



# PLANO NASCENTE PARNAÍBA

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







# PLANO NASCENTE PARNAÍBA

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

Fundamentado na Experiência da Codevasf em  
Recuperação e Controle de Processos Erosivos



Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba



Brasília - junho 2016

Organizadores  
**Eduardo Jorge de Oliveira Motta**  
**Ney E. Wanderley Gonçalves**

Editoração  
**Flávio Silva Ramos - Editora IABS**

Revisão gramatical e ortográfica  
**Stela Máris Zica**

Projeto gráfico e diagramação  
**Rodrigo Diniz Torres - Toro Criativo**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

PLANO NASCENTE PARNAÍBA: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba / Eduardo Jorge de Oliveira Motta e Ney E. Wanderley Gonçalves (organizadores). Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) / Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2016.

ISBN 978-85-64478-52-7  
174 p.

1. Preservação e recuperação de nascentes. 2. Controle de processos erosivos. 3. Revitalização hidroambiental. I. Título. II Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf). III. Editora IABS.

CDU: 502/504

---



**Michel Miguel Elias Temer Lulia**

Vice-Presidente da República no Exercício do Cargo de Presidente da República

**Helder Zahluth Barbalho**

Ministro de Estado da Integração Nacional

**Kênia Régia Anasenko Marcelino**

Presidente da Codevasf

**Eduardo Jorge de Oliveira Motta**

Diretor da Área de Revitalização das Bacias Hidrográficas

**Luiz Napoleão Casado Arnaud Neto**

Diretor da Área de Gestão dos Empreendimentos de Irrigação

**René Dubois**

Diretor da Área de Desenvolvimento Integrado e Infraestrutura

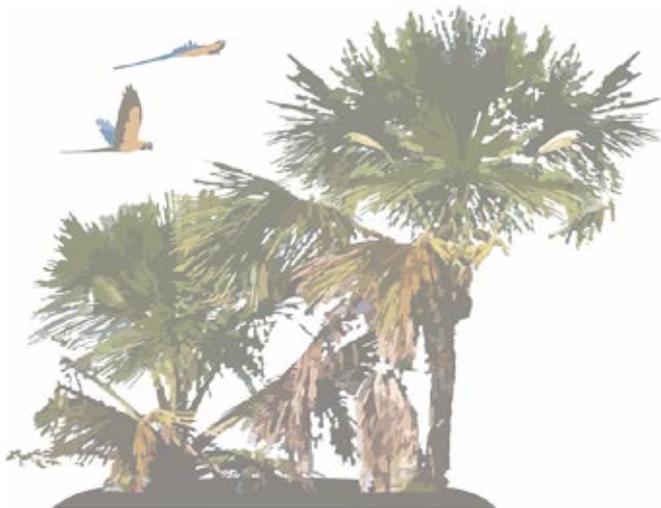


# PLANO NASCENTE PARNAÍBA

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

*“Da mesma forma que a água cria condições para a vida, a vida mantém as possibilidades de continuidade de existência de água na Terra”*

*Mário Wrege, hidrogeólogo (UFRGS)*



## PREFÁCIO

*Ministério da Integração Nacional*

Nós, brasileiros, vivemos em uma terra privilegiada do ponto de vista hidrográfico. Nenhum país abriga mais água doce em seu território do que o Brasil, que reúne 12% da quantidade disponível no globo. Pelo nosso solo corre o maior de todos os rios, o rio Amazonas, eixo da maior bacia hidrográfica do mundo. Contamos também com outras grandes bacias – como a do São Francisco, a do Tocantins-Araguaia, a do rio Paraná e a do rio Parnaíba –, e a dimensão de todas elas contribui para a ideia de abundância de água. No entanto, a riqueza natural não é capaz, por si só, de evitar escassez de água para o uso das famílias e da produção.

Populações de vastas áreas do Brasil convivem com precariedade no acesso à água, e nem sempre o problema resulta de uma baixa disponibilidade do recurso na natureza. É verdade que algumas regiões, como o rico Sudeste, têm sofrido mais recentemente os efeitos da combinação entre alta demanda de água e reservas castigadas por estiagens. Na Amazônia, porém, há crônicos problemas de abastecimento motivados pela ausência de infraestrutura adequada, em gritante contradição com a extraordinária riqueza de mananciais.

Problemas distintos requerem estratégias diferenciadas de enfrentamento. No Nordeste, o desafio histórico é fazer com que a grandeza das bacias do rio São Francisco e do rio Parnaíba seja capaz de eliminar o sofrimento crônico causado aos habitantes do semiárido pela escassez de água. Para alcançarmos essa conquista, é preciso avançar em três frentes: fazer obras de infraestrutura, atuar na revitalização das bacias e disseminar o uso sustentável do solo e das águas, eliminando práticas nocivas à natureza.

Estamos perto de concluir a maior obra de segurança hídrica da história brasileira, o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), destinado a beneficiar 12 milhões de moradores da região semiárida nos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte.

Paralelamente à obra, o governo federal tem investido na revitalização da Bacia do Rio São Francisco, trabalho realizado em parceria com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf).

Com o Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio São Francisco adquirimos diretrizes consistentes para fortalecer o “Velho Chico” e propiciar o aproveitamento sustentável das suas águas, a fim de impulsionar o desenvolvimento regional e a melhoria das condições de vida das pessoas.

Agora, apresentamos um documento capaz de orientar a eliminação de ameaças às fontes que alimentam o rio Parnaíba e o aquífero da região: o Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba.

Este Plano vai aperfeiçoar a formulação e a execução de políticas públicas voltadas ao melhor aproveitamento das águas da bacia do rio Parnaíba – incluindo a realização de obras de infraestrutura, a perenização de rios, o aumento da produtividade na irrigação e a preservação dos mananciais. A expectativa é impulsionar o desenvolvimento socioeconômico de comunidades, aprimorando as condições de vida da população.

**Helder Zahluth Barbalho**

Ministro de Estado da Integração Nacional



A bacia do rio Parnaíba é a segunda mais importante do Nordeste brasileiro e representa a mais densa rede hidrográfica dessa região. Possui um sistema de aquíferos de grande importância ambiental e socioeconômica, objeto de ação do Governo Federal, traduzida na elaboração de importantes instrumentos de desenvolvimento, destacando-se: o Zoneamento Ecológico Econômico, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) publicado em 2005 com foco nos cerrados do sul do Piauí e do Maranhão; o Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba, lançado em 2006; o Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAP), publicado em 2006 pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf); e o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba (PDA Matopiba), lançado em 2015 por meio do Decreto Presidencial no 8447/2015, todos com finalidade de promover e coordenar políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico sustentável da região.

O rio Parnaíba e seus tributários têm contribuído decisivamente para o desenvolvimento econômico dos estados onde estão inseridos, a partir do uso dos seus recursos naturais. Entretanto, o processo de ocupação dessa região hidrográfica tem sido caracterizado pelo uso desordenado do solo e dos recursos hídricos, em razão de uma agricultura e pecuária, em geral implementadas sem uso de práticas conservacionistas, conduzindo à degradação dos solos e ao esgotamento de suas nascentes e de suas respectivas áreas de recarga, resultando, conseqüentemente, em elevado índice de assoreamento e alteração do regime hídrico dos cursos d'água. A exploração vegetal, agrícola e pecuária, tal como realizada por mais de 200 anos, tem levado à degradação da bacia, de forma a afetar o desenvolvimento e comprometer a segurança dos biomas Cerrado e Caatinga.

O PLANO NASCENTE PARNAÍBA (Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba) representa um instrumento fundamental na definição de estratégias de preservação e recuperação da bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Traz uma caracterização abrangente da bacia, arcabouço conceitual, bases legais e orientações técnicas sobre a preservação e recuperação de nascentes, com atenção também para os aspectos institucionais e orçamentários necessários para a sua consecução com efetividade, incluindo

o monitoramento da qualidade e quantidade da água, efetividade das ações executadas, capacitação e educação ambiental.

Este documento por si só já seria de suma importância para promover a recuperação das áreas degradadas da bacia, mas, além disso, recomenda a recuperação de áreas de grande vulnerabilidade ambiental, sendo este um fato inovador para o atendimento de políticas públicas, tornando-o um instrumento técnico que tem a finalidade de auxiliar os gestores da bacia na implementação da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012 (Novo Código Florestal).

O PLANO NASCENTE PARNAÍBA é uma contribuição fundamental da Codevasf para a revitalização da bacia hidrográfica do rio Parnaíba, o qual passa a ser um instrumento de referência para os Governos Federal, Estadual e Municipal e a sociedade como um todo.

**José Sarney Filho**

Ministro de Estado do Meio Ambiente





1ª Expedição oficial da Codevasf às nascentes do rio Parnaíba, 17/04/2016.  
Felipe Mendes, Eduardo Motta, Fabrício Líbano, Fabiano Dias, Talita Salomão, (1)

## APRESENTAÇÃO

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 Parnaíba, que tem por objetivo assegurar a sustentabilidade ambiental dessa bacia hidrográfica.

No contexto da Revitalização de Bacias Hidrográficas e do Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado do Vale do Parnaíba (Planap), a Codevasf está realizando ações de recuperação, conservação e preservação da bacia do rio Parnaíba.

Trata-se de uma das regiões hidrográficas mais importantes do Nordeste brasileiro. Abrange uma área de 333.056 km<sup>2</sup> (ANA 2015), nos estados do Piauí, Maranhão e Ceará, alcançando 279 municípios com uma população de cerca de 5 milhões de habitantes.

Nessa conjuntura, o rio Parnaíba e seus tributários têm contribuído decisivamente para o desenvolvimento econômico dos estados onde estão inseridos, a partir do uso dos seus recursos naturais. Entretanto, o processo de ocupação dessa região hidrográfica, caracterizado pelo uso desordenado do solo e dos recursos hídricos, em razão de uma agricultura e pecuária extensiva e intensiva, em regra geral, sem uso de práticas conservacionistas, vem conduzindo à degradação dos solos e ao esgotamento de suas nascentes e de suas respectivas áreas de recarga, resultando, conseqüentemente, em elevado índice de assoreamento e alteração do regime hídrico dos cursos d'água. A exploração vegetal, agrícola e pecuária, tal como desencadeada por mais de duzentos anos, tem gerado cicatrizes acentuadas que afetam o desenvolvimento e comprometem a segurança dos Biomas Cerrado e Caatinga, predominantes na bacia do rio Parnaíba, que se estende pela floresta tropical, culminando na área de vegetação litorânea, com destaque ao Delta do Parnaíba, de beleza e riqueza natural que se destacam no cenário geográfico nacional e do planeta como um todo.

Diante dessa realidade, a Codevasf tem pautado a sua gestão na implantação de uma política de desenvolvimento por meio de ações integradas e permanentes capazes de promover o uso sustentável dos recursos naturais.

Assim, o PLANO NASCENTE PARNAÍBA surge como uma proposta para combater as causas de degradação da bacia do rio Parnaíba por meio da

recuperação de nascentes, articulação interinstitucional voltada para a conservação e manejo da água, do solo e dos recursos florestais, componentes imprescindíveis à economia sustentável.

Contudo, para que este Plano tenha sucesso é fundamental que haja um envolvimento profundo da sociedade na sua implantação. Os avanços das fronteiras agropecuárias na região conhecida como MATOPIBA, notadamente no platô onde incide a área de recarga que alimenta as principais nascentes do rio Parnaíba, à montante da serra das Mangabeiras, ameaçam a saúde ambiental da bacia hidrográfica. Por essa razão, faz-se necessária a recuperação de uma área de vegetação nativa na área do citado platô, preferencialmente por meio da expansão da área do Parque Nacional das Nascentes do Parnaíba, como também que as áreas de reserva legal das propriedades produtoras daquela região, sejam inseridas, preferencialmente, na parte de recarga do platô da serra das Mangabeiras. Nessa perspectiva, essas áreas, uma vez revegetadas com árvores nativas do Cerrado, sejam transformadas em uma Unidade de Conservação - UC, agindo como área de amortecimento aos processos erosivos e propiciando a infiltração de águas pluviométricas e, assim, garantir no futuro a perenidade, dentre outras, das nascentes das micro bacias dos rios Quente - Parnaíba, Corriola, Pintado, Pintadinha, Salto, Lontra, Forte, principais cursos hídricos das cabeceiras do rio Parnaíba e, dessa forma, assegurar a sobrevivência e a segurança hídrica necessária do rio, condição essencial para o desenvolvimento do vale e das populações que dele vivem.

É imprescindível, também, à existência de instituições ambientais devidamente instrumentalizadas para exercerem adequadamente os seus papéis de fiscalização, controle e monitoramento e, assim, garantirem o cumprimento da legislação ambiental vigente e o êxito das ações de desenvolvimento sustentável em curso naquela bacia hidrográfica.

**Eduardo Jorge de Oliveira Motta**

Diretor da Área de Revitalização das Bacias Hidrográficas



O PLANO NASCENTE PARNAÍBA traduz-se numa proposta da Codevasf direcionada à preservação e conservação hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Parnaíba, por meio da realização de intervenções práticas, indispensáveis à recomposição vegetal das Áreas de Preservação Permanente (APPs), à conservação das áreas de recarga hídrica 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 Parnaíba corresponde a uma das 12 regiões hidrográficas brasileiras definidas pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Caracteriza-se por ser uma das mais importantes da Região Nordeste do Brasil abrangendo uma área de 333.056 km<sup>2</sup> (ANA 2015) (aproximadamente 4% do território nacional), compreendendo terras dos estados do Piauí (77% da Região Hidrográfica-RH), Maranhão (19% da RH) e Ceará (4% da RH).

O processo de degradação dos recursos ambientais no rio Parnaíba não é recente, embora tenha se acentuado a partir da metade do século passado, em decorrência dos crescentes usos consultivos de suas águas e de atitudes comportamentais do homem com tendências em sentido contrário à manutenção do equilíbrio ambiental. Diante deste quadro, verifica-se o avanço do assoreamento do seu leito e dos seus afluentes, da degradação de suas nascentes, da destruição de matas ciliares, da devastação de outras APPs, geralmente associadas ao desmatamento, às queimadas e à poluição.

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, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade da água. São, portanto, áreas especiais e de grande importância para a sustentabilidade da bacia hidrográfica.

O Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia hidrográfica do rio Parnaíba - PLANO NASCENTE PARNAÍBA, tem por objetivo definir uma relação de equilíbrio entre o desenvolvimento humano e o meio ambiente dessa bacia, introduzindo um conceito de recurso disponível para exploração racional além da simples sobrevivência, visando melhorar a qualidade de vida dos brasileiros que vivem ao longo dessa bacia e dela dependem para alcançarem o desenvolvimento sustentável.

As estratégias de recuperação, conservação e preservação de nascentes devem englobar pontos básicos como: controle da erosão do solo por meio de estruturas físicas e barreiras vegetais de contenção, minimização de contaminação química e biológica, freando, ao máximo, o desperdício e a degradação da água pela adoção de usos racionais de consumo.

Nesse contexto, 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 garantir a segurança hídrica na citada bacia.

O PLANO NASCENTE PARNAÍBA define de vital importância, dentre as suas estratégias de maior relevância, promover a integração dos governos federal, estaduais e municipais; a iniciativa privada e as organizações não governamentais, contando, naturalmente, com os interesses e a participação da sociedade.

