente com apoio de técnicos das instituições municipais e estaduais parceiras com domínio do tema, os quais deverão fazer a validação, sempre que necessário, das informações coletadas.

Para tanto, os proprietários das terras onde estão localizadas as nascentes, e também os membros dos respectivos CGMs e das CCs, deverão receber treinamento e capacitação adequados para a coleta dos dados qualitativos das nascentes, os quais deverão ser conduzidos pela Empresa de Apoio contratada pela Codevasf, e/ou por instituições parceiras que adotarem a metodologia proposta neste Plano.

A determinação da vazão poderá ser feita por métodos simples (volumétricos), e os parâmetros de qualidade da água a serem analisados serão selecionados de acordo com o uso da água, os parâmetros indicados para o consumo humano, a manutenção da vida aquática, a medida da biomassa, e as fontes de poluição. Todos os procedimentos de coleta, conservação e análise serão efetuados utilizando a metodologia analítica descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Waste water, American Public Health Association (APHA, 2005)*.

A Codevasf deverá estruturar e manter um banco de dados georreferenciados com acesso público e irrestrito via internet, contendo as informações de cada nascente identificada, cadastrada e/ou trabalhada no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM. Objetiva-se que esse banco de dados seja utilizado para avaliação da eficácia das ações implantadas no âmbito do plano uma vez que as intervenções realizadas têm efeito direto sobre a quantidade e a qualidade de água das nascentes e também para o monitoramento ambiental das microbacias de modo mais amplo.

Além de serem úteis para avaliação do PLANO NASCENTE MEARIM essas informações também serão de grande importância para a gestão dos recursos hídricos das sub-bacias onde estão localizadas as nascentes.



6.5.2 Estrutura do modelo de monitoramento

No âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM será adotado o modelo de monitoramento comunitário da água conforme metodologia da rede *Global Water Watch* (GWW) (DEUTSCH; HARTUP, 2004), representada na Figura 67.

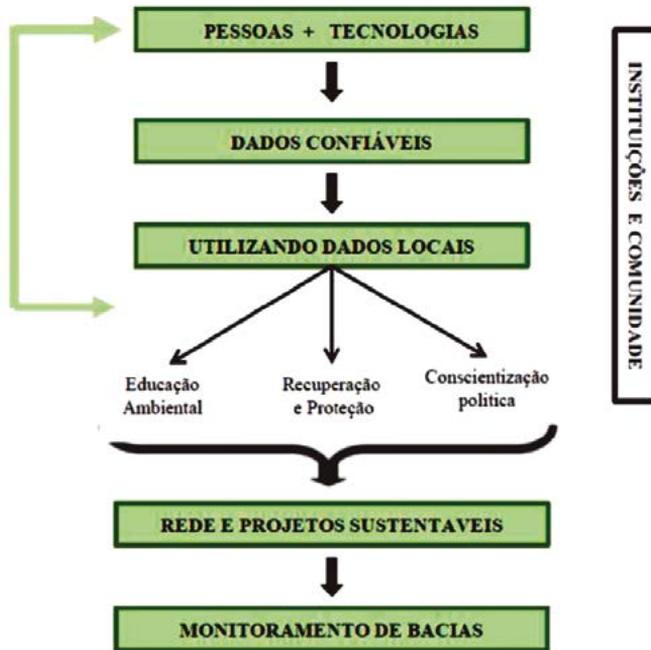


Figura 67: Modelo de monitoramento comunitário da rede *Global Water Watch* (GWW)

Fonte: DEUTSCH; HARTUP, 2004.

O Programa *Global Water Watch* (GWW) surgiu na Universidade de *Auburn*, localizada no estado de *Alabama* nos Estados Unidos da América (USA), e se espalhou por diversos países, como Filipinas, Equador, México, Indonésia e Brasil. No Brasil, teve início pelo vale do rio *Jequitinhonha*, no estado de *Minas Gerais*, com o *Fundo Cristão para Crianças* (FCC) trabalhando a formação de grupos de monitores em diversas comunidades rurais, onde muitas famílias se beneficiaram diretamente dos conhecimentos, instrumentos e metodologias de trabalho até então desconhecidos, mas essenciais à manutenção da saúde das pessoas e conservação e proteção dos recursos hídricos.

Nesse contexto, deverá ser estabelecido pela Empresa de Apoio um Planejamento do Monitoramento de Quantidade e Qualidade da Água das Nascentes, considerando os aspectos integrantes do modelo GWW, detalhado a seguir:

a) Pessoas

As pessoas são o primeiro elemento do modelo de monitoramento proposto. Elas deverão se organizar em grupos responsáveis por “cobrir” todos os pontos de monitoramento nas propriedades (as nascentes), devendo realizar coleta e avaliação da qualidade e quantidade da água, organização dos dados, avaliação dos problemas encontrados, e definição de estratégias de atuação para solução dos



problemas. Para tanto, torna-se essencial nesse modelo a participação dos CGMs e das CCs, ou a existência de lideranças locais que compreendam a importância da qualidade da água que possuam disposição para o trabalho voluntário e sejam capazes de organizar e manter grupos de monitoramento.

A formação desses agentes ambientais comunitários, conforme mencionado, terá as escolas dos municípios como parceria de extrema importância – haja vista a necessidade de participação ativa do setor educacional no CGM – uma vez que o ensino básico é um dos grandes responsáveis na formação das pessoas, sendo esta a instância ideal para que se obtenham as mudanças necessárias na forma de pensar sobre o ambiente, e na maneira de melhorar a convivência das pessoas com o meio em que vivem. A participação de educadores nos cursos de formação desses agentes de água possibilita um grande ganho na construção da rede de monitores ambientais.

b) Tecnologia

A tecnologia utilizada caracterizada por ser de baixo custo, simples de operar, precisa, na imensa maioria dos casos, permitirá a análise dos dados ainda em campo. Segue um protocolo de coleta e análise da qualidade da água aprovado pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) para os seguintes parâmetros físico-químicos e bacteriológicos: oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, dureza, turbidez, temperatura, sólidos suspensos totais, *Escherichia coli* e outros coliformes.

A seleção dos parâmetros a serem monitorados requer conhecimento das atividades de uso e ocupação do solo na propriedade, qualidade da água local, dos diferentes usos da mesma pelos proprietários, dos parâmetros e tecnologias disponíveis, e dos procedimentos de análise que assegurem a qualidade dos dados. Para tanto, torna-se indispensável à participação ativa de especialistas na capacitação de lideranças comunitárias, integrantes da equipe técnica da Empresa de Apoio, e formação de monitores capazes de avaliar a qualidade da água seguindo padrões de coleta e de análise preestabelecido.

c) Dados confiáveis

A geração de dados confiáveis requer, além da capacitação dos grupos, a estruturação de um plano de monitoramento pela comunidade – representada pelos proprietários rurais e pelos CGMs – que permita direcionar os esforços na aquisição e interpretação dos dados coletados. O planejamento é indispensável para a manutenção da participação comunitária uma vez que leva à reflexão dos objetivos que se almeja atingirem com o monitoramento.

No plano de monitoramento estabelecido devem estar contemplados, além do objetivo que se pretende alcançar, a definição dos parâmetros, os pontos de coleta, a forma de estruturação e interpretação dos dados coletados, e os responsáveis pela coleta dos dados.

Usualmente o monitoramento busca avaliar a quantidade e qualidade da água para o consumo humano, ou aprofundar o conhecimento sobre a dinâmica dos recursos naturais em uma bacia hidrográfica. A pertinência do foco e dos parâmetros escolhidos possibilita uma atuação efetiva do grupo de monitoramento na melhoria da qualidade de vida da população e a adequada avaliação dos efeitos das intervenções implantadas no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM, inclusive analisando indicadores de possíveis agentes causadores de doenças diarreicas de veiculação ou transmissão hídrica, responsáveis por elevadas taxas de mortalidade infantil em locais com saneamento básico deficiente.



A organização dos dados obtidos, sua interpretação, e disponibilização aos demais membros da comunidade é essencial também para definição das ações necessárias à proteção ambiental visando à remediação dos problemas novos que venham a surgir. A discussão dos resultados das análises com os municípios será promovida em seminários que auxiliem nas discussões dos problemas detectados, levantando possíveis causas e ações que possam contribuir para a melhoria do sistema hídrico.

d) Utilização de dados locais

Utilizando-se métodos tradicionais de monitoramento a experiência da rede GWW mostra que somente a participação da população no levantamento das informações, identificação dos problemas, e nas discussões dos planos de ação, torna sustentável esse processo de gestão em longo tempo.

Os dados gerados no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM serão utilizados pelas comunidades, sob a coordenação dos CGMs, na condução de quatro atividades: educação ambiental, proteção e recuperação ambiental, articulação institucional, e divulgação dos resultados. Os resultados do monitoramento também impulsionarão ações de proteção dos recursos hídricos por meio da adoção de práticas conservacionistas e preventivas da poluição, além de ações de recuperação de áreas degradadas.

A participação dos grupos de monitoramento junto às instituições governamentais na busca por apoio orçamentário para realização de ações que contribuam para o manejo sustentável dos recursos hídricos, nos municípios ou nas microrregiões, é outra importante atividade a ser realizada pelos monitores da qualidade da água.

e) Divulgação

A divulgação ocorre naturalmente quando os resultados alcançados com o monitoramento contribuem para melhoria da qualidade de vida da comunidade, e novos membros se interessam em participar do trabalho. Também pode ser o resultado de uma ação para a expansão do PLANO NASCENTE MEARIM, levando-o a outras bacias. Seja formal ou informal, a ampliação do escopo do monitoramento requer planejamento para garantia da qualidade no levantamento e interpretação dos dados, assim como na busca por soluções.

A divulgação das ações e dos resultados alcançados é importante por possibilitar a entrada de novos voluntários, ampliando assim a atuação de grupos existentes ou formando novos grupos de monitoramento, possibilitando a atuação em outras bacias hidrográficas.

f) Sustentação das redes

Algumas características, segundo Deutsch e Hartup (2004), são vitais para sustentabilidade do programa e grupos de monitoramento de águas:

- **Liderança:** a construção de um programa de monitoramento comunitário de qualidade e quantidade da água requer uma liderança que reconheça a importância da ação na melhoria da qualidade de vida, da necessidade de capacitação dos membros da comunidade, e da formação de parcerias capazes de fortalecer técnica e financeiramente o programa.



- **Planejamento:** o estabelecimento de uma visão comum do que se almeja obter é essencial para manter o foco das ações e a qualidade dos resultados.
- **Relevância:** os grupos de monitoramento devem perceber sua relevância no contexto sociopolítico e ambiental em que vivem, pois caso contrário, perdem a motivação no seu trabalho voluntário.
- **Flexibilidade com limites:** as características sociais e econômicas de cada país e região tornam necessária a adaptação dos objetivos e da forma de atuação da rede. Entretanto, os diferentes grupos devem seguir um direcionamento comum relativo à garantia da qualidade das informações geradas.
- **Parcerias:** as parcerias com instituições de ensino e pesquisa, Organizações Não Governamentais (ONGs), empresas e instituições de financiamento são essenciais na formulação e implementação do programa, garantindo a qualidade das informações geradas e continuidade das ações de monitoramento.

g) Instituições e políticas

A interação dos grupos de monitoramento com instituições políticas é muito importante para formação de parcerias que possam impulsionar os trabalhos e ampliar as ações. Para tanto, é imprescindível a compreensão pelos grupos da legislação pertinente aos recursos hídricos e ambientais, assim como o conhecimento da política local, para que os resultados do monitoramento possam ser avaliados e difundidos, e as ações de melhoria da qualidade da água sejam adequadamente tomadas.

Segundo Deutsch e Hartup (2004), o monitoramento comunitário possibilita às instituições ambientais governamentais e não governamentais o conhecimento da quantidade e qualidade da água em locais onde antes inexistia informação, podendo esse trabalho beneficiar não só a comunidade, mas instituições diversas.

No Brasil, trabalho semelhante com qualidade da água foi desenvolvido por Figueiredo et al (2008), da Embrapa Agroindústria Tropical, no Assentamento Rural de Santa Bárbara, no município de Jaguaratama no estado do Ceará, conforme consta no estudo “Monitoramento comunitário da qualidade da água: uma ferramenta para a gestão participativa dos recursos hídricos no semiárido”.

Exemplos de programas que adotam metodologias de qualidade de água podem ser encontrados no Distrito Federal (Programa “Adote uma Nascente” do Instituto Brasília Ambiental - IBRAM), no estado de São Paulo, a Fundação “SOS Mata Atlântica”, desde 1993 vem desenvolvendo uma metodologia de monitoramento da qualidade da água por meio do Programa Observando os Rios, cujas publicações apresentam metodologias de análise de qualidade da água a partir da participação de grupos de voluntários ao longo de toda área de abrangência da Mata Atlântica e do Distrito Federal. (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2017¹⁴).

Mais recentemente foi lançado no 8º Fórum Mundial da Água, março de 2018, a publicação do Instituto Mineiro de Gestão das Águas intitulada “Compartilhando experiências das águas de Minas Gerais – Brasil”, volumes 1 e 2, documen-

14 FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Observando os rios 2017:** o retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica. [2017?]. 45 f. Relatório. <Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SOSMA_Observando-os-Rios-2017_online.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2017



tos esses que trazem inúmeras ações para a produção de água, as quais contribuem principalmente com as estratégias de melhorias dos índices de qualidade da água a partir da governança de recursos hídricos entre o poder público, usuários, sociedade civil organizada, instituições de pesquisa, extensão etc. Experiências essas que podem ser replicadas não somente no estado de Minas Gerais, mas também em todo o território nacional, os documentos podem ser acessados em <http://www.igam.mg.gov.br/>.

Maiores informações sobre o tema podem ser encontrados no Portal de Qualidade das Águas da Agência Nacional de Águas - <http://portalpnqa.ana.gov.br/>.

6.5.3 Ferramentas utilizadas no monitoramento da água

a) Medição de vazão

Medição de vazão é todo processo empírico utilizado para determinar a vazão de um curso d'água. Segundo Santos (2001) os métodos de medição de vazão são: medição e integração da distribuição de velocidade, método acústico, método volumétrico, método químico, uso de dispositivos de geometria regular (vertedores e calhas Parshall¹⁵, e medição com flutuadores).

O método volumétrico poderá ser adotado no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM para medição de nascentes pontuais, por ser um método viável para pequenas vazões. É realizado através da medição do volume escoado durante um período de tempo estipulado anteriormente, obtendo assim a vazão média durante esse tempo.

Para a medição dos volumes utilizam-se tanques convenientemente aferidos; e para a contagem do tempo utilizam-se cronômetros (ROCHA, 2011). Nas nascentes difusas – que possuem vários pontos de afloramento juntos - poderá ser utilizado o método da calha Parshall.

b) Monitoramento da qualidade da água

O monitoramento da qualidade da água é realizado com uso de kits portáteis (conjunto ou estojo) compostos de frascos, reagentes, e outros materiais para realização de análises físico-químicas, acompanhado de um folheto explicativo sobre o modo de usar, abordando a importância ambiental das variáveis analisadas.

Essa ferramenta permitirá aos indivíduos treinados e denominados de Agentes Ambientais Comunitários monitorarem a qualidade da água nas nascentes do município, localidades onde residem, determinando diversas variáveis físico-químicas com precisão aceitável.