A Codevasf, que nos últimos 12 anos tem pautado a sua atuação na recuperação hidroambiental das bacias hidrográficas que opera, destaca, como premissas de sucesso, o despertar do interesse, o envolvimento, a participação ativa e o empoderamento tanto dos beneficiários diretos (proprietários das terras) quanto das populações afetadas positivamente, mesmo que de forma indireta, pela execução dos projetos. Ilustram essa alegação, entre outras, a revitalização ambiental da microbacia do alto rio Pará/MG e o Programa de Proteção de Áreas de Preservação Permanente e de Recarga Hídrica em Extrema/ MG, desenvolvido pela ANA, intervenções que tiveram no envolvimento social o fator fundamental para o êxito de suas ações.

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

- Cadastramento, georreferenciamento, registro fotográfico, caracterização e elaboração de projetos técnicos de preservação e recuperação de nascentes;
- Cercamento do perímetro da APP da nascente com raio mínimo de 15 metros (para propriedades inscritas no CAR, conforme legislação);
- Realização de plantios de enriquecimento e estímulo à regeneração natural em APP's no entorno de nascentes;



- Terraceamento em área mínima de 2 hectares localizada na área de recarga da nascente;
- Construção de 2 bacias de captação (barraginhas) em uma área de 2 hectares situada na zona de recarga da nascente;
- Implantação de sistemas de captação e uso sustentável da água das nascentes;
- 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;
- Ações de mobilização e organização social, sensibilização, capacitação e educação ambiental.

A estimativa de custos para a implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA levou em consideração algumas premissas, a saber:

- O PLANO NASCENTE PARNAÍBA tem um horizonte temporal estimado em 5 anos, iniciando a contagem de tempo a partir da data da efetiva garantia dos recursos orçamentários e financeiros.
- O PLANO NASCENTE PARNAÍBA tem previsão de atuar, inicialmente, em 4.000 nascentes no meio rural na bacia do rio Parnaíba, considerando o horizonte temporal inicial acima definido;
- A média da despesa total unitária (corrente e de capital) para cada nascente trabalhada foi estimada em R\$ 16.000,00.

A experiência da Codevasf ao longo dos 12 anos de atuação nessa área, credencia a empresa a definir um conjunto de intervenções a que será submetida cada nascente, que poderá ser executado integral ou parcialmente, conforme o estágio de conservação caracterizado e registrado por ocasião dos trabalhos de campo.



Com base nas premissas acima estabelecidas para o PLANO NASCENTE PARNAÍBA, nos tipos de intervenções, nos quantitativos estimados, no custo médio aproximado de R\$ 16.000,00 por nascente (referenciado em janeiro de 2016), resulta, portanto, um investimento total de R\$ 64.000.000,00 ao longo dos próximos cinco anos.

A garantia da disponibilização dos recursos orçamentários necessários à implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA poderá ser obtida do próprio Governo Federal, no âmbito, entre outros, de programas de revitalização de bacias hidrográficas, pelos Governos Estaduais e Municipais, por organismos internacionais, pela iniciativa privada e por instituições públicas e privadas de financiamento.

A seguir estão indicadas possíveis fontes contribuidoras para o orçamento e financiamento destinado a cobrir as despesas (correntes e de capital) consequentes à implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA, a saber:

- Orçamento Geral da União (OGU);
- MMA/Fundo Nacional de Meio Ambiente;
- Comitês de Bacias Hidrográficas – via Cobrança pelo Uso da Água;
- Instituições Oficiais de Financiamento;
- Organismos internacionais;
- Iniciativa privada.



# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	22
LISTA DE QUADROS	23
SIGLAS E ABREVIACÕES	23
1. INTRODUÇÃO	25
2. DIRETRIZES DO PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DA BACIA DO RIO PARNAÍBA	29
3. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA	31
3.1. HIDROGRAFIA DA BACIA DO PARNAÍBA	34
3.2. PRINCIPAIS AFLUENTES DO RIO PARNAÍBA	37
3.2.1. Alto Parnaíba	37
3.2.2. Médio Parnaíba	38
3.2.3. Baixo Parnaíba	40
3.3. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	40
3.4. CLIMA	43
3.5. SOLOS DA BACIA DO PARNAÍBA	45
3.5.1. Alto Parnaíba	45
3.5.2. Médio Parnaíba	46
3.5.3. Baixo Parnaíba	46
3.6. COBERTURA VEGETAL NA BACIA DO PARNAÍBA	49
3.6.1. Alto Parnaíba	51
3.6.2. Médio Parnaíba	51
3.6.3. Baixo Parnaíba	52
3.7. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA	54
3.7.1. Comitês de Bacias e Comissões Gestoras de Barragens	54
4. BASES TEÓRICAS	57
4.1. CICLO HIDROLÓGICO	57
4.2. O CONCEITO DE BACIA HIDROGRÁFICA	58
4.3. NASCENTES	62
4.4. DEGRADAÇÃO DE NASCENTES	68
4.5. PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES	72
5. ASPECTOS LEGAIS	81
6. O PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DA BACIA DO RIO PARNAÍBA	93

<b>6.1. ARRANJO E PROPOSTA EXECUTIVA</b>	<b>93</b>
6.1.1. Comitês Gestores Municipais	96
6.1.2. Comissões Comunitárias	97
6.1.3. Empresa de Apoio	98
6.1.4. Empresa Executora	99
6.1.5. Codevasf	99
6.1.6. Proprietários rurais	99
6.1.7. Comitês de Bacias e Comissões Pró-Comitês	100
6.2. DEFINIÇÃO DAS SUB-BACIAS PRIORITÁRIAS	100
6.2.1. Critérios para estabelecimento da prioridade entre as sub-bacias	102
6.2.2. Bacias Prioritárias para atuação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA	108
6.3. IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DO PARNAÍBA	108
6.3.1. Identificação das nascentes e áreas de recarga hídrica a serem trabalhadas	109
6.3.2. Cadastramento, caracterização e espacialização das nascentes e áreas de recarga hídrica	110
6.3.3. Execução das intervenções	114
6.3.3.1. Intervenções técnicas voltadas à Preservação e Recuperação de Nascentes	114
6.3.3.2. Implantação de infraestrutura de uso sustentável das águas de Nascentes	117
6.4. CAPACITAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	118
6.5. MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO DAS INTERVENÇÕES REALIZADAS	119
<b>7. MONITORAMENTO DA QUANTIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES</b>	<b>121</b>
7.1. ESTRUTURA DO MODELO DE MONITORAMENTO	122
7.1.1. Ferramentas utilizadas no monitoramento da água	127
<b>8. AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DAS AÇÕES EXECUTADAS NO ÂMBITO DO PLANO NASCENTE PARNAÍBA</b>	<b>129</b>
<b>9. O PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DA BACIA DO RIO PARNAÍBA NO CONTEXTO DO PROGRAMA DE REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS</b>	<b>131</b>
<b>10. MECANISMOS DE ESTÍMULOS À ADESÃO AO PLANO</b>	<b>139</b>
<b>11. ARTICULAÇÃO INTERINSTITUCIONAL</b>	<b>143</b>
<b>12. ANÁLISE ESTRATÉGICA PARA CONSECUÇÃO DA META DO PLANO NASCENTE</b>	<b>145</b>
12.1. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO DO PLANO	145
12.2. ANÁLISE SWOT	147
<b>13. META INICIAL DO PLANO NASCENTE PARNAÍBA</b>	<b>149</b>



14. ORÇAMENTO	151
15. FONTES ORÇAMENTÁRIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO PLANO NASCENTE PARNAÍBA	153
16. DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS	155
17. OUTRAS SITUAÇÕES PROBLEMA	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	169
CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS	174



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da região hidrográfica do rio Parnaíba .....	32
Figura 2 – Regiões fisiográficas da bacia do rio Parnaíba.....	35
Figura 3 – Divisão hidrográfica da bacia do rio Parnaíba .....	36
Figura 4 – Aquíferos da bacia hidrográfica do rio Parnaíba .....	42
Figura 5 – Clima na bacia do rio Parnaíba, considerando a pluviosidade.....	44
Figura 6 – Caracterização dos solos na região hidrográfica do rio Parnaíba....	48
Figura 7 – Ecorregiões da região hidrográfica do rio Parnaíba .....	50
Figura 8 – Vegetação da região hidrográfica do rio Parnaíba .....	53
Figura 9 – Ciclo hidrológico.....	57
Figura 10 – Representações de uma bacia hidrográfica: planificada (A) / tridimensional (B) .....	59
Figura 11 – Redes de drenagem em bacias hidrográficas .....	59
Figura 12 – Hierarquização de cursos de água em uma bacia (A e B).....	61
Figura 13 – Formação do lençol freático .....	63
Figura 14 – Nascente sem acúmulo inicial.....	65
Figura 15 – Vereda.....	65
Figura 16 – Tipos mais comuns de nascentes originárias de lençol não confinado: de encosta, de fundo de vale, de contato e de rio subterrâneo .....	66
Figura 17 – Estrada rural ambientalmente inadequada adjacente à nascente.....	69
Figura 18 – Vereda degradada.....	69
Figura 19 – Nascente pisoteada .....	69
Figura 20 – Animais no entorno de nascente desprotegida .....	69
Figura 21 – Desmatamento e cultivo em Área de Preservação Permanente .....	70
Figura 22 – Nascente assoreada .....	70
Figura 23 – Cercamento de nascentes em processo de regeneração natural .....	79
Figura 24 – Plantio (reflorestamento) com espécies nativas .....	79
Figura 25 – Adubação verde .....	79
Figura 26 – Uso de cobertura morta .....	79
Figuras 27 e 28 – Bacias de captação de águas da chuva.....	80
Figuras 29 e 30 – Readequação ambiental de estradas rurais ecológicas, terraços e barraginhas em propriedades rurais e readequação de estrada associada a barraginhas .....	80
Figuras 31 e 32 – Construção de terraços e áreas terraceadas .....	80
Figura 33 – Diagrama da rede hidrográfica da bacia do rio Parnaíba .....	103
Figura 34 – Sedimentos na bacia do rio Parnaíba .....	106
Figura 35 – Representação esquemática – Sistema de proteção e aproveitamento sustentável da água das nascentes .....	118
Figura 36 – Modelo de monitoramento comunitário da rede Global Water Watch (GWW).....	122



<i>Figura 37 – Sistemas aquíferos da bacia do rio Parnaíba .....</i>	<i>159</i>
<i>Figura 38 – Poço jorrante em Cristino Castro/PI .....</i>	<i>160</i>
<i>Figura 39 – Áreas suscetíveis à desertificação e núcleos de desertificação no Brasil .....</i>	<i>162</i>
<i>Figura 40 – Área em processo de desertificação (Gilbués/PI) .....</i>	<i>164</i>
<i>Figura 41 – Aspectos da degradação generalizada da área de Gilbués, fenômeno da desertificação ....</i>	<i>164</i>
<i>Figuras 42 a 45 – Dunas no Delta do Parnaíba – Baixo Parnaíba/PI.....</i>	<i>168</i>

## LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 – Principais sub-bacias da região hidrográfica do rio Parnaíba .....</i>	<i>34</i>
<i>Quadro 2 – Classificação de nascentes quanto à vazão .....</i>	<i>67</i>
<i>Quadro 3 – Resumo Executivo do Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes da Bacia do Rio Parnaíba .....</i>	<i>95</i>
<i>Quadro 4 – Composição hidrográfica da bacia do rio Parnaíba.....</i>	<i>105</i>
<i>Quadro 5 – Estimativa da produção de sedimento nas estações sedimentométricas da região hidrográfica do rio Parnaíba .....</i>	<i>107</i>
<i>Quadro 6 – Intervenções técnicas voltadas à preservação e recuperação das nascentes .....</i>	<i>115</i>
<i>Quadro 7 – Análise Swot aplicada ao PLANO NASCENTE PARNAÍBA.....</i>	<i>147</i>

## SIGLAS E ABREVIações

<i>ANA – Agência Nacional de Águas</i>
<i>CAR – Cadastro Ambiental Rural</i>
<i>CC – Comissão Comunitária</i>
<i>CGM – Comitê Gestor Municipal</i>
<i>CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos</i>
<i>Codevasf – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba</i>
<i>Funasa – Fundação Nacional de Saúde</i>
<i>GEF – Fundo para o Meio Ambiente Global</i>
<i>Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis</i>
<i>ICMBio – Instituto Chico Mendes de Proteção da Biodiversidade</i>
<i>MMA – Ministério do Meio Ambiente</i>
<i>Mapa – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento</i>
<i>OEA – Organização dos Estados Americanos</i>
<i>Pnuma – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente</i>
<i>PRA – Programa de Regularização Ambiental</i>
<i>Usace – United States Army Corps of Engineers</i>



Parque das Nascentes do Parnaíba (2)

# 1. INTRODUÇÃO

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, sem se preocupar com suas consequências e, além disso, com certa leviandade, provocando a degradação ambiental de corpos de água e de seus entornos, comprometendo a disponibilidade desse recurso natural.

Estudos realizados por instituições de ensino e pesquisa evidenciam uma 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 nos últimos anos, que decorrem da associação, perigosa e retroalimentada, entre os frequentes e cada vez mais duradouros períodos de estiagem e a degradação do meio natural, resultando em perda de capacidade de armazenamento de água no solo e nos corpos hídricos, bem como afetando a qualidade da água disponível.

A bacia ou região hidrográfica do rio Parnaíba, mesmo apresentando um grau de degradação menor em relação a outras existentes no Brasil, como é o caso do rio São Francisco, já vem apresentando evidências do mau uso da água e do solo, notabilizados, sobretudo, pelo elevado índice da poluição hídrica resultante da elevada carga de efluentes sanitários e de resíduos sólidos urbanos e industriais lançados nos seus corpos hídricos. Além disso, o rio vem recebendo grandes quantidades de sedimentos produzidos no leito principal e, principalmente, nas áreas de contribuição dos seus afluentes nos cursos Alto, Médio e Baixo Parnaíba, oriundos da retirada inadequada da cobertura vegetal para ampliação de fronteiras agrícolas, tornando o solo vulnerável à erosão e, conseqüentemente, aumentando a produção de sedimentos que assoreiam o rio.

A região hidrográfica do rio Parnaíba é formada por terras pertencentes aos estados do Piauí, do Maranhão e do Ceará, estando a maior parte da área da bacia no primeiro, seguido do Maranhão e do Ceará. A área da bacia abrange três biomas principais: Cerrado, Caatinga e ecótonos envolvendo os biomas caatinga-cerrado, no alto e no médio curso; caatinga-costeiro e caatinga-amazônia no baixo curso do rio. Tem como importante característica a

grande disponibilidade de águas subterrâneas e, depois da Bacia do Rio São Francisco, é hidrologicamente a segunda mais importante da Região Nordeste.

A ocupação da Bacia com projetos que preveem a expansão de áreas cultivadas com agropecuária requer atenção especial. Embora com relativa fartura de água em quantidade e qualidade e de solo em áreas de Cerrado, a exploração desses recursos requer orientação adequada para que os mesmos não venham a degradar-se nem a esgotar-se. Nesse sentido, merece atenção o lançamento pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), ocorrido em maio de 2015, do Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba, “região que integra a nova fronteira agrícola do País, a última fronteira agrícola em expansão no mundo”<sup>1</sup>. A expectativa do Plano é ampliar a produção de grãos e está apoiada no clima favorável e na aptidão do solo da região. Embora de importância econômica inquestionável para o desenvolvimento da região, essas ações necessitam de avaliações ambientais rigorosas para que sua implantação não ocasione exacerbado incremento da pressão sobre o ambiente, notadamente, as exercidas sobre os seguintes recursos: solo e água.

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 atividade 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 do rio Parnaíba.

<sup>1</sup> Segundo o Decreto nº 8.447, de 6 de maio de 2015.