O uso do kit permite atender a grandes áreas, além de proporcionar uma alta frequência nas análises, tornando a metodologia uma ferramenta auxiliar de grande importância na avaliação e monitoramento da qualidade da água. É uma técnica simples e de grande aceitação nos diversos segmentos envolvidos com a formação dos agentes.

c) Uso de laboratórios regionais

Em casos que se fizerem necessárias análises mais detalhadas as amostras de água das nascentes serão encaminhadas a laboratórios reconhecidamente

15 Medidor de vazão tipo "Calha Parshall" é um equipamento utilizado na medição contínua de vazão e/ou mistura rápida de coagulantes em Estações de Tratamento de Água (ETA's) e Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's).



idôneos localizados nos municípios ou regiões onde se localizam as nascentes trabalhadas no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM. O encaminhamento dessas amostras será de responsabilidade da Empresa de Apoio, na fase cadastral, e dos CGMs, na fase de monitoramento pós-execução das intervenções. O uso de laboratórios servirá para dar cobertura a situações das nascentes em que os demais instrumentos usados apontarão para algum problema de maior amplitude que necessitem, portanto, de análises mais apuradas.

d) Uso de sondas multiparâmetros

As sondas de medição de qualidade da água possuem diversos sensores acoplados para medidas de diferentes parâmetros de forma simultânea, e são de grande utilidade em trabalhos de inventário e monitoramento da qualidade das águas em extensas áreas geográficas, especialmente em bacias hidrográficas. Essas sondas são instrumentos de precisão e podem ser usadas de forma estática (fixas em determinado local) ou de forma dinâmica (conduzidas por quem está monitorando).

Têm grande capacidade de armazenamento de dados e possibilitam o envio dos resultados via sistema de telemetria. Quando em modo fixo, podem ser acopladas em sistemas transmissores de dados, possibilitando um monitoramento em tempo real e de modo contínuo.

6.5.4 Avaliação da efetividade das ações executadas

A avaliação da efetividade das ações deverá ser pautada, sobretudo, em parâmetros de quantidade e qualidade das águas produzidas pelas nascentes. Espere-se, a partir das intervenções realizadas, que haja o aumento da vazão e melhoria das características físico-químicas e microbiológicas das águas das nascentes.

Desse modo, o efeito das intervenções sobre as nascentes deverá ser monitorada a partir da aferição periódica e continuada da vazão, e de parâmetros de qualidade da água das nascentes, conforme item 6.3.2. Esses procedimentos permitirão a criação de um banco de informações sólidas e confiáveis que possibilite avaliar a efetividade das intervenções executadas, inclusive daquelas voltadas ao envolvimento e sensibilização das populações beneficiadas acerca da preservação e conservação das nascentes.

A primeira aferição dos dados quali-quantitativos das nascentes, após as intervenções implantadas pela empresa executora, deverá ser realizada por membros dos CGMs, CCs e proprietários rurais, a título de demonstração. A partir de então, esses últimos deverão dar continuidade ao monitoramento dos parâmetros de quantidade e qualidade da água de forma periódica e permanente, contando com o apoio dos CGMs quando necessário.

Além do apoio técnico aos proprietários, os membros do CGM com formação técnica ligada ao objeto do PLANO NASCENTE MEARIM, deverão fazer a validação dos dados coletados por esses últimos, sempre que necessário. Ao CGM caberá, ainda, repassar os dados aferidos semestralmente à Codevasf e/ou a entes públicos parceiros (federais, estaduais ou municipais) responsáveis por fazer a gestão de recursos hídricos na bacia, os quais deverão fazer a recepção, armazenamento, tratamento e interpretação das informações.

Adicionalmente ao monitoramento das águas realizado pontualmente nas nascentes, a Codevasf poderá com o CGM, e eventualmente com apoio da Agência Nacional de Águas (ANA) e de instituições estaduais gestoras de recursos hídricos,



estruturar redes de monitoramento quali-quantitativo de água diretamente nos cursos d'água formados logo à jusante das nascentes trabalhadas.

As estações de monitoramento que integram a rede deverão coletar informações sobre quantidade e qualidade da água objetivando a verificação, nos cursos d'água de 1ª ordem (originado das nascentes) e de 2ª ordem (formados pela confluência de dois ou mais cursos de 1ª ordem), do efeito das intervenções realizadas no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM. Inicialmente deverá ser verificada junto à ANA e às instituições estaduais a disposição das estações de monitoramento já existentes e, nos casos em que estas não existam nos pontos estratégicos desejados, poderão ser implantadas. Caberá aos CGMs dos municípios onde essas redes serão introduzidas, dotados de condições técnicas e estruturais necessárias, realizarem as aferições necessárias ao monitoramento continuado do curso d'água.

6.6 Mecanismos de estímulos à adesão ao plano

A maioria das nascentes está localizada em propriedades rurais dos municípios, e uma minoria nas áreas urbanas. Para que seja obtido o sucesso almejado com a implantação do Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes é imprescindível que haja a adesão ou aceitação dos proprietários rurais quanto à execução das intervenções em suas propriedades.

Nesse sentido, deverão ser estabelecidos mecanismos que visem elevar a adesão dos proprietários quanto à execução de intervenções orientadas pelo PLANO NASCENTE MEARIM, de modo a compatibilizar a preservação e recuperação de nascentes, nos termos previstos em Lei, com a exploração econômica da propriedade, buscando minimizar situações de conflitos entre os dois pontos de vista.

A maior parte desses mecanismos é hoje definida no próprio "Novo Código Florestal", sobretudo, traduzida em possíveis benefícios acessíveis aos proprietários por meio do Programa de Regularização Ambiental (PRA) e do Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente.

Além dos atrativos previstos em Lei o PLANO NASCENTE MEARIM deverá buscar, mediante as ações de sensibilização e educação ambiental prevista em seu escopo, demonstrar aos proprietários rurais a importância da proteção de nascentes como fonte de água para a propriedade e para toda a sociedade.

6.7 Articulação interinstitucionais

Para viabilização da execução do PLANO NASCENTE MEARIM é imprescindível o engajamento do setor público nas esferas federal, estadual e municipal, bem como de segmentos organizados da sociedade com capacidade de mobilização e que possuam afinidade com a temática ambiental. A atuação de parceiros com a Codevasf deverá ocorrer em dois níveis:

a) Planejamento e apoio à gestão

No nível de planejamento e apoio à gestão a atuação dos parceiros se dará durante todas as fases do PLANO NASCENTE MEARIM. Deverão ser desenvolvidas atividades importantes para o fortalecimento do Plano como política pública, mediante sua internalização pelos parceiros, objetivando o apoio político, institu-



cional, legal e orçamentário, como forma de viabilização de sua efetiva implantação, bem como sua compatibilização com outras iniciativas governamentais.

Incluem como parceiros dessa etapa: Ministério da Integração Nacional (MI); Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Serviço Florestal Brasileiro (SFB); Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Secretaria Especial de Agricultura Familiar e Desenvolvimento Agrário; Ministério da Defesa – Exército Brasileiro; Ministérios Públicos Estaduais e Federal; Bancos Públicos; Governos Estaduais; Governos Municipais; Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim (CBH-Mearim); Comitês das sub-bacias e microbacias; Organizações Internacionais; dentre outros.

b) Executivo

A atuação dos parceiros se dará diretamente na fase de implantação das ações onde será necessária a participação de instituições públicas (federais, estaduais e municipais) e privadas, ONGs etc., com capacidade técnica e logística para apoiar a execução e manutenção das intervenções, bem como, com capilaridade e capacidade de mobilização social em escala local.

Nessa fase as parcerias estabelecidas serão de extrema importância, com destaque para as participações de CGMs, os quais deverão congregiar diferentes atores e representar diversos segmentos fundamentais para o sucesso do Plano, das CCs e, principalmente, a sociedade local.

São consideradas instituições importantes para a implantação do PLANO NASCENTE MEARIM: secretarias estaduais e municipais de meio ambiente; secretarias estaduais e municipais de recursos hídricos; secretarias estaduais e municipais de agricultura ou afins; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater); Comitê de Bacia Hidrográfica; Prefeituras; Igrejas; Associações e Sindicatos de Produtores Rurais; Companhias de Abastecimento e Saneamento; Comissões Gestoras de Reservatórios existentes na região; dentre outras.

Além disso, é possível obter apoio de fundações que já vêm desenvolvendo ações, tanto no âmbito local, estadual quanto nacional, em temas semelhantes, como exemplo a Fundação Banco do Brasil (FBB). O importante, além do aporte financeiro, é que essas instituições, por apoiar projetos no país inteiro, podem fornecer os elementos que viabilizaram técnica e economicamente aqueles desenvolvidos em outras bacias hidrográficas, como subsídio aos trabalhos do PLANO NASCENTE MEARIM.

6.8 Metas do PLANO NASCENTE MEARIM

O PLANO NASCENTE MEARIM prevê, inicialmente, atuar nas 2.526 nascentes identificadas pela Codevasf na bacia do rio Mearim, em um horizonte de quatro anos, objetivando a realização de intervenções voltadas à preservação e recuperação dessas nascentes, iniciando a contagem de tempo a partir da data da efetiva garantia dos recursos orçamentários e financeiros. Novas nascentes identificadas poderão ser incluídas ao longo do processo.

Condição necessária ao sucesso das ações do PLANO NASCENTE MEARIM pressupõe, como contrapartida, que o proprietário seja o responsável direto pela manutenção das intervenções realizadas.



Entretanto, fica patente que o quantitativo de nascentes a ser trabalhado apenas será cumprido se houver a participação, além dos produtores e da própria Codevasf, de outras entidades parceiras executoras, a exemplo do Exército Brasileiro, da Emater, dos estados envolvidos, das secretarias de estado da agricultura, dos órgãos estaduais de meio ambiente e recursos hídricos, das secretarias estaduais de educação e de saúde, entre outras.

Ainda, a experiência da Codevasf demonstra que a recuperação e controle de processos erosivos exige, para seu pleno êxito, a participação efetiva da iniciativa privada, da sociedade e dos governos, ao condicionarem financiamento ou outros incentivos à obrigatoriedade de aplicação de boas práticas de manejo de solo e água nas atividades produtivas desenvolvidas pelos beneficiários.

6.8.1 Análise estratégica para consecução das metas do plano

O sucesso do PLANO NASCENTE MEARIM depende de uma série de fatores e está sujeito a um conjunto de riscos, os quais devem ser registrados de modo que possam ser devidamente trabalhados, onde possível, desde a concepção até a efetiva implantação do Plano.

Partindo-se dessas premissas são abordados a seguir os principais aspectos relacionados ao êxito das ações atreladas à finalidade do Plano - o aumento da quantidade e a melhoria da qualidade da água da bacia do rio Mearim - de um lado abordam-se os fatores mais significativos atrelados ao sucesso do Plano e, de outro, é tecida uma análise estratégica onde se enfoca os pontos fortes capazes de contrapor aos pontos fracos, definindo-se diretrizes para aproveitar as oportunidades e enfrentar as ameaças:

a) Fatores críticos de sucesso do plano

As ações e atividades previstas para serem executadas no âmbito do presente Plano possuem vinculação com outros instrumentos e políticas governamentais, nacionais e internacionais, tais como o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) adotados em 2015 por ocasião da Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, e os compromissos assumidos pelo Brasil durante o Acordo de Paris resultantes da 21ª Reunião da Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (COP21) e da COP23, os quais deverão, segundo o Ministério das Relações Exteriores (Itamaraty) "orientar as políticas nacionais e as atividades de cooperação internacional nos próximos anos".

A bacia do rio Mearim tem sofrido um processo desordenado de ocupação do espaço geográfico com grave degradação ambiental, resultado das ações antrópicas que afetam os recursos hídricos e acarretam processos erosivos. As implicações decorrentes dessa ocupação, na maior parte dos casos, ocorrem em desacordo com a adoção de boas práticas de conservação de água e solo, ocasionando assoreamento e esgotamento de nascentes, erosão do solo, perdas produtivas de solos, contaminação das águas etc.

Neste contexto, é de se esperar ao longo do processo de revitalização das nascentes, um desafio no sentido de conciliar as atividades previstas no PLANO NASCENTES MEARIM com as ações de desenvolvimento econômico da



região, como exemplo aquelas previstas no Plano Desenvolvimento do Matopiba, de modo que o processo se dê de forma sustentável, zelando pela preservação ambiental das áreas de recarga e das APPs.

Do contrário, muito do esforço de recuperação de nascentes com foco na contribuição para o aumento da quantidade e de boa qualidade de água que flui para a calha principal do rio Mearim não será percebido pela sociedade, o que poderá levar a uma interpretação equivocada do seu real valor ambiental.

Muitos são os fatores que se relacionam ao sucesso deste importante Plano, mas os seus resultados e desempenho dependerão, sobretudo, da motivação de cada cidadão que aderir a esta causa, quer seja um servidor público, um pesquisador, um agricultor.

O que motivou a elaboração deste instrumento deverá ser perpetuado na luta pela conservação e preservação das áreas de recarga, e pela proteção e recuperação das nascentes e demais áreas de relevante interesse ecológico, espalhadas por esta região de beleza e riqueza inestimáveis, que formam a bacia do rio Mearim.

Portanto, a adesão coletiva e o empenho de toda a sociedade para a implantação do Plano formam, sem dúvida, o principal fator de sucesso para que a bacia hidrográfica do rio Mearim tenha água em quantidade e qualidade suficientes para seus usos múltiplos.

b) Análise SWOT

O Quadro 8 apresenta uma análise estratégica de riscos baseada na metodologia SWOT (Strengths - Forças; Weaknesses - Fraquezas; Opportunities - Oportunidades; e Threats - Ameaças), ou metodologia FOFA (Forças; Fraquezas; Oportunidades; Ameaças), aplicada ao PLANO NASCENTE MEARIM, que tem como objetivo elucidar o contexto em que o mesmo está inserido, com a finalidade de possibilitar o desenvolvimento de estratégias visando construir pontos fortes, eliminar os pontos fracos, aproveitar oportunidades, e enfrentar as ameaças.



FORÇAS	FRAQUEZAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Equipe Técnica Capacitada – Codevasf e Parceiros; 2. Capilaridade da Codevasf quando articulada com seus entes parceiros; 3. Experiência da Codevasf e de parceiros adquirida no âmbito do Programa de Revitalização entre 2004 e 2017. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fonte orçamentária definida; 2. Dificuldade de compreensão da importância da ação na esfera política, governamental, produtores e sociedade civil.
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Forte apelo político em relação ao tema “Nascente” em função da atual crise hídrica e da cobrança da população pela revitalização dos mananciais; 2. Necessidade de recomposição e recuperação ambiental de áreas de nascentes e outras APP's por parte dos proprietários rurais, para fins de regularização ambiental de suas propriedades, a partir de sua inscrição no CAR e adesão ao PRA, instituídos pela Lei nº 12.651/12; 3. Regulamentação, pelo governo federal, do Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente; 4. Crescente conscientização da sociedade nos meios urbano e rural quanto à importância da conservação dos recursos hídricos; 5. Aumento da demanda de utilização de recursos hídricos para atividades produtivas que dependem da preservação de nascentes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Não alocação de orçamento para implantação do PLANO NASCENTE MEARIM; 2. Baixa adesão pelos proprietários ao PRA, instituído pela Lei nº 12.651/12; 3. Proprietários não se interessarem pelo PLANO NASCENTE MEARIM

Quadro 8. Análise SWOT aplicada ao PLANO NASCENTE MEARIM

6.9 Orçamento

O orçamento para consecução das metas dentro do prazo estabelecido de quatro anos foi estimado considerando as seguintes premissas definidas com base em dados/estimativas técnicas:

- O PLANO NASCENTE deverá atuar, inicialmente, em 2.526 nascentes no meio rural na bacia do rio Mearim;
- Desse total de nascentes estima-se que 60% apresentam-se degradadas e 20% estão moderadamente preservadas/degradadas, sendo essas as nascentes passíveis de intervenções práticas voltadas à sua recuperação no âmbito do PLANO NASCENTE MEARIM, e demandarão intervenções voltadas ao manejo de solo e água em áreas à montante – no entorno das nascentes – com efeito direto sobre sua recarga;
- Estima-se que 20% são o percentual de nascentes preservadas, as quais poderão não sofrer intervenção prática no âmbito do presente PLANO NAS-



CENTE MEARIM. Todavia, demandarão ações de educação ambiental voltadas à manutenção de sua preservação.