A Lei Federal nº 12.651/2012 (novo Código Florestal), que substitui a Lei nº 4.771/1965, define o território contido no raio de cinquenta metros de uma nascente como Área de Preservação Permanente – APP, as quais são áreas protegidas, cobertas 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.

Contudo, constata-se que, durante as quase cinco décadas de vigência do antigo Código Florestal – 1965 a 2012 – e nos recentes anos após sua substituição, não ocorre no País o apropriado cumprimento da legislação ambiental. O que se observa é a exploração dos bens naturais no meio rural sem a preocupação com o uso sustentável destes, sejam os solos ou os corpos hídricos, com consequentes problemas ambientais, que, entre outros prejuízos, alteram a qualidade e a quantidade de água drenada e armazenada pela bacia hidrográfica. Isso precisa ser enfrentado com maior celeridade, competência e responsabilidade por todos.

A Codevasf, em mais uma demonstração de compromisso com as Bacias que compõem sua área de atuação e, ciente de que o momento é urgente e oportuno para estancar e/ou reverter o processo de degradação a que se submete a região hidrográfica do rio Parnaíba, constrói o Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba, que tem como finalidade 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.





Lagoa do Mulato, em Jardim do Mulato PI (3)

## 2. DIRETRIZES DO PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DA BACIA DO RIO PARNAÍBA

O Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba tem como diretrizes:

- Proteção e recuperação de Áreas de Preservação Permanente – APPs, vinculadas a 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 no meio rural;
- Promoção do uso sustentável das águas de nascentes no meio rural;
- Internalização na sociedade da importância da sustentabilidade no uso dos recursos hídricos e outros recursos naturais;
- Participação intensiva da sociedade no processo de Revitalização da Bacia do rio Parnaíba por meio de sua atuação no PLANO NASCENTE PARNAÍBA.



Lagoa do Peixe - S.João do Piauí (4)

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA

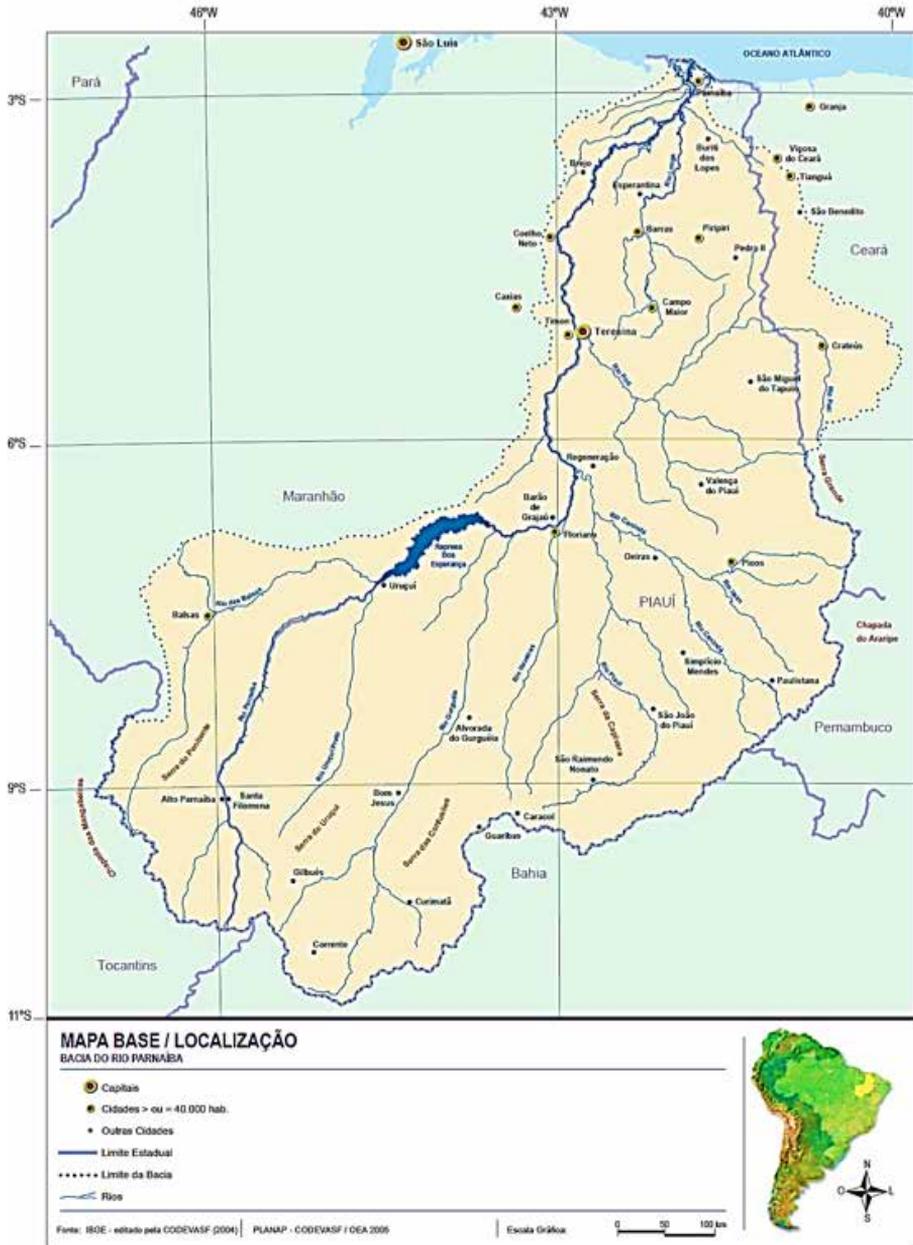
A bacia hidrográfica do rio Parnaíba encontra-se integralmente inserida na Região Nordeste do Brasil, estendendo-se pelos estados do Maranhão, Piauí e Ceará (Figura 1). Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2015), ela abrange 279 municípios, totalizando 333.056 km<sup>2</sup> de superfície, o equivalente a cerca de 4% do território nacional. Desses municípios, 39 encontram-se parcialmente inseridos, ou seja, seus territórios extrapolam os limites estabelecidos para o vale; os demais 240 municípios possuem a totalidade de sua área territorial inserida na bacia.

A maior parte (99%) das terras do estado do Piauí está inserida na bacia do rio Parnaíba. Apenas o município de Cajueiro da Praia (7.163 hab. e 271,7 km<sup>2</sup>) encontra-se fora da bacia. Ao todo são 220 municípios piauienses na bacia do rio Parnaíba e os principais centros urbanos são: Teresina com mais de 814 mil habitantes, correspondendo a cerca de 26% da população do estado (3.118.360 hab.); Parnaíba com 146 mil (4,7%); Picos, com 73 mil (2,3%); Piripiri com 62 mil (2,0%); e Floriano com 58 mil (1,8%), conforme Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010).

O estado do Maranhão possui 35 municípios com terras na área da bacia hidrográfica do rio Parnaíba e, desses, os mais populosos são os municípios de Timon e Caxias, ambos com 155 mil habitantes e cerca de 2,4% da população do estado, e o município de Balsas com 84 mil habitantes (1,3%), conforme IBGE (2010).

No estado do Ceará inserem-se na área da bacia do rio Parnaíba terras de 20 municípios sendo mais populosos o de Crateús, com 72 mil habitantes, e Tianguá com 69 mil habitantes, representando 0,85% e 0,81% da população do estado, respectivamente, conforme IBGE (2010).

Figura 1 – Localização da região hidrográfica do rio Parnaíba.



Fonte: Planap, Codevasf, 2006.

O rio Parnaíba tem sua nascente localizada nos contrafortes da chapada das Mangabeiras, sul do Piauí e sudeste do Maranhão, a qual abriga o Parque Nacional das Nascentes do rio Parnaíba, criado pelo Decreto Federal s/n de 16 de julho de 2002 com 729.814 hectares<sup>1</sup> e que compreende porções de terras dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

O Parnaíba nasce a 800 metros de altitude, a partir de três cursos d'água principais: o rio Água Quente (continuidade do rio Parnaíba), na divisa do Piauí com o Maranhão, os rios Curriola e Lontra, no Piauí, e desemboca no Oceano Atlântico após percorrer aproximadamente 1.400 km. Apresenta três divisões fisiográficas: o Alto, Médio e o Baixo Parnaíba. No município de Guadalupe/PI, no Alto Parnaíba, o rio é barrado, formando o reservatório da hidrelétrica de Boa Esperança (MMA, 2006), o maior e mais importante da bacia. Em seu curso, as águas do rio atravessam diferentes biomas, como: o Cerrado, no Alto Parnaíba; a Caatinga, no Médio e Baixo Parnaíba; e o Costeiro, no Baixo Parnaíba, tornando diferenciadas as características hidrológicas de cada uma dessas regiões (ANA, 2015).

De acordo com a ANA (2016)<sup>2</sup>, a bacia do rio Parnaíba, constitui uma das 12 regiões hidrográficas brasileiras definidas pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), é tida como a segunda mais importante da Região Nordeste em termos hidrológicos. Sua região hidrográfica é a mais extensa entre as 25 bacias da Vertente Nordeste do País.

A bacia, no entanto, apresenta grandes diferenças inter-regionais tanto em termos de desenvolvimento econômico e social quanto em relação à disponibilidade hídrica. A escassez de água tem sido historicamente apontada como um dos principais motivos para o baixo índice de desenvolvimento econômico e social. Contudo, os aquíferos da região apresentam o maior potencial hídrico da Região Nordeste e podem, se explorados de maneira sustentável, representar um grande diferencial em relação às demais áreas do Nordeste brasileiro no que se refere à possibilidade de promover o desenvolvimento econômico e social (ANA, 2016).

A respeito dos recursos hídricos superficiais da bacia, conforme estudo realizado pela ANA (2005), a disponibilidade hídrica da região hidrográfica do Parnaíba (considerando a vazão regularizada pelos reservatórios da região) é de 379 m<sup>3</sup>/s; equivalente a menos de 0,5% da oferta hídrica nacional (91.071 m<sup>3</sup>/s), e a vazão média da região hidrográfica é de 767 m<sup>3</sup>/s, correspondendo

<sup>1</sup> Posteriormente, por meio da Lei nº 13.090 de 12 de janeiro de 2015 a área do Parque passou a abranger aproximadamente 749.848 hectares, com um acréscimo de 20.034 hectares (+ 2,74% da área inicial).

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/Parnaiba.aspx>. Consultado em 12/05/2016.



a 0,43% da vazão média nacional (179.516 m<sup>3</sup>/s), a menor em comparação com as outras regiões hidrográficas brasileiras.

A população total da região, em 2010, era de 4,15 milhões de habitantes, dos quais 35% encontram-se na área rural. A densidade demográfica é de 12,5 hab./km<sup>2</sup>, com destaque para a sub-bacia hidrográfica do rio Poti, onde se situa Teresina, capital do Piauí, que possui índice de urbanização de 92%.

### 3.1. HIDROGRAFIA DA BACIA DO PARNAÍBA

O rio Parnaíba, em seus 1.400 km de extensão, é perene na maioria de seus trechos. Seus principais afluentes são alimentados por águas superficiais e subterrâneas, destacando-se os rios: Balsas, situado no Maranhão; Uruçuí-Preto, Gurgueia, Itaueiras, Canindé/Piauí e Longá, inseridos no Piauí, e o rio Poti, cuja nascente está localizada no Ceará e se estende pelo Piauí. De acordo com a Codevasf (2006), a bacia do Parnaíba se divide em três unidades fisiográficas: Baixo, Médio e o Alto Parnaíba (Figura 2). Em um segundo nível, a bacia pode ser dividida, ainda, em sete sub-bacias conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006), compostas pelos três trechos do próprio curso do Parnaíba e pelo agrupamento dos principais afluentes do rio, conforme Quadro 1, abaixo:

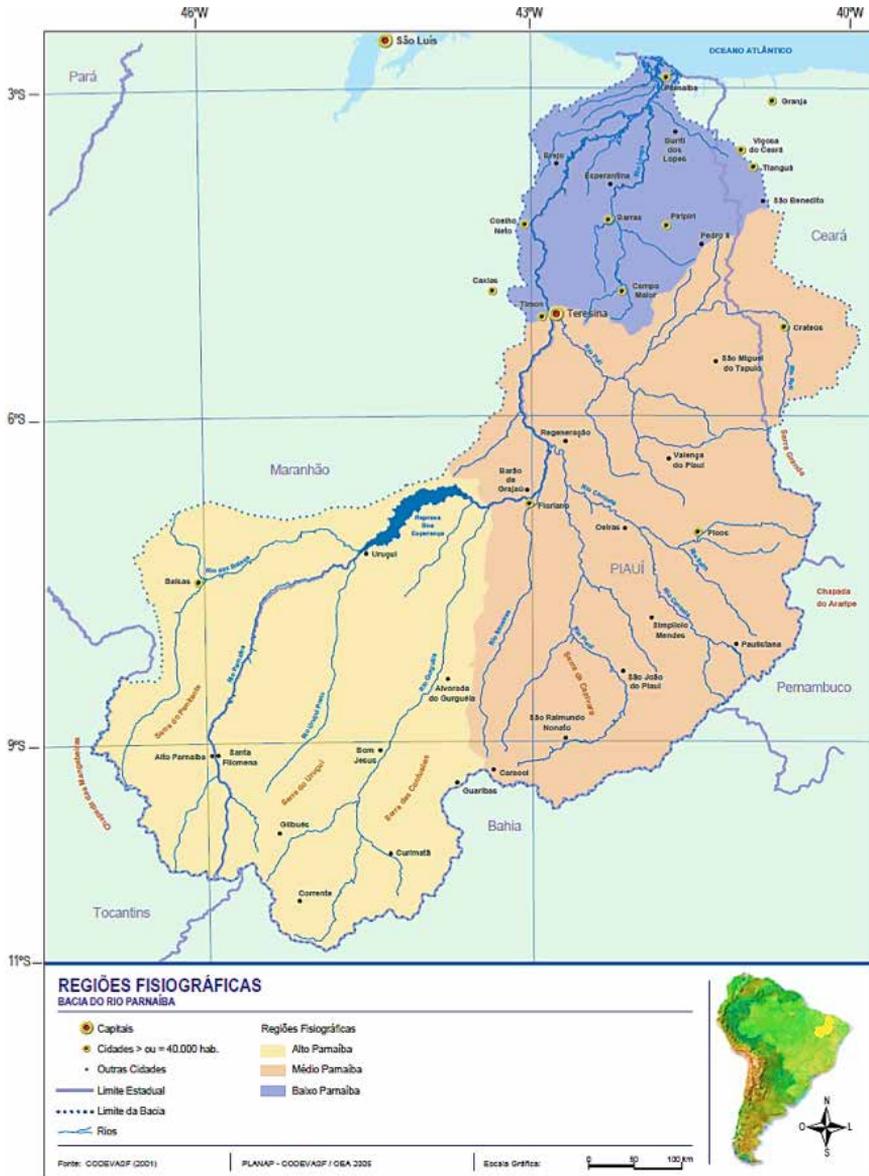
Quadro 1 – Principais sub-bacias da região hidrográfica do rio Parnaíba.

Sub 1	Sub 2	Rio Principal	Estado / Área				Área Total (Km <sup>2</sup> )
			Ceará	Maranhão	Piauí	Litígio Ceará/Piauí	
			(Km <sup>2</sup> )	(Km <sup>2</sup> )	(Km <sup>2</sup> )	(Km <sup>2</sup> )	
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas		25.570,6			25.578,3
	Parnaíba 02	Alto Parnaíba		21.915,0	37.119,8		59.052,6
	Parnaíba 03	Gurgueia		159,0	52.140,5		52.315,3
	Parnaíba 04	Itaueiras		2.257,2	12.468,3		14.729,9
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	Piauí/Canindé			75.067,2		75.089,9
	Parnaíba 06	Poti/Parnaíba	12.121,2	6.179,4	41.667,8	1.965,2	61.951,7
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Longá/Parnaíba	1.568,9	9.410,5	31.033,7	797,3	42.823,1
<b>Total</b>			<b>13.690,1</b>	<b>65.491,7</b>	<b>249.497,2</b>	<b>2.762,4</b>	<b>331.441,5</b>

Fonte: MMA, 2006.

Dentre as sub-bacias de nível 2, a do Alto Parnaíba (que agrega o rio Uruçuí-Preto) e a do rio Balsas são as que mais se destacam em termos de contribuição com a vazão do Parnaíba, correspondendo à Q95% de 150 e 65,3 m<sup>3</sup>/s, respectivamente (MMA, 2006).

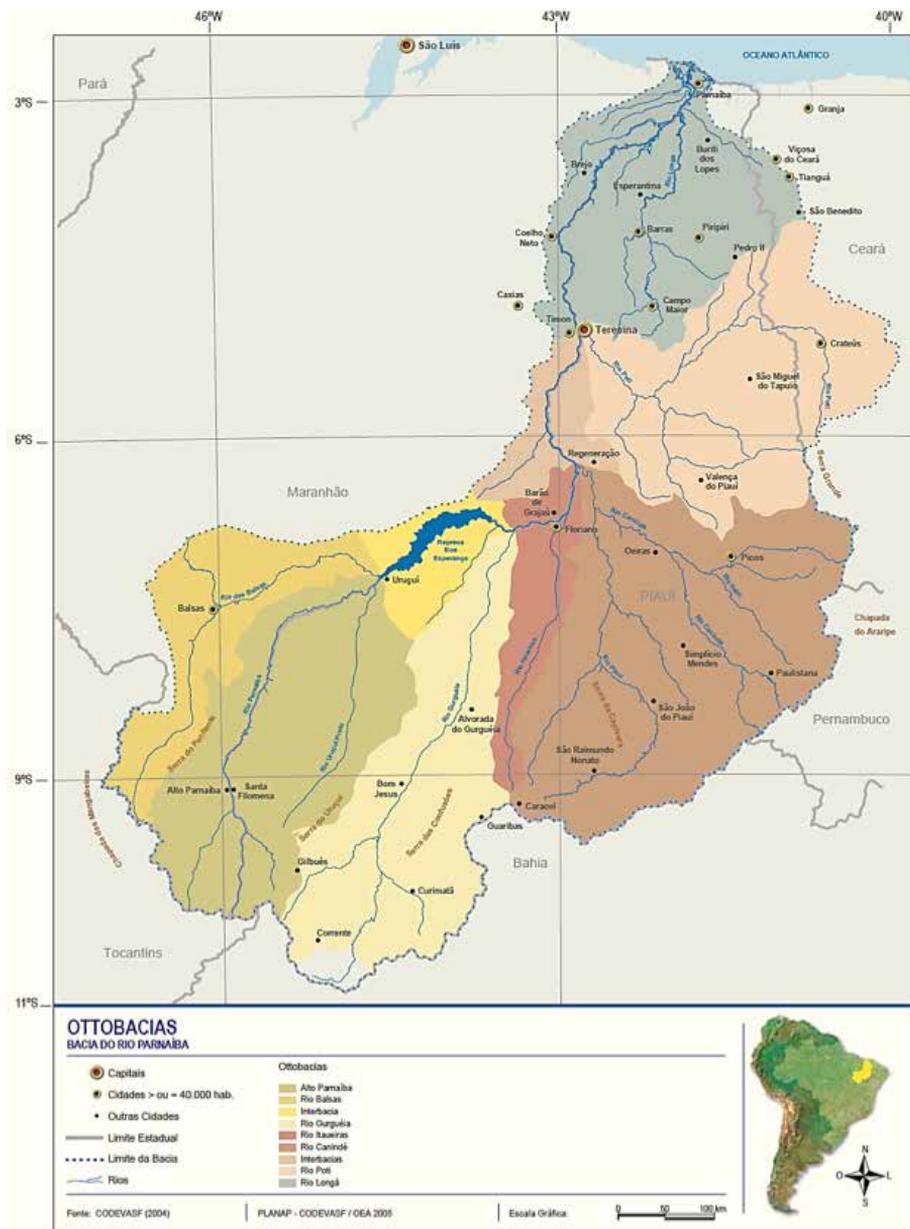
Figura 2 – Regiões fisiográficas da bacia do rio Parnaíba.



Fonte: Codevasf, 2006

Na Figura 3 é apresentada a divisão hidrográfica da bacia do rio Parnaíba, seguindo o critério de Ottobacias, conforme Codevasf (2006).

Figura 3 – Divisão hidrográfica da bacia do rio Parnaíba.



Fonte: Codevasf, 2006.

## 3.2. PRINCIPAIS AFLUENTES DO RIO PARNAÍBA<sup>3</sup>

### 3.2.1. Alto Parnaíba

Os principais rios inseridos no curso do Alto Parnaíba são: rio Balsas, rio Uruçuí Preto, rio Gurgueia, rio Itaueiras e o próprio trecho do curso do Alto Parnaíba.

#### a) Rio Balsas

De acordo com o (MMA, 2006), o rio Balsas nasce no estado do Maranhão a uma altitude média de 700 m, no ponto de encontro da chapada das Mangabeiras com a serra do Penitente, desaguando no rio Parnaíba à altura das cidades de Benedito Leite (MA) e Uruçuí (PI), após percorrer 525 km. É um rio perene que possui bacia hidrográfica de 24.540 km<sup>2</sup> e vazão de referência de 65,3m<sup>3</sup>/s (Q95%).

#### b) Rio Uruçuí Preto

O rio Uruçuí Preto nasce entre as serras Grande e Vermelha/Uruçuí, a uma altitude de 550 m e se estende por aproximadamente 270 km, sendo que apenas nos seus últimos 70 km passa a ser perene (MMA, 2006). O Uruçuí Preto é um dos principais tributários do Parnaíba pela margem direita, sua bacia abrange uma área total de aproximadamente 15.784 km<sup>2</sup> e apresenta vazão natural 38,20 m<sup>3</sup>/s (SEMAR/PI, 2010).

#### c) Rio Gurgueia

Nasce no sopé da chapada das Mangabeiras, a uma altitude média de 500 m. Possui extensão aproximada de 532 km, sendo intermitente no trecho inicial e perene a partir do quilômetro 82. De acordo com a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí – Semar/PI (2010), o vale do Gurgueia apresenta grande potencial em águas subterrâneas, destacando-se a presença de grande quantidade de poços jorrantes, considerados como símbolos de desperdício de água (cerca de 350 poços jorram 266 milhões de litros por dia), uma vez que não possuem praticamente quase nenhuma utilização. Essa bacia abrange área igual a 48.826 km<sup>2</sup> e possui vazão natural de 36,62 m<sup>3</sup>/s.

<sup>3</sup> Extraído/adaptado de MMA (2006). Caderno da região hidrográfica do Parnaíba. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao03032011023605.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011023605.pdf)>



#### d) Rio Itaueiras

O Itaueiras é um rio intermitente que nasce no município de Caracol (PI) e se estende no sentido geral oeste/noroeste por 290 km, até desaguar no rio Parnaíba (MMA, 2006). A bacia hidrográfica do rio Itaueiras abrange área de 10.247 km<sup>2</sup> e possui vazão natural de 16,81 m<sup>3</sup>/s (SEMAR/PI, 2010). No município de Flores, o rio é barrado pela Barragem de Poços que o perenizou a partir de 1985.

### 3.2.2. Médio Parnaíba

Nesse curso, o rio Parnaíba recebe contribuições de água dos seguintes tributários principais: Canindé/Piauí, que desemboca no Parnaíba, próximo à cidade de Regeneração; e o rio Poti, que desemboca no Parnaíba no município de Teresina, capital do Piauí.

A sub-bacia do Canindé/Piauí, formada, principalmente, pelos rios Canindé e Piauí, que é afluente do primeiro, é considerada uma das mais complexas em termos de recursos hídricos, em razão de vários fatores, tais como: solos originários de rochas sedimentares e rochas do cristalino; vegetação desenvolvida sob diferentes condições climáticas e em áreas com severas variações temporais e espaciais de chuvas; intermitência dos rios; restrições de água para parte da população rural durante o período seco; e dificuldade de captação de água subterrânea no cristalino, em volume e em qualidade (MMA, 2006).

Além dos próprios rios Canindé e Piauí, merecem ser destacados na sub-bacia Canindé/Piauí, os rios Itaim, Fidalgo e Guaribas. É apresentada a seguir uma breve caracterização dos rios que compõem essa sub-bacia:

#### a) Rio Canindé

O Canindé possui cerca de 350 km de extensão, nasce em Paulistana/PI, na fronteira com Pernambuco; é um rio torrencial e intermitente que seca nos meses sem chuva e torna-se perene a partir do município piauiense de Francisco Aires (MMA, 2006). Tem como principais afluentes:

- **Rio Piauí** – O Piauí é um rio torrencial e intermitente, que nasce no sudeste piauiense, na divisa do estado da Bahia e percorre cerca de 380 km até desembocar no rio Canindé, alimentando ao longo de seu trajeto algumas lagoas importantes, como as de Nazaré, Quartel e Jenipapo (MMA, 2006).



- **Rio Itaim** – O Itaim drena uma região muito seca do semiárido e ainda assim oferece pequeno fluxo de água ao rio Canindé, mesmo na estação seca. Nasce ao sopé da chapada do Araripe, em Paulistana/PI, percorrendo cerca de 190 km até desembocar no rio Canindé (MMA, 2006).
- **Rio Fidalgo** – O rio Fidalgo possui extensão de aproximadamente 150 km entre sua nascente, no município de São João do Piauí, até confluir com o rio Piauí, no município de São José do Peixe. No percurso alimenta cerca de 12 lagoas, quase todas temporárias (MMA, 2006).
- **Rio Guaribas** – É um rio caudaloso no período chuvoso que inunda toda a sua planície aluvial sendo, atualmente, controlado pela barragem Bocaina. Possui cerca de 160 km de extensão, medidos de sua nascente, em Pio IX/PI, até sua foz no rio Itaim (MMA, 2006).

#### b) Rio Poti

O rio Poti nasce no município de Novo Oriente, estado do Ceará, e percorre cerca de 100 km antes de entrar no estado do Piauí, através do canyon que corta a Chapada da Ibiapaba. De sua nascente até a foz no rio Parnaíba, no município de Teresina, o Poti recebe contribuições de diversos tributários, sendo a maioria rios e riachos que têm suas nascentes no semiárido, quase sempre apresentando caráter de torrencialidade e intermitência (MMA, 2006). Tem como principais tributários:

- **Rio Sambito** – O rio Sambito nasce no município de Pimenteiras, no sopé da Serra das Almas, e tem o curso orientado para noroeste. Recebe o riacho São Vicente e desemboca no rio Poti após receber o rio São Nicolau, próximo à cidade de Prata do Piauí. Trata-se de um rio caudaloso na estação chuvosa, dependente do regime das chuvas. Seca quase que inteiramente a partir de junho (MMA, 2006).
- **Rio Berlegas** – Tem suas nascentes drenando os municípios de Novo Oriente do Piauí e Várzea Grande. Orienta o curso no sentido do oeste para, após a cidade de Várzea Grande, seguir para noroeste e, finalmente, para norte, até confluir com o rio Poti, cerca de 12 km a jusante da cidade de Prata do Piauí (MMA, 2006).



- **Rio São Nicolau** – Nasce no município de São Miguel do Tapuio e percorre cerca de 150 km antes de confluir com o rio Sambito, no município de São Félix do Piauí. É um rio intermitente (MMA, 2006).

### 3.2.3. Baixo Parnaíba

O curso do Baixo Parnaíba é formado principalmente pelo rio Longá e pelo trecho do Parnaíba que vai de Teresina até a foz (Baixo Parnaíba).

#### a) Rio Longá

O Longá é um rio perene no médio e baixo curso, que alimenta inúmeras lagoas de pequeno porte. Além de lagoas, o rio Longá e seus afluentes são caracterizados pela presença de barramentos importantes, tais como: do rio Caldeirão, barrado no município de Piripiri, que forma um corpo de água de 54,6 milhões de m<sup>3</sup>; e do rio Piracuruca, barrado no município do mesmo nome, formando um lago de 250 milhões de m<sup>3</sup> (MMA, 2006). A bacia hidrográfica do rio Longá abrange área de 22.623 km<sup>2</sup> e possui vazão natural de 164,47 m<sup>3</sup>/s (SEMAR/PI, 2010).

#### b) Curso do rio Parnaíba – Baixo Parnaíba

No trecho final, o rio Parnaíba se comporta como um rio de planície com declividade muito baixa (até 50 cm/km) e baixa velocidade de escoamento, enquanto sua calha, em alguns trechos, aparece com extensa largura. Nesse curso o rio tem reduzido perfil batimétrico, notadamente na estação seca, e recebe contribuições diretas de diversos pequenos cursos de água, sendo notória a ocorrência de grandes bancos de areia em seu leito, depositados pelas suas próprias águas.

## 3.3. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As águas subterrâneas têm grande importância na bacia do rio Parnaíba e sua disponibilidade representa uma das características mais interessantes dessa região. Os principais sistemas aquíferos presentes na bacia hidrográfica do rio Parnaíba são: Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí, os quais são usados, sobretudo, pelo estado do Piauí. No semiárido, esses aquíferos representam a principal fonte de abastecimento de água para a população residente, haja vista que grande parte dos rios dessa região é intermitente (MMA, 2006).



O sistema aquífero Serra Grande possui sua porção aflorante presente em cerca de 8,5% da superfície do estado do Piauí (30.450 km<sup>2</sup>) e ocorre do norte ao sul do estado e na porção centro-leste, em faixa de 950 km de comprimento e 67 km de largura aproximadamente (CPRM, 2012). Os principais usos da água são: abastecimento humano e irrigação (MMA, 2006).

O sistema aquífero Cabeças tem área estimada em 34.318 km<sup>2</sup>, está presente nos estados do Piauí, Tocantins e Bahia, possui comportamento livre e confinado e é considerado o aquífero de melhor potencial hidrogeológico da Bacia Sedimentar do Parnaíba (MMA, 2006). Merece destaque o grande desperdício de água proveniente de poços artesianos jorrantes presentes no vale do rio Gurgueia, resultante da perfuração inadequada e sem finalidade aparente de vários poços nessa região (SEMAR, 2010).