Partindo-se dessas premissas deverá ser implantado um conjunto de intervenções visando à preservação e à recuperação dessas nascentes, em conformidade com o projeto técnico, que poderá ser executado integralmente ou parcialmente conforme cada situação listada nas premissas acima, podendo ser:

- Cadastramento, georreferenciamento, registro fotográfico e caracterização e elaboração de projetos técnicos de preservação e recuperação das nascentes;
- Cercamento, quando necessário, do perímetro da APP da nascente com raio de no mínimo 50 m, conforme legislação;
- Realização de estímulo à regeneração natural em APP's no entorno de nascentes, e plantios de enriquecimento, quando necessário;
- Terraceamento, quando necessário, em área mínima de dois hectares localizada na área de recarga da nascente;
- Construção de bacias de captação (barraginhas), quando necessário, em uma área de dois hectares situada na zona de recarga da nascente, em conformidade com o projeto técnico;
- Implantação de sistemas de captação e uso sustentável da água das nascentes, quando necessário;
- Aquisição de equipamentos e monitoramento continuado da quantidade e qualidade da água de todas as nascentes;
- Adequação ambiental de estradas rurais que impactam as áreas de recarga de nascentes, quando necessário;
- Ações de mobilização social, sensibilização, capacitação e educação ambiental.

Considerando as premissas estabelecidas para o PLANO NASCENTE MEARIM os tipos e os quantitativos de intervenções a serem realizadas em cada situação, estima-se um custo unitário por nascente de R\$ 18.000,00 – considerando: termo de referência, edital, licitação, e execução das obras, aquisição de instrumentos, incluindo o BDI.

O investimento total para implantação do Plano, considerando o quantitativo de 2.562 nascentes, é de R\$ 46.116.000,00 a ser investido em quatro anos, iniciando a contagem de tempo a partir da data da efetiva garantia dos recursos orçamentários e financeiros.

6.9.1 Fontes orçamentárias para implantação do plano

Os recursos orçamentários necessários à implantação do PLANO NASCENTES MEARIM poderão ser garantidos pelo próprio Governo Federal no âmbito do Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas, e ainda pelos governos estadual, municipais, organismos internacionais, iniciativa privada, instituições públicas de financiamento da agropecuária etc.

São indicadas a seguir possíveis fontes para o orçamento destinado a cobrir as despesas (correntes e de capital) previstas no PLANO NASCENTE MEARIM:

- Orçamento Geral da União (PAC, Emendas, etc.);
- Agência Nacional de Águas - ANA;



- MMA/Fundo Nacional de Meio Ambiente;
- Comitês de Bacias Hidrográficas – via recursos de cobrança pelo uso da água;
- Governo Estadual;
- Iniciativa privada.

6.10 Divulgação dos resultados

A divulgação dos resultados das ações é fundamental como forma de dar transparência, e possibilitar o conhecimento e a avaliação do PLANO NASCENTE MEARIM pela sociedade da bacia do rio Mearim e de outras bacias por todo o País, bem como pelos órgãos de controle.

A divulgação dos resultados auferidos pela implantação, parcial ou total, do PLANO NASCENTE MEARIM também poderá inspirar, estimular e contribuir para a realização de ações semelhantes em outras bacias hidrográficas do País, servindo também, por meio da evidenciação de obstáculos e superações, para o aprimoramento de iniciativas semelhantes. Sobretudo, considera-se que a divulgação dos resultados do PLANO NASCENTE MEARIM será notável pela demonstração dos benefícios em termos de aumento da quantidade e melhoria da qualidade da água almejada nesta ação.

Nesse sentido, a divulgação dos resultados do PLANO NASCENTE MEARIM pode também ser vista como suporte técnico para disseminar o efeito das ações a serem implantadas, previstas no seu escopo, e conscientizar/sensibilizar os ocupantes do meio rural de todo o País quanto à importância das práticas voltadas à conservação dos recursos naturais na exploração das suas propriedades e, especificamente, sobre a importância da preservação/conservação de nascentes. Outro aspecto importante será a avaliação e o reconhecimento da importância da participação da sociedade em um processo dessa natureza.

Os resultados da implantação do PLANO NASCENTE MEARIM deverão ser divulgados mediante produção de documentos técnicos, cartilhas, cartazes, material audiovisual, imprensa etc., que deverão contemplar toda a metodologia empregada, bem como a avaliação técnica dos resultados, embasada, sobretudo, nos dados de monitoramento da água das nascentes.





Transporte típico na bacia do rio Mearim (10)



Vereda (11)

7 O PLANO NASCENTE MEARIM NO CONTEXTO DO PROGRAMA DE REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

O PLANO NASCENTE MEARIM, pela natureza de suas ações, pode ser classificado como uma ação de fortalecimento e desenvolvimento do Programa de Revitalização das Bacias Hidrográficas desenvolvido pelo Governo Federal.

A Codevasf desde 2004, quando se deu início ao Programa de Revitalização das Bacias Hidrográficas, vem executando ações que objetivam a revitalização das bacias hidrográficas dos rios de sua área de atuação, atuando em diferentes componentes da estruturação do Programa de Revitalização, como: implantação de sistemas de esgotamento sanitário; obras voltadas ao abastecimento de água para consumo humano; coleta, tratamento e destinação de resíduos sólidos; apoio aos arranjos produtivos locais; produção e conservação de recursos pesqueiros; apoio à gestão de recursos hídricos; e recuperação de áreas degradadas/perturbadas e controle de processos erosivos.

As ações de recuperação e controle de processos erosivos visam promover a revitalização de bacias hidrográficas por meio de proteção, preservação, conservação e recuperação hidroambiental, a partir do estímulo ao uso sustentável dos recursos naturais, sobretudo, solo, água e recursos florestais, associado à melhoria das condições socioeconômicas das populações das bacias de atuação da Empresa.

Esse tipo de ação consiste essencialmente em intervenções voltadas ao estabelecimento do manejo adequado de solo e água nas propriedades rurais visando à redução da perda de solo, à recuperação de áreas degradadas, à conservação/preservação dos recursos naturais de modo geral, e à aplicação da legislação florestal, incluindo-se por consequência, a preservação e conservação de nascentes. São exemplos dessas intervenções:

- Construção de bacias de captação da água da chuva;
- Construção de terraços, associados ou não a bacias de captação;
- Adequação ambiental de estradas rurais;
- Conservação e/ou recuperação, por meio de revegetação e cercamento, de Áreas de Preservação Permanente (matas ciliares, áreas de topo de morro, entorno de nascentes), áreas de reserva legal, dentre outras áreas de vegetação nativa;
- Contenção/estabilização de voçorocas;
- Estabilização de margens de rios;
- Ações de sensibilização e mobilização social, educação ambiental e capacitação.

Uma das principais finalidades dessas ações é captar e acumular águas das chuvas aumentando assim sua infiltração no solo e promovendo o abastecimento dos lençóis freáticos e artesianos. As ações também ajudam a reduzir o escoamento



mento superficial de água, o que evita o arraste de sedimentos, o empobrecimento do solo e o assoreamento dos cursos d'água.