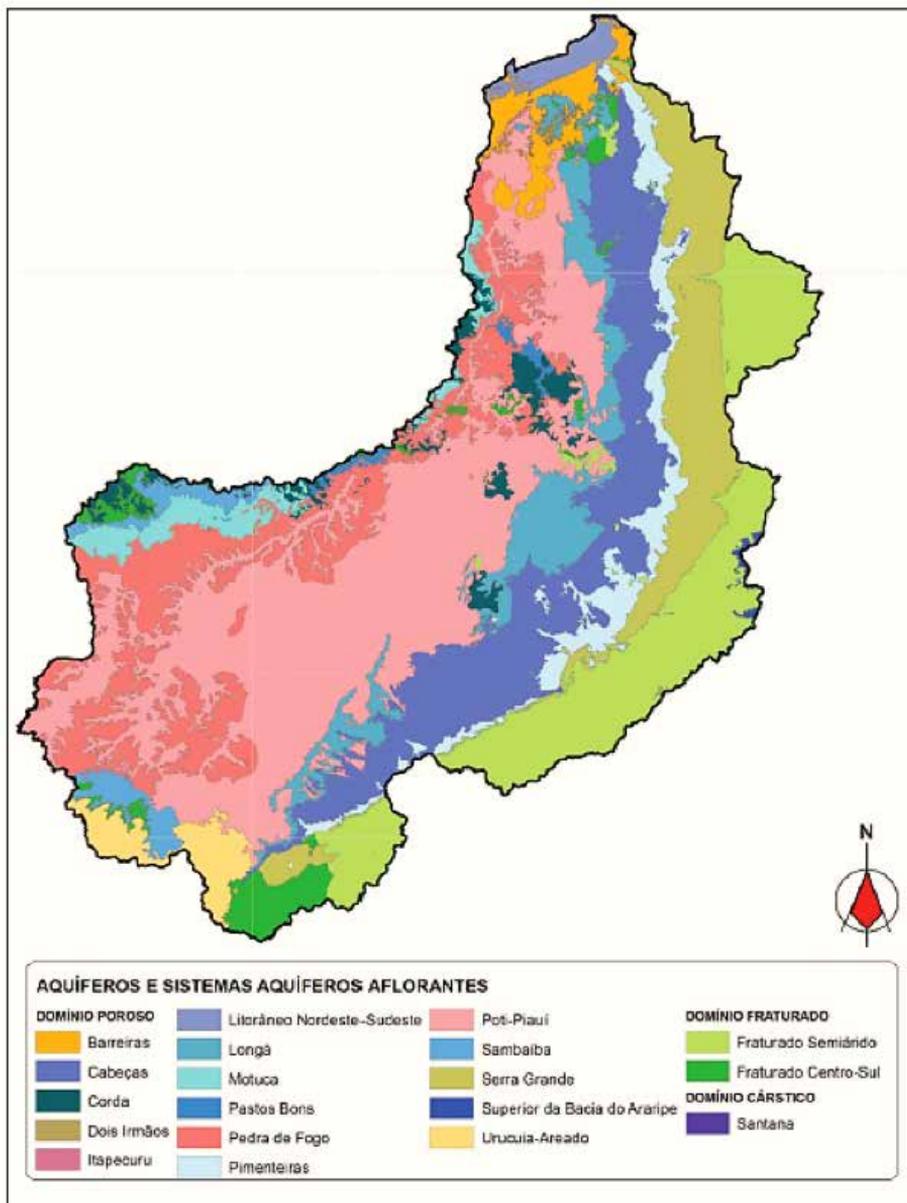
São aproximadamente de 400 poços localizados na sub-bacia do rio Gurgueia que jorram água ininterruptamente sem destinação econômica ou social conhecida que viabilize seus aproveitamentos, com reflexos negativos sobre o meio ambiente e com redução significativa, porém, não conhecida, da disponibilidade hídrica do aquífero.

O sistema aquífero Poti-Piauí é o maior em abrangência na Bacia Sedimentar do Parnaíba (117.012 km<sup>2</sup>). Esse sistema aflora predominantemente na porção ocidental do Piauí, mas atinge também o sul do Pará e o nordeste do Tocantins (MMA, 2006).

Na Figura 4 são apresentados os principais sistemas aquíferos existentes na bacia do rio Parnaíba.



Figura 4 – Aquíferos da bacia hidrográfica do rio Parnaíba.



Fonte: ANA, 2015.

### 3.4. CLIMA

De acordo com o (MMA, 2003), a bacia hidrográfica do rio Parnaíba é caracterizada por um clima que pode ser dividido em dois tipos, segundo a classificação climática de Köppen:

a) *Megatérmico chuvoso (variedade AW')*: caracteriza-se por ser quente e úmido, com chuvas de verão e outono e com temperaturas mais baixas nos meses de março ou abril. Esse tipo de clima ocorre principalmente na região litorânea e no Baixo Parnaíba.

b) *Semiárido (variedade BS)*: caracteriza-se por apresentar temperaturas elevadas e estáveis (superiores a 18°C), baixas precipitações médias anuais irregularmente distribuídas ao longo do ano, correspondendo às áreas de Caatinga hiperxerófitas.

Além desses dois tipos de clima, vale destacar uma variedade do clima AW' – o BSw'h', que é um tipo de semiárido com curta estação chuvosa no verão e com ocorrência predominante no sudeste da bacia.

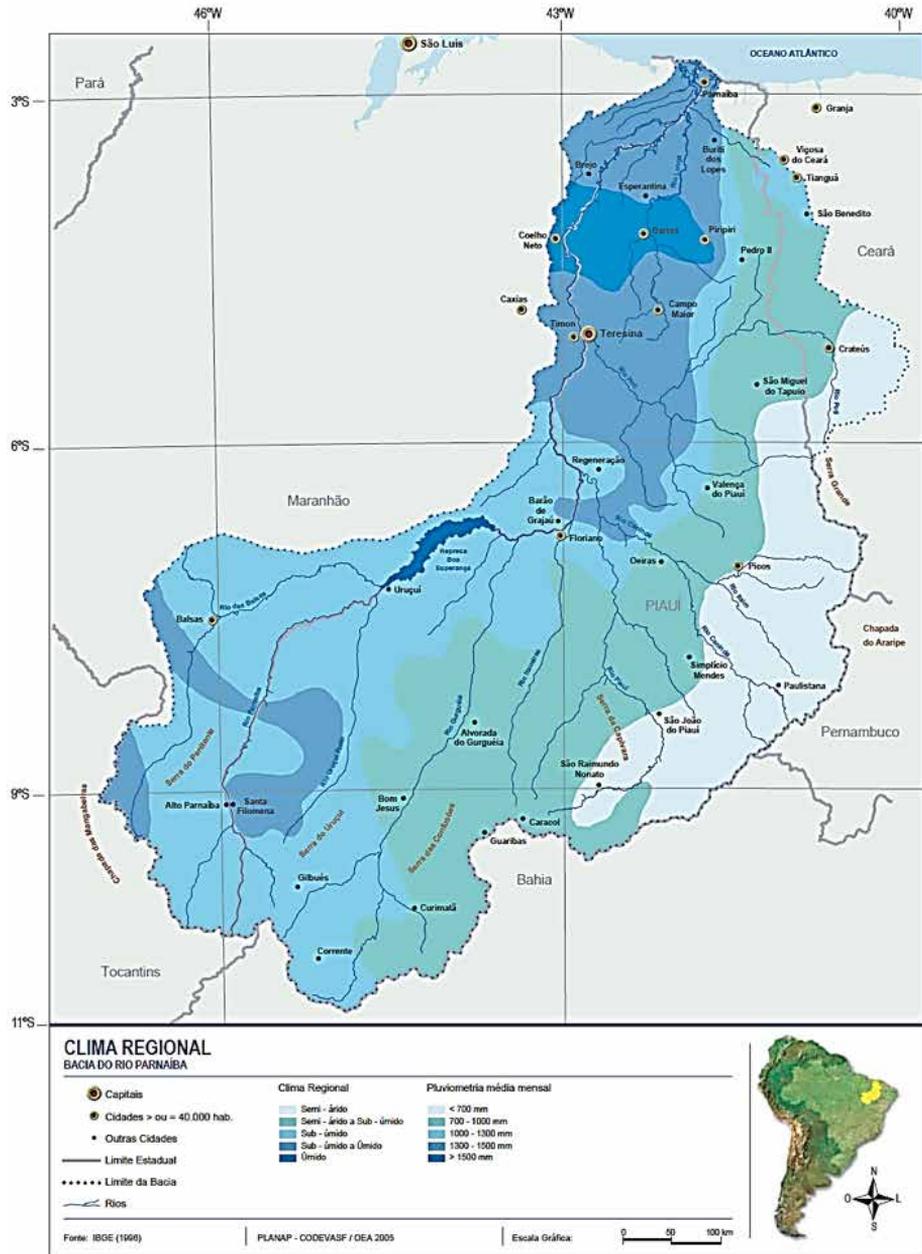
Alguns sistemas climáticos, como Convergência Intertropical (CIT) e linhas de Instabilidade Tropical (IT), atuam na região promovendo variações climáticas espaciais e temporais, principalmente na área litorânea (MMA, 2003). Fenômenos como o "El Niño" e "La Niña" também ocorrem com frequência e intensidades variáveis provocando diminuição ou aumento de chuvas (MMA, 2006).

Ainda segundo o (MMA, 2003), a bacia possui temperatura média de 27°C e os valores de precipitação e evapotranspiração médios são, respectivamente, 1.726 e 1.517 mm/ano. Os menores valores de umidade relativa (em torno de 57%) e alguns dos maiores valores de evapotranspiração (3.000 mm/ano) do Nordeste estão ao sul do estado do Piauí, nas nascentes dos rios Parnaíba e Gurgueia.

Considerando a pluviometria média anual, a Codevasf (2005) identificou as seguintes classes de clima na bacia do rio Parnaíba, conforme Figura 5.



Figura 5 – Clima na bacia do rio Parnaíba, considerando a pluviosidade.



Fonte: Planap – Codevasf, 2006

### 3.5. SOLOS DA BACIA DO PARNAÍBA

Diferentes grupos de solos são encontrados na região hidrográfica do rio Parnaíba, sendo apresentada na Figura 6 a espacialização dos solos característicos encontrados na região. Os solos que predominam na região são descritos a seguir de forma simplificada, segundo estudos realizados em Áridas/PI (1995), conforme suas ocorrências nas unidades fisiográficas da bacia: Alto, Médio e Baixo Parnaíba.

#### 3.5.1. Alto Parnaíba

Na sub-bacia do Alto Parnaíba, predominam solos associados à classe Latossolo Amarelo, apresentando as seguintes características principais: textura levemente argilosa; perfil profundo; drenagem boa à moderada; distróficos; baixos teores de ferro ou completa ausência de hematita; e níveis medianos e eventualmente elevados de alumínio trocável, tornando-os ácidos a muito ácidos. Outra característica importante refere-se à carência de nutrientes essenciais às plantas (nitrogênio, fósforo e potássio) que, associada a um relevo levemente inclinado, torna esses solos exportadores de nutrientes pela erosão.

Outra classe presente nesta sub-bacia que merece destaque é a constituída pelos Neossolos Quartzarênicos, que possuem as seguintes características: textura arenosa com finíssimos grãos de quartzo, pouca argila em seu complexo granulométrico, baixa capacidade para retenção de umidade e acentuada drenagem. Neossolos Litólicos, Latossolos e Argissolos podem estar associados a esses solos.

Latossolo Amarelo ou Vermelho-Amarelo, de textura média a argilosa e de boa drenagem, predominam sobre os chapadões na margem esquerda do Gurgueia. O mesmo tipo ocorre no talvegue e na margem direita, de menor altitude, porém, nesses locais estão associados a Aluviões, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos. No vale do Gurgueia, os aluviões recentes, situados ao nível do rio, sofrem alagamentos periódicos, entre janeiro e abril principalmente, e possuem bons níveis de fertilidade natural. Estreitas áreas de Solos Aluviais de textura variada e com fertilidade natural baixa ou média se formam ao longo dos rios Uruçuí Vermelho, Uruçuí Preto e alguns riachos.

Os Aluviões (em geral argilosos), Vertissolos e Cambissolos que dominam as várzeas e áreas vizinhas, ao longo do rio Itaueira, são os solos com



maior importância, do ponto de vista da utilização agrícola, uma vez que são solos naturalmente férteis.

Além das classes citadas, outras menos significativas ocorrem nesta sub-bacia, como: Podzólico Vermelho-Amarelo e Neossolos Litólicos, que possuem boas condições de fertilidade natural e podem ocorrer separados ou unidos em intrincada associação.

### 3.5.2. Médio Parnaíba

A sub-bacia do Médio Parnaíba possui grande diversidade pedológica, porém, predominam superfícies de exposição com Latossolo Amarelo / Latossolo Vermelho-Amarelo, principalmente sob domínio das rochas sedimentares, onde se observa também Neossolos Quartzarênicos. As rochas cristalinas dominantes no semiárido originam Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro, Neossolos Litólicos, solos Luvisolos Crômicos e Vertissolo.

Os Latossolos originados do arenito são pobres e ácidos, já os que derivam de rochas do cristalino são, em geral, de boa fertilidade; o mesmo ocorre com os Podzólicos Vermelho-Escuros, que são geralmente eutróficos, com bons níveis de fertilidade natural. Os Luvisolos Crômicos possuem textura argilosa, níveis de fertilidade natural excelentes, porém, têm relevo desfavorável, pouca profundidade do perfil e pedimento desértico.

Ao longo dos rios Canindé, Piauí, Itaim e Guaribas encontram-se solos aluviais com texturas variadas, situações diversas de drenagem e com elevados níveis de fertilidade natural, quando não arenosos. Apesar de problemas relacionados com excessos de sais e de sódio trocável, esses solos são bastante procurados na sub-bacia para utilização agrícola. Na área próxima ao Alto Poti predominam solos constituídos pela associação de Neossolos Quartzarênicos, solos Neossolos Litólicos e Latossolos.

### 3.5.3. Baixo Parnaíba

Nas sub-bacias do Baixo Parnaíba, destaca-se a ocorrência de Neossolos Litólicos, Plintossolos, Vertissolos, Aluviões, Latossolos e Neossolos Quartzarênicos nas áreas planas. Esses dois últimos ocupam as superfícies mais extensas. Os Neossolos Litólicos encontram-se nos trechos de relevo movimentado. Os Vertissolos ocorrem em Piracuruca e Buriti dos Lopes, enquanto que os Aluviões acompanham os rios da sub-bacia. Esses dois tipos de solos representam os mais férteis, apresentando boas condições para uso agrícola.