Até outubro de 2017 a Codevasf empreendeu em ações para revitalização das bacias hidrográficas de sua área de atuação investimentos de mais de R\$ 2,48 bilhões. Especificamente voltados para controle de processos erosivos já foram investidos cerca de R\$ 245 milhões (Figura 68 A a C; Figura 69 A a C; 70 A a C; 71 A a C; e 72 A e B).

Entre as diferentes formas de atuação, tendo como foco o controle de processos erosivos, foram executadas pela Codevasf nas bacias do rio São Francisco e Parnaíba, em parceria com outros órgãos federais, governos estaduais, prefeituras, associações e outros segmentos organizados, as seguintes intervenções práticas desde 2007:

1. Implantadas mais de 40 mil bacias de contenção da erosão e recarga hídrica da chuva (barraginhas)



Figura 68 A a C. Barraginhas implantadas pela Codevasf em Minas Gerais

Fonte: CODEVASF, 2015.

2. Implantados mais de 7,5 mil quilômetros de terraços para contenção da erosão e recarga hídrica das chuvas



Figura 69 A a C. Terraços implantados pela Codevasf em Minas Gerais

Fonte: CODEVASF, 2015.



3. Protegidos e/ou revegetados cerca de 20 mil hectares de áreas ciliares, topos de morros, e cerca de 1.300 nascentes protegidas.



Figura 70 A a C. Nascentes e mata ciliar cercadas pela Codevasf em Minas Gerais

Fonte: CODEVASF, 2015.

4. Readequadas ambientalmente estradas rurais, estabilização de voçorocas, e estabilização de margens de rios.



Figura 71 A a C. Contenção de margens e adequação de estradas na bacia do São Francisco; e controle de voçoroca na bacia do Parnaíba

Fonte: CODEVASF, 2016.

5. Realização de ações de sensibilização, mobilização, educação ambiental e capacitação da sociedade das bacias dos Rios São Francisco e Parnaíba.



Figura 72 A e B. Capacitação de produtores e técnicos extensionistas

Fonte: CODEVASF, 2017.





Serra Grande na cabeceira do rio Corda (12)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na avaliação das nascentes e das áreas de recarga hídrica do rio Mearim e de seus principais afluentes verificou-se, num contexto geral, a vulnerabilidade em que se encontram importantes áreas mantenedoras da condição hídrica da bacia. Degradação das nascentes, supressão da vegetação, queimadas, uso incorreto do solo, assoreamento e contaminação por esgotos sanitários são as observações mais importantes.

Em vista desse cenário, a preservação, conservação e recuperação dos mananciais são pontos fundamentais para a manutenção da perenidade dos cursos d'águas da bacia do rio Mearim. Considerando a possibilidade de agravamento das chamadas 'mudanças climáticas', urge a adoção de medidas que visem a segurança hídrica da bacia, com a participação de todas as partes envolvidas, onde todos os interessados tenham responsabilidades:

- i. Desenvolvimento de um amplo trabalho de educação ambiental e de uso correto de ocupação do solo com a população local, produtores e empresários em geral, e envolvendo as esferas de governo – federal, estadual e prefeituras municipais;
- ii. Conscientização e apoio aos proprietários e moradores circunvizinhos das nascentes e áreas de recarga, visando a conscientização para preservação dos recursos hídricos;
- iii. Realização de estudos para o uso correto e ocupação do solo na bacia, principalmente no Alto e Médio curso, tendo em vista a evolução do cultivo e o avanço sobre matas ciliares e, principalmente, das veredas e nascentes;
- iv. Criação de unidades de conservação de proteção integral abrangendo as áreas do entorno das nascentes formadoras do rio Mearim, como também dos seus principais tributários, notadamente os rios Pindaré, Grajaú, Grajauzinho, Corda e Flores;
- v. Estabelecimento de parcerias com instituições governamentais, locais e organizações locais ou regionais, incluindo comunidades tradicionais, para a criação de comitês gestores para a implantação do PLANO NASCENTE MEARIM, nas áreas escolhidas como prioritárias para a recuperação e proteção de nascentes;
- vi. Implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos domésticos e industriais, favorecendo a recuperação da ictiofauna, a diminuição da contaminação da população por doenças de veiculação hídrica e a melhoria da qualidade da água dos recursos hídricos;
- vii. Intensificação da fiscalização e monitoramento de atividades e empreendimentos que ocasionam degradação e contaminação dos recursos hídricos da bacia do rio Mearim.
- viii. Constituir corredores ecológicos entre as terras indígenas, unidades de conservação, territórios quilombolas e outras áreas protegidas, como por exemplo: áreas de preservação permanentes e reservas legais, com a finalidade de preservar e conservar as principais características socioambientais da bacia hidrográfica do rio Mearim.





Rio Buritirana (13)

REFERÊNCIAS

ABREU, B. V. **Estudos hidrológicos da bacia do rio Pindaré-Mirim**. 2013. 93 f. Projeto de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Base hidrográfica ottocodificada multiescalas 2017 (BHO 2017)**. 2018. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=f7b1fc91-f5bc-4d0d-9f4f-f4e5061e-5d8f>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: regiões hidrográficas brasileiras. Edição especial. Brasília: ANA, 2015. 163 p.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: regiões hidrográficas brasileiras. Edição especial. Brasília: ANA, 2017. 432 p. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>>. Acesso em: 5 mar. 2017.

_____. **Portal da qualidade das águas**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/>>. Acesso em: 29 jan. 2018.

ALVARENGA, A. P; BOTELHO, S. A; PEREIRA, I. M. Avaliação da regeneração natural na recomposição de matas ciliares em nascentes na região sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 360-372, out./dez. 2006.

AMADO, Frederico Augusto Di Trindade. **Direito ambiental esquematizado**. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2012. 826 p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21st Edition: Washington, DC: APHA, 2005.

BANDEIRA, Iris Celeste Nascimento (org.). **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. 294 p.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2001. p. 187-207.

BATISTELLA, M. et al. (Org.). **Relatório do diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico do estado do Maranhão**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite; São Luís, MA: Embrapa Cocais, 2013. 324 p.

BEZERRA, Denilson da Silva; MACHADO, Kamila de Arruda; GOMES, Almerita Costa. Outorga de direito de uso da água e a política maranhense de recursos hídricos. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, Caxias do Sul, v. 3, n. 2, p. 227-249, 2013.



BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. p. 123-145.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm#adct>. Acesso em: 13 dez. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 7.830**, de 17 de outubro de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-014/2012/Decreto/D7830.htm>. Acesso em: 13 dez. 2017.

BRASIL. **Lei nº 4.775**, de 29 de junho de 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm>. Acesso em: 13 dez. 2017.

_____. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 13 dez. 2017.

_____. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 13 dez. 2017.

_____. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 13 dez. 2107.

_____. **Lei nº 10. 831** de 23 de dezembro de 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm>. Acesso em: 12 dez. 2017

_____. **Lei n. 12.196, de 14 de janeiro de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12196.htm>. Acesso em: 13 dez. 2017.

_____. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 13 dez. 2017.

_____. **Lei nº 12.727**, de 17 de outubro de 2012. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm>. Acesso em: 13 dez. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. Brasília, [2017?]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencaodas-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 29 jun. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade brasileira**. [201-]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/bichos-da-seda-brasileiros>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental**. Brasília, 2006. 128 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011023605.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2018.



_____. Ministério do Meio Ambiente. **Ciclo hidrológico:** ciclo hidrológico e água subterrânea. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>. Acesso em: 29 jan. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Grupo Permanente de Trabalho Interministerial. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm):** 3ª fase (2012-2015), pelo uso sustentável e conservação da floresta. Brasília, 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos:** síntese executiva. Brasília, 2006. 135p. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=c37feae3-8169-4049-900b-e-8160661f541&groupId=66920>. Acesso em: 15 fev. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos:** documento base de referência. Brasília, 2003. cap. 5, p. 125-282.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal:** 2ª fase (2009-2011): rumo ao desmatamento ilegal zero. Brasília, 2009. 170 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca:** PAN – Brasil. Brasília, 2004. 242 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Sítio Rasmar:** APA da Baixada Maranhense (MA): planejamento para o sucesso. Brasília, 2008. 24 p.