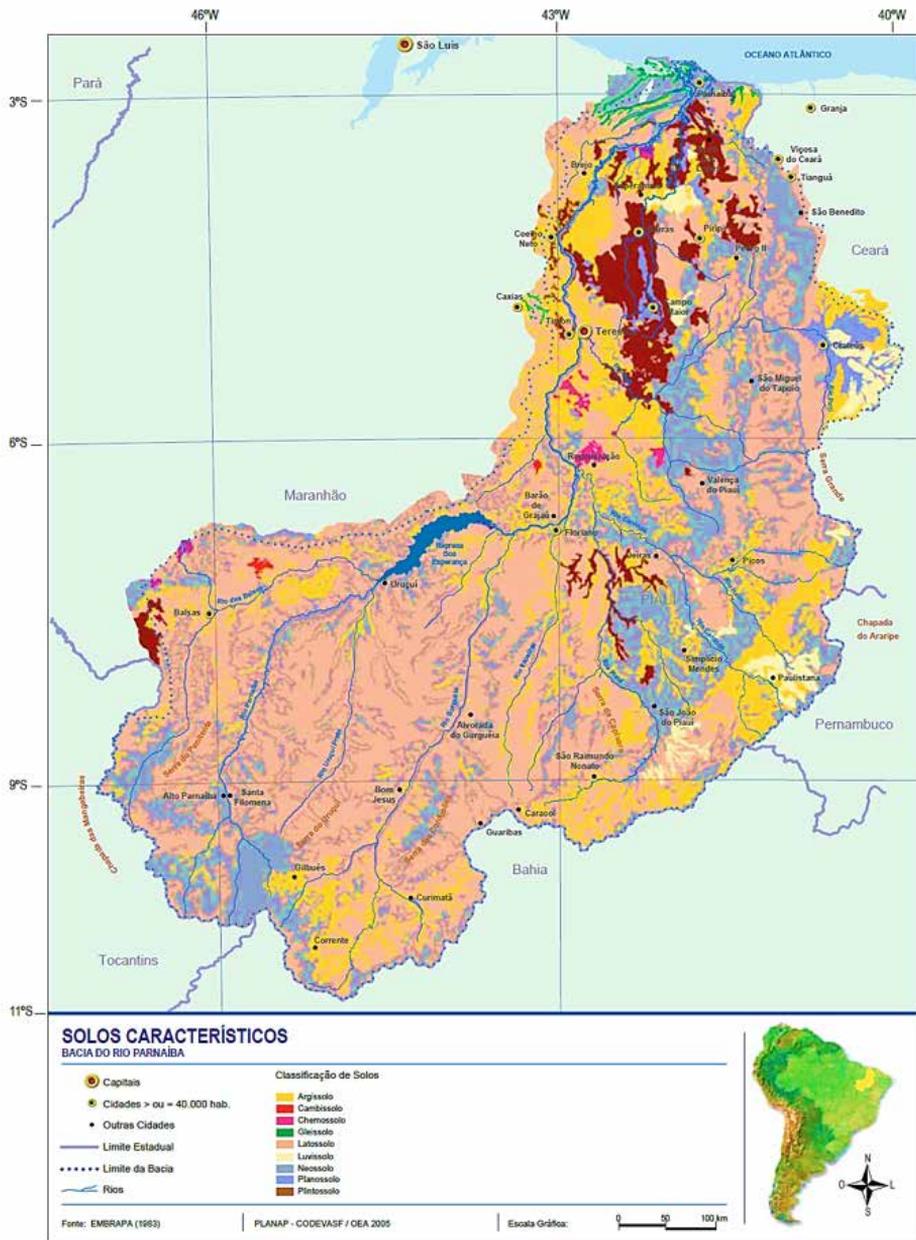


Na parte mais baixa da bacia, encontra-se uma associação de Latossolo, Podzólicos, Aluviões e solos Neossolos Litólicos, de textura média a argilosa, sendo que as características principais são: profundos ou medianamente profundos, moderada drenagem e níveis baixos ou médios de fertilidade. Nesta sub-bacia, o rio Parnaíba se transforma em rio de planície e em suas margens formam-se solos aluviais e solos gleizados ou hidromórficos.

Na área litorânea, os níveis de fertilidade são muito baixos, sendo que alguns trechos apresentam níveis muito elevados de sódio e outros sais. Ocorrem Latossolos Amarelos, Plintossolos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Quartzarênicos Marinhos, Planossolos, Planossolos Nátricos e Dunas. Nas margens do Parnaíba, ocorrem aluviões com elevado teor de sais, enquanto que nos pequenos rios que deságuam a nordeste ocorrem Solonchak e Solos Hidromórficos. São em geral solos de textura grosseira, salvo os Latossolos e Plintossolos, que possuem maior teor de argila e elevadas taxas de drenagem.



Figura 6 – Caracterização dos solos na região hidrográfica do rio Parnaíba.



Fonte: Codevasf, 2006.

### 3.6. COBERTURA VEGETAL NA BACIA DO PARNAÍBA

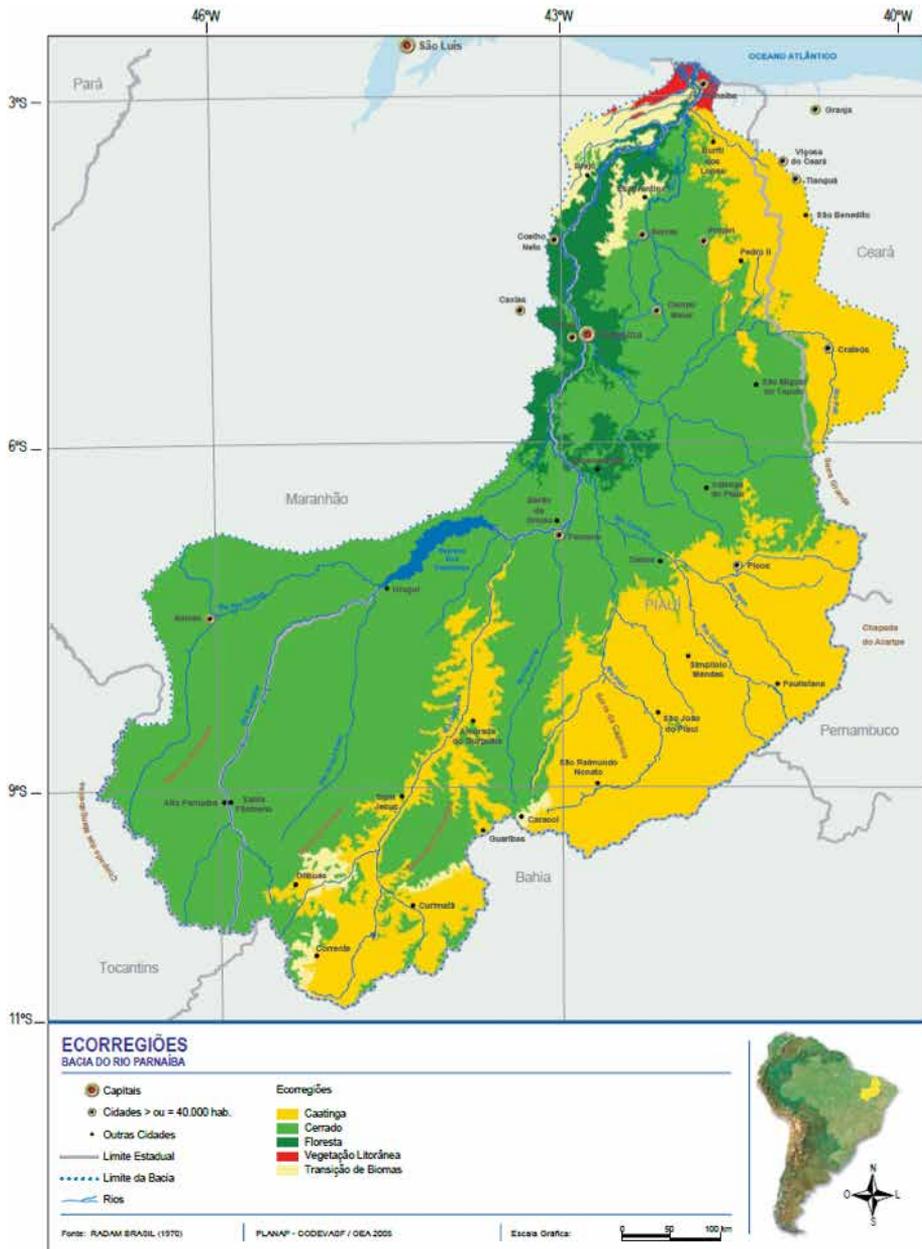
Na região hidrográfica do rio Parnaíba ocorrem os biomas Cerrado, no Alto Parnaíba, a Caatinga, no Médio e Baixo Parnaíba; e o Costeiro, no Baixo Parnaíba, com predominância dos dois primeiros, cujos remanescentes de vegetação, de acordo com a ANA (2012), correspondem a 75% da área da bacia, revelando certo grau de preservação da vegetação.

Segundo a Codevasf (2005), a vegetação encontrada na bacia ocorre conforme a seguinte distribuição: Savana Estépica (Caatinga), nas áreas de clima semiárido, com precipitações até 700 mm; Floresta Estacional Decidual e áreas de transição Savana / Floresta Estacional e Savana Estépica / Floresta Estacional, que ocorrem nas áreas com pluviosidade entre 700 e 1.000 mm; Savana (Cerrado), que desenvolve-se na faixa de pluviosidade de 1.000 a 1.300 mm e a Floresta Ombrófila Aberta, que ocorre em áreas onde as precipitações são maiores que 1.500 mm, como na Serra da Ibiapaba.

É apresentada na Figura 7 a distribuição das ecorregiões que ocorrem na bacia do rio Parnaíba, conforme Codevasf (2005).



Figura 7 – Ecorregiões da região hidrográfica do rio Parnaíba.



Fonte: Codevasf, 2006.

Essa variedade de biomas implica em distintas formações vegetacionais ocorrentes em cada uma das unidades fisiográficas da bacia do rio Parnaíba, as quais têm suas características descritas a seguir, conforme projeto Aridas/PI (1995):

### 3.6.1. Alto Parnaíba

A vegetação da sub-bacia é tipicamente constituída por elementos de Savana (Cerrado), especificamente dos campos cerrados. As árvores são distribuídas com pequena densidade, distanciadas entre si por espaços abertos, onde a superfície do terreno é completamente recoberta por um estrato arbustivo e herbáceo, de moitas e gramíneas.

No topo das chapadas da margem esquerda do rio Gurgueia domina a Savana que se estende até o rio Parnaíba. As demais áreas são dominadas pela Floresta Subcaducifólia e elementos de Savana. Estão associadas espécies da Savana Estépica (Caatinga), particularmente ao longo do rio Itaueira, e espécies da Savana (Cerrado) nas áreas dominadas pelas chapadas. A vegetação de Savana pode, também, estar associada à Floresta Subcaducifólia onde ocorre o caneleiro (*Cenostigma gardnerianum*), pau-d'arco, mofumbo, entre outros.

### 3.6.2. Médio Parnaíba

Na sub-bacia Canindé/Piauí, de sudeste para oeste, tem-se uma grande variedade de vegetação definida, no semiárido, como Savana Estépica (Caatinga), bastante uniforme, com presença da favela (*Cnidocolus phyllacanthus*) e xique-xique (*Pilocereus gounellei*), além de outros, seguindo-se um grupamento hipoxerófilo com catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), rama-de-bezerro (*Piptadenia oblíqua*) e marmeleiro (*Croton hemiargyreus*).

Aprofundando-se para oeste começam a aparecer elementos das Savanas (Cerrados) associados aos da Savana Estépica (Caatinga) até que surgem os campos cerrados e o cerrado propriamente dito, com faveira-de-bolota (*Parkia platycephala*), pau-terra (*Qualea grandiflora*), gramíneas, além de outras.

Na sub-bacia do Poti, a vegetação é constituída basicamente pelo Cerrado/Campos e Cerrados, como ocorre entre Pedro II e Domingos Mourão e ainda em São João da Serra e Alto Longá. Ocorre, também, nos vales intermontanos, na região de Altos, o babaçu. O Cerrado (Savana) é bem característico na região de Demerval Lobão e, associado à floresta subcaducifólia no trecho sul, também ocorre babaçu. Em Elesbão Veloso ocorre a Savana Estépica/Savana.



### 3.6.3. Baixo Parnaíba

Na sub-bacia do Longá, ao leste e a sul, predomina a vegetação de Savana (Cerrado), ao centro destaca-se o complexo de Campo Maior, às vezes situado em superfícies topograficamente baixas, alagáveis e que servem de suporte para gramíneas aquáticas e carnaubeiras (*Copernicia prunífera*). Ocorrem, neste complexo, Savana Estépica/Savana, Floresta/Savana, com bastante mistura dos seus diferentes representantes.

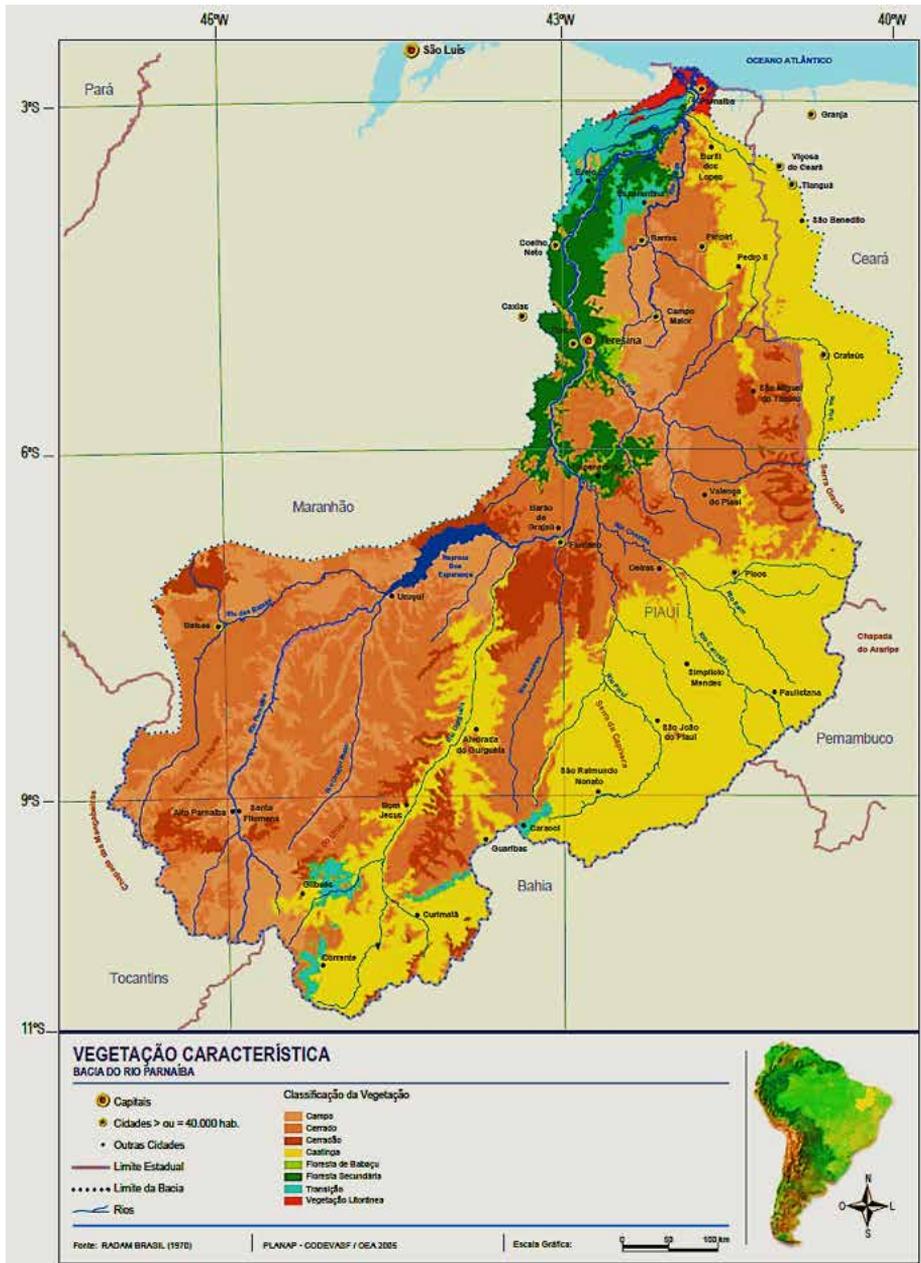
No trecho mais baixo do rio Parnaíba, a fitofisionomia mais importante espacial e economicamente da área está representada pela Floresta Dicotilo-palmácea com acentuada presença do babaçu (*Orbignya* sp.). Essa vegetação, ainda preservada, ocupa praticamente todo o espaço físico, desde Teresina até as proximidades de Luzilândia. O babaçu tem sido substituído pela agricultura em Teresina e, em União, onde se cultiva alguns milhares de hectares de cana-de-açúcar para o processamento em usina de álcool.

Na faixa litorânea do Parnaíba a vegetação é melhor representada pelo complexo vegetacional da zona litorânea (restinga, dunas e mangues). Compõe-se, na verdade, de uma particular Caatinga Litorânea, vegetação nas dunas, com gramíneas e convolvuláceas, e a vegetação que compõe o mangue-floresta paludosa inundada pelas águas do mar misturadas a águas doce dos rios e riachos, que formam o estuário do Parnaíba. Estão presentes nesses mangues a *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia* sp.

Na Figura 8 é apresentada a distribuição dessa vegetação característica encontrada na bacia do rio Parnaíba, conforme Codevasf (2006).