BRASIL. Ministério do Meio ambiente; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Download de dados geográficos:** biomas. 2016. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).** Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/134-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

BRITO; C. D. S. B. et. al. As transformações socioespaciais urbanas enchentes do rio Mearim. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 16, 2010. Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: AGB, 2010.

CABRAL DA SILVA, T. et al. Caracterização de captações de águas de nascentes na bacia do rio Gramame: avaliação quantitativa preliminar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19. 2011, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2011. 16 p. CD-ROM.

CALHEIROS, R. de O. et al. **Preservação e recuperação das nascentes de água e de vida.** Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004. 54 p.



CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Apostila de hidrologia**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2006.

CASTRO, P. S.; LOPES, J. D. S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2001. 84 p. (Série Saneamento e Meio Ambiente, n. 296).

CASTRO, P. S.; GOMES, M. A. Técnicas de conservação de nascentes. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, v. 4, n. 20, p. 24-26. 2001.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. **O que é um CBH?**. Brasília, [2017?]. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/GestaoComites.aspx>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAIBA. Área de Gestão Estratégica. Unidade de Suporte Geo tecnológico. **Matopiba**. 2012. Arquivo eletrônico shapefile.

CONCEIÇÃO, C. A. F. et al. Avaliação físico-química do médio curso da bacia hidrográfica do rio Mearim – Pedreiras (MA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 53., 2013, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: CBQ, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil) (CONAMA). **Resolução nº 303**, de 20 de março de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

_____. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2013.

_____. **Resolução nº 369**, de 28 de março de 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil) (CNRH). **Resolução nº 32**, de 15 de outubro de 2003. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_contentview=articleid=14>. Acesso em: 13 dez. 2017.

CRISPIM, Jefferson de Queiroz et al. Conservação e proteção de nascentes por meio de solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica Rio do Campo no município de Campo Mourão – PR. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 4, p. 781-790, 2012.

CULTIVO ORGÂNICO. **Plantio direto, cultivo mínimo e cobertura viva e morta no plantio de hortaliças**. 2011. Disponível em: <<http://cultivehortaorganica.blogspot.com/2011/05/plantio-direto-cultivo-minimo-e.html>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

CUNHA, H. W. A. P. **Caracterização socioambiental do rio Mearim na cidade de Arari - MA**. São Luís, 2003. 108 f. Dissertação (Mestre em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, 2003.



CUNHA, H. W. A. P.; SILVA, A. C. Caracterização socioambiental do rio Mearim na cidade de Arari - MA. São Luís. **Rev. Ecossistema**, Espírito Santo dos Pinhais, v. 27, n. 1-2, p.31-36, jan./dez., 2003.

DEUTSCH, W.; HARTUP, W. (ed.). **Community-based water monitoring, global experiences for practical programs in watershed management**. In: Community Based Water Monitoring Monograph. Auburn, AL: Auburn University, 2004.

ENCONTRO NACIONAL DE PERFURAÇÃO DE POÇOS, 17., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABAS: IAH-BR, 2010.

FERREIRA, M. M. G. Do Alto Mearim ao Médio Mearim (MA): de espaço de conquista a lócus de fixação de migrantes nordestinos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 27., 2013, Natal. **Anais eletrônicos...** Natal: ANPUH, 2013. Disponível em: <http://www.snh2013.anpuh.org/resources/anais/27/1371345962_ARQUIVO_Mearimanpuh2013.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2018.

FIGUEIREDO, Maria Cléa Brito de et al. **Monitoramento comunitário da qualidade da água**: uma ferramenta para a gestão participativa dos recursos hídricos no semiárido. REGA, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 1, p. 51-60, jan./jun., 2008.

FILHO, M.C. et al. Hidrometria aplicada: medição de vazão da seção 2 do rio Cascavel. **Ambiência**, Guarapuava, PR, v. 5, n. 2, p. 333-342, maio/ago. 2009.

FONSECA, M. F. de A. C. et al. **Agricultura orgânica**: introdução às normas, regulamentos técnicos critérios para acesso aos mercados dos produtos orgânicos no Brasil. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 58 p. (Manual Técnico, 19).

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES (FCP). **Comunidades remanescentes de quilombos (CRQ's)**. 2017. Disponível em: <<http://www.palmares.gov.br/comunidades-remanescentes-de-quilombos-crqs>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (Brasil) (FUNAI). Disponível em <<http://www.funai.gov.br>>. Acesso em: 2 jun. 2017.

_____. **Índios no Brasil**: terras indígenas. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>>. Acesso em: 5 nov. 2017.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Observando os rios 2017**: o retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica. [2017?]. 45 f. Relatório. Disponível em: < https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SOS-MA_Observando-os-Rios-2017_online.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2017.

GALETI, P. A. **Conservação do solo, reflorestamento, clima**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 286 p.

_____. **Práticas de controle à erosão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1984. 278 p.



GALVÃO, R. Introdução ao conhecimento da área maranhense abrangida pelo Plano de Valorização Econômica da Amazônia. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, a. 17, n. 3, p.239-299, jun./set., 1955.

GASPAR, S. MARIA. F. S. et al. Avaliação de risco de pesticidas aplicados no município de Arari, Maranhão, Brasil: base para programa de controle ambiental do rio Mearim. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 15, p. 43-54, jan./dez., 2005.

HOLLANDA, M. P. de; CAMPANHARO, W. A.; CECÍLIO, R. A. Manejo de bacias hidrográficas e a gestão sustentável dos recursos naturais. In: MARTINS, L. D. et al. (Org.). **Atualidades em desenvolvimento sustentável**. Manhuaçu: FACIG, 2012. v. 1, p. 57-66.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 10 maio 2017.

_____. **Downloads**: geociências, organização territorial. 2016. Canal de arquivos para download. Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 10 maio 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Geociência. Coordenação de Cartografia. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro, 2012.

_____. Base cartográfica contínua do Brasil –1:250.000. 2016. In: BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Secretaria de Tecnologia da Informação. **Portal Brasileiro de Dados Aberto**. Disponível em: <http://dados.gov.br/dataset/ccar_bc250_terra_indigena_a>. Acesso em: 10 maio 2017.

_____. **Zoneamento geoambiental do Estado do Maranhão**: diretrizes gerais para ordenação territorial. Salvador, 1997. 44 p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de Proteção da Reserva Biológica do Gurupi** – Junho, 2012.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da limnologia**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. 1944.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de interação lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONES, L.F.; AIDAR, H (ed.). **Interação lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 129-141.

LACERDA, D. M. A.; FIGUEIREDO, P. S. **Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda-MA**: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. ACTA AMAZONICA, Manaus, v. 39, n. 2, p. 295 – 304, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v39n2/v39n2a08.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.



LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTA, J. A. **Restoration of degraded tropical rain forest landscapes**. Science, Washington, v. 310, p.1628-1632, 2005.

LINSLEY, R. K.; FRANZINI, J. B. **Engenharia de recursos hídricos**. Rio de Janeiro, RJ: McGraw-Hill do Brasil, 1978, 798 p.

LOPES, I. A. **Transporte de material particulado em suspensão pelos rios Grajaú, Pindaré e Mearim para o sistema estuarino da baía de São Marcos - MA**. São Luís. 2006, 93 f. Dissertação (Mestre em Sustentabilidade de Ecossistema) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006.

LOUREIRO, B. T. **Águas subterrâneas. Irrigação: produção com estabilidade. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n.100, p. 48-52, 1983.

LUZ, L.A. et. al. Diferenciação genética em populações da piranha vermelha, *Pygocentru snattereri* Kner (1860) (Characiformes: Serrasalminae), em bacias hidrográficas do nordeste do Brasil. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, SP, v. 75, n. 4, p. 838-845, 2015.