Figura 8 – Vegetação da região hidrográfica do rio Parnaíba.



Fonte: Codevasf, 2006.



### 3.7. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA

A gestão das águas da bacia hidrográfica do rio Parnaíba é feita conjuntamente por diversas entidades, em nível federal e estadual, seguindo a estrutura prevista no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH, criado pela Lei nº 9.433/1997).

Entre as instituições que participam da gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Parnaíba estão: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH/CE), Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) e Superintendência de Obras Hidráulicas (Sohidra), todas no estado do Ceará; Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Maranhão (Sema/MA), no estado do Maranhão; Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí (Semar/PI), no estado do Piauí, Agência Nacional de Águas (ANA), Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), em nível federal, além de conselhos estaduais de recursos hídricos e alguns comitês de sub-bacias devidamente constituídos na região hidrográfica.

Todos os estados inseridos na área dessa bacia hidrográfica possuem políticas estaduais de recursos hídricos, bem como analisam e emitem outorgas de direito de uso de recursos hídricos. Os estados do Ceará e Piauí também têm planos estaduais de recursos hídricos, que direcionam os planos, programas e projetos nessa área.

#### *3.7.1. Comitês de Bacias e Comissões Gestoras de Barragens*

Atualmente, existem quatro comitês de sub-bacias em funcionamento na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, sendo dois no estado do Ceará (Comitê da Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba e Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús) e dois no estado do Piauí (Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Canindé e Piauí e Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Gurgueia).

Quanto às comissões gestoras de barragens no semiárido, existem 14 comissões na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, sendo dez pertencentes ao estado do Piauí e quatro ao estado do Ceará. Essas comissões desenvolvem a gestão compartilhada dos recursos hídricos locais, por meio da participação



de diversos atores sociais, em especial os usuários, que decidem sobre a alocação negociada das águas armazenadas.

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba não possui comitê de bacia instituído. Diante dessa situação, a Codevasf, como usuária dos recursos hídricos da bacia e também na condição de órgão público federal responsável pelo desenvolvimento da bacia, dentro do que lhe é permitida em Lei, tem buscado apoiar a formação do referido comitê, bem como congregado esforços com entes federais e estaduais responsáveis pela gestão dos recursos hídricos da bacia visando à imediata elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Parnaíba, documento fundamental para orientar a gestão desses recursos na bacia.





Dunas do Delta do Parnaíba (5)

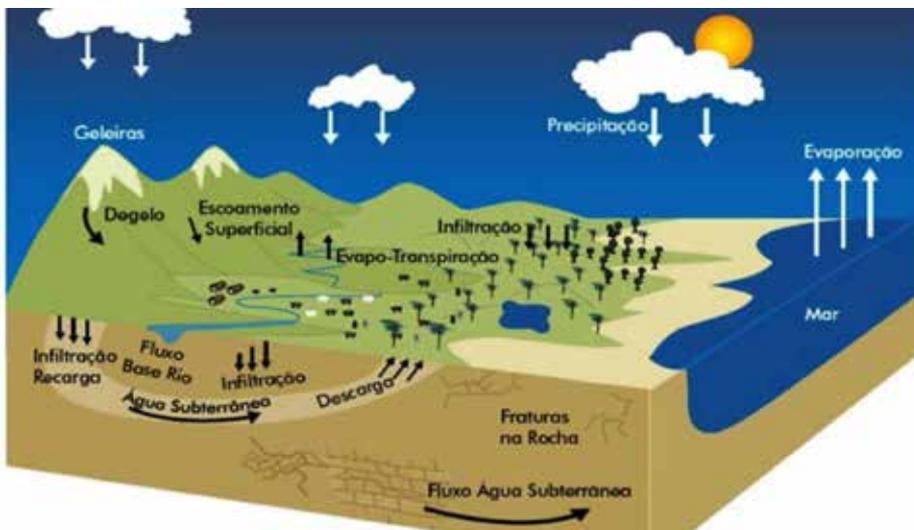
## 4. BASES TEÓRICAS

### 4.1. CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo hidrológico ou ciclo da água, representado na Figura 9, 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, 2007).

O conceito de ciclo hidrológico, segundo Carvalho e Silva (2006), refere-se 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, fissuras e fraturas (escoamento subterrâneo).

Figura 9 – Ciclo hidrológico.



Fonte: MMA, 2014<sup>4</sup>.

4 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>

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, a 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 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.

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

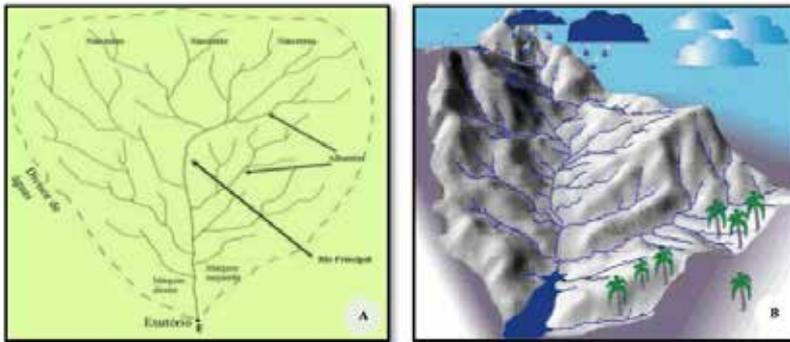
Assim, a ocupação e o uso do solo das bacias hidrográficas pelo homem interferem diretamente em elementos importantes do ciclo hidrológico, como infiltração, escoamento superficial e nas taxas de evapotranspiração e, a depender da forma como se dá essa alteração da paisagem, poderá trazer consequências positivas ou negativas para a quantidade e qualidade da água disponível nas nascentes e cursos de água, no meio rural e no meio urbano.

## 4.2. O CONCEITO DE BACIA HIDROGRÁFICA

Segundo Barrella (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 10.



Figura 10 – Representações de uma bacia hidrográfica: planificada (A) e tridimensional (B).



Fonte: Semarh – SE, 2014<sup>5</sup>

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 desta, 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 de 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 11).

Figura 11 – Redes de drenagem em bacias hidrográficas<sup>6</sup>



5 Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/comitesbacias/modules/tinyd0/index.php?id=22>>

6 Fonte: [http://web2.ufes.br/educacaodocampo/down/cdrom1/iii\\_07.html](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 de água superficiais (riachos, ribeirões e rios). Na bacia hidrográfica, portanto, se processam todos os elementos da etapa continental do ciclo hidrológico.

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

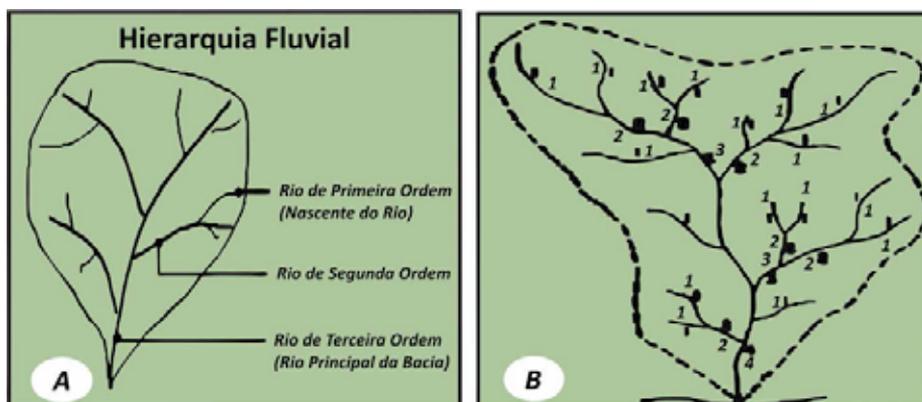
- *Zonas de recarga:* São normalmente áreas com solos profundos e permeáveis, com relevo suave, sendo fundamentais para o abastecimento dos lençóis freáticos. Essas áreas devem, dentro do possível, ser mantidas sob vegetação nativa, uma vez que elas exercem uma grande influência sobre a redistribuição da água das chuvas. 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, fatalmente, à contaminação do lençol freático por serem estes carregados pelas águas que infiltram no solo. Nas diferentes bacias hidrográficas, essas áreas podem ser constituídas pelos topos de morros e chapadas.

- *Zonas de erosão:* As 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. Podem ser cultivadas com lavouras anuais/perenes 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 carregamento de sedimentos para os cursos de 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.

• *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 apresentam considerável aptidão para o 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 a utilização agropecuária. Pelo fato do lençol freático situar-se muito próximo à superfície nesse segmento da paisagem, cuidados redobrados são exigidos quanto à instalação de fossas sanitárias, aplicação de agroquímicos, acesso de animais à água etc.

Outro aspecto importante sobre uma bacia hidrográfica é que esta forma uma rede hidrográfica, ou seja, um conjunto de rios dispostos em hierarquias (Figura 12). Conforme classificação estabelecida por Strahler (1952), 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 12 – Hierarquização de cursos de água em uma bacia (A e B)



Os conceitos de sub-bacia e microbacia também são importantes para 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. Todavia, é muito comum a utilização do termo “sub-bacia” em referência a sub-bacias e microbacias.

A bacia do rio Parnaíba, por exemplo, é composta de 08 (oito) afluentes mais importantes. Esses tributários destacam-se pelas suas contribuições à vazão do rio Parnaíba em seus trechos Alto, Médio e Baixo, sendo estas as sub-bacias dos rios: Balsas, Uruçuí Preto, Gurgueia, Itaueiras, Piauí, Canindé, Poti e o Longá.

### 4.3. NASCENTES

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 de 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, como o Amazonas, o Parnaíba, o São Francisco, por exemplo.

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 escoia superficialmente formando as enxurradas e, através de um córrego ou rio, abandona rapidamente a bacia. Outra parte, a de mais 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).

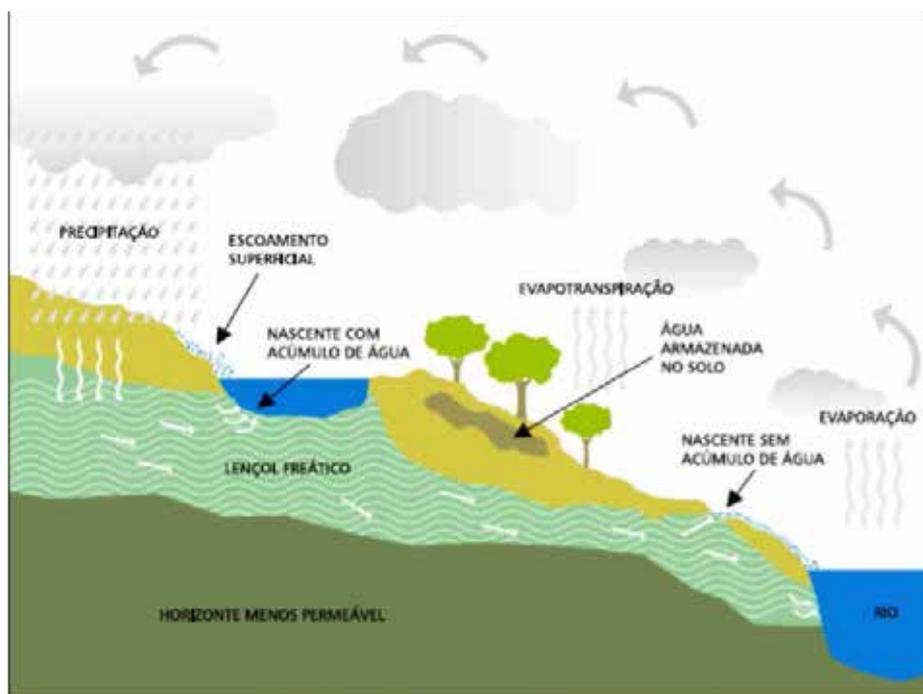
Essa região saturada pode situar-se próxima à superfície ou a grandes profundidades, e a água ali presente pode estar ou não sob pressão. De acordo com Calheiros et al. 2004, quando a região saturada se localiza sobre uma



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 uma outra camada impermeável, geralmente se tratando de um substrato rochoso. Comumente, sua formação é local e ele 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). Nesse 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 substrato (Figura 13).

Figura 13 – Formação do lençol freático



Fonte: Extraído de Calheiros et al. (2004).



Nascentes podem estar localizadas em encostas ou depressões do terreno, ou ainda, no nível de base representado pelo curso de 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 de 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; Helocrenos, as nascentes cuja área se espalha em uma superfície extensa de solo, formando um brejo sem superfície de água livre.

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. Este pode ser o tipo de nascente sem acúmulo de água inicial (Figura 14), 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. Por outro lado, quando a superfície freática ou um aquífero artesiano interceptar a superfície do terreno e o escoamento for espreado em uma área, o afloramento tenderá a ser difuso formando um grande número de pequenas nascentes por todo o terreno, originando as veredas (Figura 15). Se a vazão for pequena, poderá apenas molhar o terreno, caso contrário, pode originar o 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 (Figura 14). Esse tipo de nascente é representado pelas nascentes de fundo de vale e as originárias de rios subterrâneos. Na Figura 16 são mostrados os tipos de nascentes comentados.



Figura 14 – Nascente sem acúmulo inicial<sup>7</sup>



Figura 15 – Vereda<sup>8</sup>

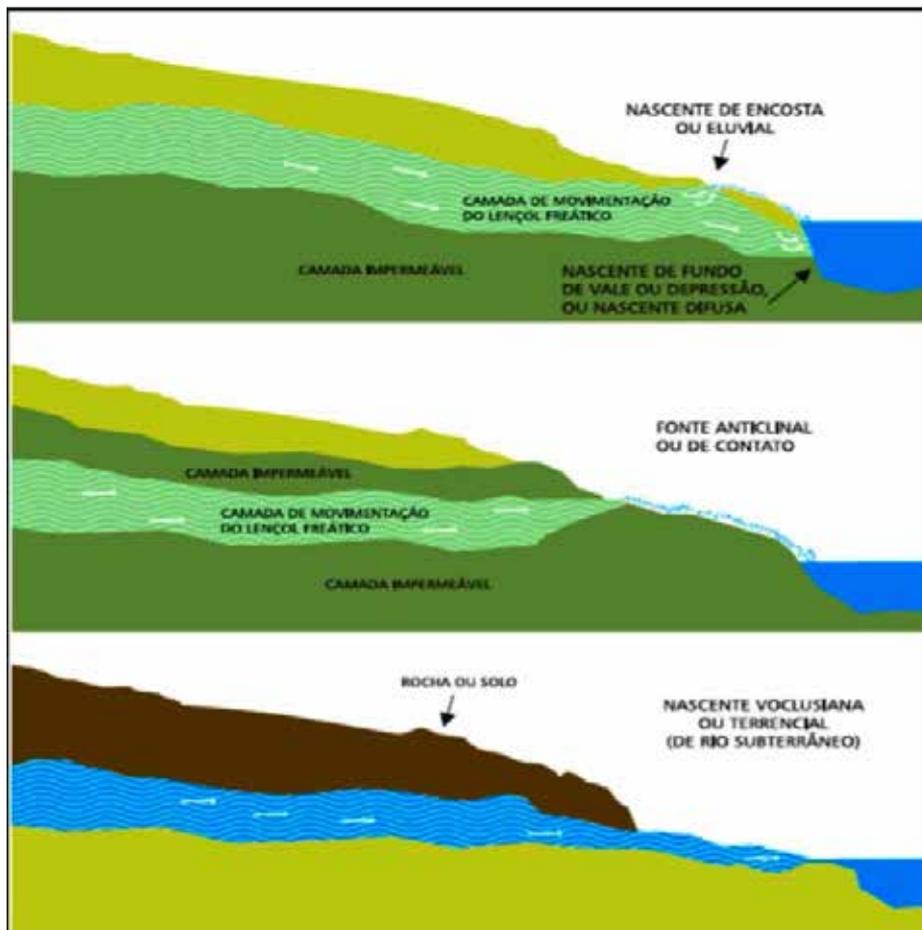


7 Fonte: Codevasf

8 Fonte: Codevasf



Figura 16 – Tipos mais comuns de nascentes originárias de lençol não confinado: de encosta, de fundo de vale, de contato e de rio subterrâneo.