MACEDO, R.L.G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras, MG: UFLA: FAEP, 2000. 157 p.

MANDAVILLE, S.M. **Bioassessment of freshwater using benthic macroinvertebrates**: a prime. 1999 – Disponível em: <<http://chebucto.ns.ca/science/swcs/swcs>>. Acesso em: 29 jan. 2018.

MARANHÃO. Agência de Notícias. **Incentivos do Governo do Estado ampliam produção do Polo Gesseiro de Grajaú**. 2016. Disponível em: <<http://www.ma.gov.br/incentivos-do-governo-do-estado-ampliam-producao-do-polo-gesseiro-degrajau/>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

MARANHÃO. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão. **Base de dados – escala 1: 1.000,000**: político, 2014. Disponível em: <<http://www.zee.ma.gov.br/Portal/basededados>>. Acesso em: 10 maio 2017.

MARANHÃO. Secretaria de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano. **Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Mearim**: diagnóstico da bacia: resumo do diagnóstico. São Luís: MPB Engenharia, 2014. v. 1. Disponível em: <<http://www.secid.ma.gov.br/files/2014/10/RESUMO-DIAGNOSTICO-MEARIMAP-v1.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

MARANHÃO. Secretaria de Estado de Indústria Comércio e Energia. **Mineração**. [2017?]. Disponível em: <<http://www.seinc.ma.gov.br/areas-de-atuacao/mineracao/>>. Acesso em 14 dez. 2017

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no estado do Maranhão**. São Luís, Maranhão, 2011. Disponível em: <<http://www.sema.ma.gov.br/>>. Acesso em: 6 jun. 2017.



MARMONTEL, Caio Vinicius Ferreira. **Qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas do solo e estado de conservação da vegetação no córrego Pimenta São Manuel**. 2014. 77 f. Dissertação (Mestre em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014.

MEINZER, O. E. **The occurrence of ground water in the United States: with a discussion of principles**. Washington: Geological Survey, 1959. 321 p. (Geological Survey Water-Supply Paper, 489).

MILARÉ, E. **Direito do ambiente: doutrina, prática, jurisprudência, glossário**. 2. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2001. 783 p.

MOTTA, Eduardo Jorge de Oliveira; GONÇALVES, Ney E. Wanderley (org.). **Plano Nascente São Francisco: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio São Francisco: baseado na experiência da Codevasf em dez anos de revitalização**. Brasília: Codevasf: IABS. 2016. 124 p.

NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL (ONUBR). **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. Brasília, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 29 jun. 2017.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Nascentes protegidas e recuperadas**. Curitiba: Sema, 2010. 24 p.

PARANHOS, F.R.S da. **Proposta de recuperação e manejo de nascente em área rural do município de Álvares Machado – SP**. Presidente Prudente, SP: UNESP, 2012. 77 p.

PEREIRA, L. C. **Uso e conservação de nascentes em assentamentos rurais**. 2012, 187f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife, 2012.

PIEIDADE, F. O. Legislação ambiental e a gestão de unidades de conservação no Maranhão. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, Caxias do Sul, v. 3, n. 2, p. 175-189, 2013.

PINTO, L. V. A. **Características físicas da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras-MG, e propostas de recuperação de suas nascentes**. 2003, 165f. Dissertação (Mestre em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras. MG, 2003.

REIS, A; ZAMBONIN, R. M; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Caderno**, São Paulo, n. 14, 1999. 23 f. (Série Recuperação)

ROCHA, A. P. T. et al. **Manejo ecológico integrado de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: EPGRAF, 2011. v. 1, 323 p.

ROMEIRO, Francisco. **Monitoramento da qualidade de água. Brasília, 2012**. Slide 18. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/2821038/>>. Acesso em: 29 jun. 2017.



SABOGAL, C. et al. **Silvicultura na Amazônia Brasileira**: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria dos sistemas. Belém: CIFOR, 2006. 190 p.

SALTON, Júlio Cesar; HERMANI, Luís Carlos; FONTES, Clarice Zononi (Org.). **Sistema plantio direto**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa-SPI; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248 f. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, L. C. A. **Reflexões sobre água Subterrânea do Estado do Maranhão**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 26., 2010.

SANTOS, L. C. A.; LEAL, A. C. Gerenciamento de recursos hídricos no estado do Maranhão – Brasil - **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, Uberlândia, MG, v. 5, n. 13, p. 39-65, jun. 2013.

SANTOS, Leandro dos; SILVA Mendes Elenice. Diagnóstico das nascentes do córrego Texaco no município de Jauru-MT. In: SEMANA DE GEOGRAFIA, 11. Geografia: debates epistemológicos, cultura e meio ambiente; SEMAGEO 10. Semana de Geografia: a Geografia a serviço da sociedade mato-grossense, 2010, Cáceres, MT. **Anais** [...] Cáceres, MT: Unemat, 2010.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). Mapa hidrológico do Brasil, 2015. In: SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **GeoSGB**: dados, informações e produtos do serviço geológico do Brasil. Disponível em: <<http://geosgb.cprm.gov.br/downloads/#>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

SILVA, M. R. C. et al. Avaliação das concentrações de metais totais no sedimento médio curso do rio Mearim em Bacabal-MA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5., 2014, Belo Horizonte. **Trabalhos...** Belo Horizonte: IBEAS, 2014.

SILVA, Raimundo Nonato Medeiros da et al. Avaliação dos usos múltiplos da água e dos impactos ambientais no rio Pindaré. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2015, Fortaleza. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://www.confea.org.br/media/Agronomia_avaliacao_dos_usos_multiplos_da_agua_e_dos_impactos_ambientais_no_rio_pindare.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2018.

SOARES, E. C. **Peixes do Mearim**. São Luís: Instituto Geia, 2005. 142 p.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2004. 416 p.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions, American Geophysical Union**, Washington, v. 38, p. 913-920, dec. 1957.

THORNTON, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v. 38, n. 1, p. 55-94, jan., 1948.



TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS; ABRH, 2007. 946 p.

TUCCI, Carlos E. M.; MENDES, Carlos André. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006. 302 p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO (UEMA). Centro de Ciências Agrárias (CCA). Núcleo Geoambiental (NUGEO). **Atlas do Maranhão**. São Luís: GEPLAN. 2000.

_____. **Bacias hidrográficas e climatológicas no Maranhão**. São Luís, 2016. 165 p.

_____. **Regiões Hidrográficas do Estado do Maranhão**. 2016. Disponível em: <<http://www.nugeo.uema.br>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrológicas de cabeceiras. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2004. 210 p.

_____. **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 210 p.

_____. **Conservação de nascentes**: produção de água em pequenas bacias hidrográficas. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2011.

WADT, P. G. S. (ed.). **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003. 29p. (Documentos, 90).





Copa da vereda do rio Corda (14)



Cachos de coco babaçu (15)

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

CODEVASF

Sede

Eduardo Jorge de Oliveira Motta:

Capa e Contracapa

Folhas de rosto: 1 a 13

Figuras: 7 A a D ; 9; 10; 11; 13; 14 A e B; 15; 16; 17; 18 A a F; 19 A a F; 20; 21 A a F; 27 A a H; 29; 31 A e B; 33 A e B; 34 A a F; 35 A a F; 36 A a D; 37 A a D; 38 A a D; 40 B; 41 A a D; 47; 48; 49 A e B; 52; 53; 54; 55 A e B; 56 B; 57 B; 58 e 65 A e B.

1ª Superintendência Regional

Arquivo 1ª/GRR/UMA:

59; 60 A e B; 61 A e B; 62; 68 A a C; 69 A a C; 70 A a C; 71 A a C e 72 A e B.

4ª Superintendência Regional

André Luiz Oliveira Santos:

40 A e 56 B.

8ª Superintendência Regional

Emanuell Florêncio Passos Martins

57 A.