Fonte: Extraído de Linsley e Franzini (1978).

Quanto à vazão, a classificação de nascentes possui grande variabilidade, que estão relacionadas às características de clima, da região e da natureza de formação das mesmas (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 2).

Quadro 2 – Classificação de nascentes quanto à vazão

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

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.



#### 4.4. 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 têm 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 de 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, pode-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 e 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; entre outras. As Figuras 17 a 22 ilustram algumas dessas pressões exercidas pela atividade humana no meio rural sobre as nascentes e sobre os recursos hídricos de modo geral.

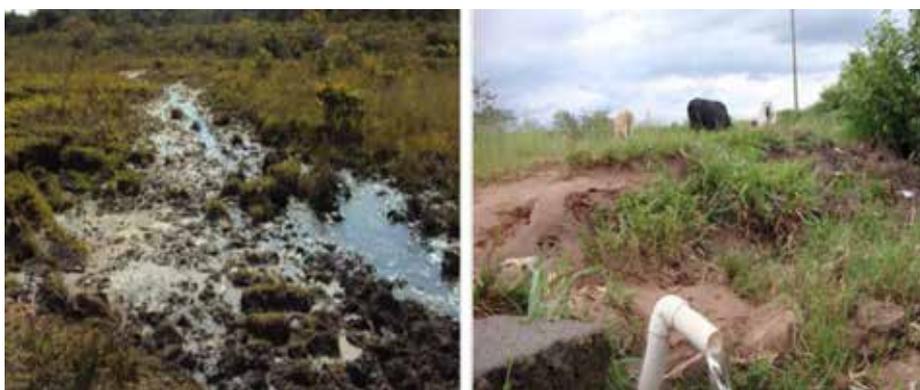


Essas práticas, que normalmente se traduzem no descumprimento da legislação ambiental, na maioria das vezes implicam na redução da capacidade de infiltração das águas das chuvas que abastecem o lençol freático, devido à compactação do solo e/ou pela remoção da vegetação, implicando em aumento do escoamento 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.

*Figura 17 – Estrada rural ambientalmente inadequada adjacente à nascente<sup>9</sup> e Figura 18 – Vereda degradada<sup>10</sup>*



*Figura 19 - Nascente pisoteada<sup>11</sup> e Figura 20 - Animais no entorno de nascente degradada<sup>12</sup>*



9 Fonte: Codevasf

10 Fonte: Codevasf

11 Fonte: [www.oestedigital.com.br/rural/sustentabilidade/00386/recuperacao-de-nascentes-tem-sido-solucao-para-propriedades-rurais-na-regiao](http://www.oestedigital.com.br/rural/sustentabilidade/00386/recuperacao-de-nascentes-tem-sido-solucao-para-propriedades-rurais-na-regiao)

12 Fonte: [www.nossaterra.folhadaregiao.com.br/2011/03/nascentes-da-regiao-estao-desprotegidas.html](http://www.nossaterra.folhadaregiao.com.br/2011/03/nascentes-da-regiao-estao-desprotegidas.html)



Figura 21 – Desmatamento e cultivo em Área de Preservação Permanente<sup>13</sup>



Figura 22 – Curso d'agua assoreado<sup>14</sup>



13 Fonte: [http://360graus.terra.com.br/expedicoes/images/w\\_h/w\\_h\\_furnas.jpg](http://360graus.terra.com.br/expedicoes/images/w_h/w_h_furnas.jpg)  
14 Fonte: Codevasf

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 ambiente e deve ter como uma de suas bases a conservação de nascentes, visto que estas são parcialmente responsáveis pela origem da principal e mais acessível fonte de recursos hídricos à maioria da população do campo e das cidades, que são os rios.

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, por exemplo, estabelece a classificação a seguir, quanto ao seu grau de conservação:

- **Nascente preservada:** apresenta 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.

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, conforme abordado no item 4.5, a seguir.



## 4.5. 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 de 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 responsável 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, menores que 45° (fora da definição de Área de Preservação Permanente), classificadas como de uso restrito, exploradas de forma intensiva, com pastagens, por exemplo, são as áreas mais importantes para um trabalho efetivo de conservação de nascentes.



Contudo, de um modo geral, 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 deste. 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 ele, 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 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: vegetacionais/vegetativas, edáficas e mecânicas que, na maioria dos casos, são aplicadas de forma combinada.

- **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, 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 e bosque sombreador; cordão vegetativo permanente; manejo do mato; alternância de capinas etc.

- **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.
- **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, estando, a seguir, conceituadas algumas dessas principais técnicas aplicadas para preservação e recuperação de nascentes:

- **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 à 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 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).

- **Plantio de espécies nativas** – O método, aplicado à recuperação de nascentes, 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 agrônômicas 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 objetiva que esta retenha a água das chuvas, reduza o impacto das gotas sobre o solo, atue como uma barreira ao carreamento de sedimentos e promova o aumento da infiltração da água no solo, contribuindo para o abastecimento dos lençóis e para 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 recuperada 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).

- **Cercamento/Isolamento** – Consiste na implantação de cercas ao redor das Áreas de Preservação Permanente de nascentes ou outras a serem recuperadas, objetivando o seu isolamento ou proteção contra os fatores causadores da degradação, de modo a contribuir para o aceleração do processo de regeneração natural ou para o estabelecimento de plantios que tenham sido realizados. Atua de forma complementar às técnicas vegetacionais citadas.
- **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** – O 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, entre 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 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.
- **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 semicircular, alocadas em pontos estratégicos da área de drenagem ou áreas de recarga e que, por meio 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. Ao cair a 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 ecológicas, como parte de sua adequação ambiental.

- **Adequação ambiental de estradas** – A adequação de estradas rurais ecológicas, 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, entre 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 de 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. Entre as intervenções que podem ser utilizadas para adequação ambiental de estradas ecológicas, citam-se: realocação do trecho; quebra de barranco (bota 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.

Nas Figuras 23 a 32 são apresentados exemplos de práticas de conservação de solo aplicadas à recuperação de nascentes e conservação de recursos hídricos de modo geral.

*Figura 23 – Cercamento de nascentes em processo de regeneração natural<sup>15</sup> e Figura 24 – Plantio (reflorestamento) com espécies nativas<sup>16</sup>*



*Figura 25 – Adubação verde<sup>17</sup> e Figura 26 – Uso de cobertura morta<sup>18</sup>*



15 Fonte: Codevasf

16 Fonte: <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Default.aspx?idPagina=6492>

17 Fonte: Ribas et al. (2003)

18 Fonte: <http://www.esalq.usp.br/gerd/SolosIV/Terraceamento.pdf>



Figuras 27 e 28 – Bacias de captação de águas da chuva (barraginhas)<sup>19</sup>



Figuras 29 e 30 – Readequação ambiental de estradas rurais ecológicas, terraços e barraginhas em propriedades rurais e readequação de estrada associada a barraginhas<sup>20</sup>



Figuras 31 e 32 – Construção de terraços e áreas terraceadas<sup>21</sup>



19 Fonte: Codevasf

20 Fonte: Codevasf

21 Fonte: Codevasf

## 5. ASPECTOS LEGAIS

A Constituição Federal, em seu Art. 225, prevê que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as atuais e futuras gerações. Seguindo esse mesmo princípio, foram criados ao longo da história do País diversos dispositivos legais que buscam disciplinar o uso dos recursos naturais objetivando a sustentabilidade da exploração destes. São destacados a seguir os instrumentos da legislação federal (leis, resoluções, decretos etc.) que incidem sobre a preservação e a recuperação de nascentes.

### Código Florestal – Lei nº 12.651/2012

A delimitação, uso, ocupação, preservação e a recuperação de nascentes encontram-se amparados, em primeiro plano, nos termos do novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), o qual substituiu o antigo Código Florestal sistematizado na Lei nº 4.771/65, que vigorou por quase cinco décadas. O novo Código Florestal estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação; Áreas de Preservação Permanente; áreas de Reserva Legal; a exploração florestal; o suprimento de matéria-prima florestal; o controle da origem dos produtos florestais; e o controle e prevenção dos incêndios florestais; e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. Entre as disposições do novo Código Florestal com implicações diretas sobre a preservação e recuperação de nascentes, merecem destaque os temas a seguir:

#### **a) Conceituações para efeitos da Lei nº 12.651/2012**

De acordo com o Art. 3º da referida Lei:

*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;*

*IV – área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio;*

*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)*

*XVII – nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso de água;*

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

É oportuno registrar que, a respeito das definições apresentadas pela Lei nº 12.651/2012, o presente Plano de Preservação de Recuperação de Nascentes, apesar de não diferenciar em seu título, contemplará a execução de intervenções em nascentes, veredas e também em olhos-d'água, uma vez que atuará em pontos de afloramento considerados intermitentes, comuns, sobretudo, na região semiárida da bacia do rio Parnaíba.

## **b) Delimitação de Áreas de Preservação Permanente – APP**

De acordo com o Art. 4º, considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

*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)*

*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).*



### c) Regime de Proteção das Áreas de Preservação Permanente – APP

De acordo com o Capítulo II, Seção II, do novo Código Florestal, são destacados os dispositivos a seguir:

*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 previstas nesta Lei.*

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

Merece também destaque o Capítulo XIII da referida Lei, que em sua Seção II trata das determinações referentes às “Áreas Consolidadas em Áreas de Preservação Permanente”, apresentando dispositivos que definem a obrigatoriedade de recomposição da vegetação em áreas consideradas APP, que se enquadram como Áreas Rurais Consolidadas nos termos do novo Código. Esses dispositivos passam a nortear, do ponto de vista legal, a recuperação de nascentes degradadas. A ocorrência de áreas consolidadas em APPs configura situações de grande importância a serem observadas quando da implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA, conforme destacado a seguir.

### d) Áreas Consolidadas em Áreas de Preservação Permanente

*Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)*



*§ 5º Nos casos de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos-d'água perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 metros. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)*

*§ 7º Nos casos de áreas rurais consolidadas em veredas, será obrigatória a recomposição das faixas marginais, em projeção horizontal, delimitadas a partir do espaço brejoso e encharcado, de largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)*

*I – 30 metros, para imóveis rurais com área de até 4 módulos fiscais; e (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)*

*II – 50 metros, para imóveis rurais com área superior a 4 módulos fiscais. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)*

*§ 8º Será considerada, para os fins do disposto no caput e nos §§ 1º a 7º, a área detida pelo imóvel rural em 22 de julho de 2008. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)*

Cabe mencionar que módulo fiscal é uma unidade de medida (expressa em hectares) fixada diferentemente para cada município, conforme preconizado pela Lei nº 6.746/79, e que leva em conta na determinação da sua equivalência em unidade de área, o tipo de exploração predominante no município; a renda obtida com a exploração predominante; outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada; o conceito de propriedade familiar.

*§ 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)*



§ 11. A realização das atividades previstas no caput observará critérios técnicos de conservação do solo e da água indicados no Programa de Regularização Ambiental (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)

§ 12. Será admitida a manutenção de residências e da infraestrutura associada às atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural, inclusive o acesso a essas atividades, independentemente das determinações contidas no caput e nos §§ 1º a 7º, desde que não estejam em área que ofereça risco à vida ou à integridade física das pessoas. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)

§ 13. A recomposição de que trata este artigo 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)

§ 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)



*§ 15. A partir da data da publicação desta Lei e até o término do prazo de adesão ao PRA de que trata o § 2º do art. 59, é autorizada a continuidade das atividades desenvolvidas nas áreas de que trata o caput, as quais deverão ser informadas no CAR para fins de monitoramento, sendo exigida a adoção de medidas de conservação do solo e da água. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)*

*§ 17. Em bacias hidrográficas consideradas críticas, conforme previsto em legislação específica, o Chefe do Poder Executivo poderá, em ato próprio, estabelecer metas e diretrizes de recuperação ou conservação da vegetação nativa superiores às definidas no caput e nos §§ 1º a 7º, como projeto prioritário, ouvidos o Comitê de Bacia Hidrográfica e o Conselho Estadual de Meio Ambiente. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)*

Nota-se que, com base no seu Artigo 61–A, Inciso II, § 5º, a Lei nº 12.651/12 define que, para o caso de nascentes que tiveram suas APPs transformadas em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, a obrigatoriedade de recomposição da vegetação é limitada a uma área de 15 metros de raio no entorno da nascente, e não de 50 metros, conforme a definição de APP.

### **e) O 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 PARNAÍBA, é a instituição do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e do Programa de Regularização Ambiental (PRA), previstos no Capítulo VI e no Capítulo XIII, respectivamente. 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 Preservação Permanente (APP), 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 sua 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, de 17 de outubro de 2012.



A propriedade rural que estiver ambientalmente irregular perante a Lei nº 12.651/2012, após inscrita no CAR, poderá aderir, mediante Termo de Compromisso, ao PRA. Os PRAs compreenderão o conjunto de ações ou iniciativas a serem desenvolvidas por proprietários e posseiros rurais com o objetivo de adequar e promover a regularização ambiental, sendo que, após a adesão do interessado ao PRA e, enquanto estiver sendo cumprido o Termo de Compromisso, o proprietário ou possuidor não poderá ser autuado por infrações cometidas antes de 22 de julho de 2008, relativas à supressão irregular de vegetação em Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito.

As ações de recuperação ambiental necessárias à regularização das propriedades serão definidas em Projetos de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas, que são um dos instrumentos do PRA. As atividades contidas nesses Projetos de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas deverão ser concluídas de acordo com o cronograma previsto no Termo de Compromisso.

A inscrição no CAR, acompanhada de compromisso de regularização ambiental quando for o caso, é pré-requisito para os benefícios previstos no PRA e no Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente, também definido pela Lei nº 12.651/12 em seu Capítulo X.

Entre os benefícios desses programas pode-se citar:

- Possibilidade de regularização das APPs e/ou Reserva Legal que tiveram a vegetação natural suprimida ou alterada até 22 de julho de 2008 no imóvel rural, sem autuação por infração administrativa ou crime ambiental;
- Suspensão de sanções em função de infrações administrativas por supressão irregular de vegetação em áreas de APP, Reserva Legal e de uso restrito, cometidas até 22 de julho de 2008;
- Obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que os praticados no mercado;
- Contratação do seguro-agrícola em condições melhores que as praticadas no mercado;
- Dedução das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito da base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural – ITR, gerando créditos tributários;



- Linhas de financiamento para atender às iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, manejo florestal e agroflorestal sustentável realizados na propriedade ou posse rural, ou recuperação de áreas degradadas;
- Isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos, tais como: fio de arame, postes de madeira tratada, bombas-d'água, trado de perfuração do solo, entre outros utilizados para os processos de recuperação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito.

Ao realizar o Cadastro de sua propriedade e aderir ao PRA, portanto, o proprietário poderá gozar de alguns benefícios, os quais são vistos como mecanismos de adesão da proposta de preservação e recuperação de nascentes apresentada no presente documento, visto que a recomposição das Áreas de Preservação Permanente é necessária para regularização ambiental da propriedade.

Além da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, são destacados a seguir outros instrumentos representativos do marco legal relacionado ao PLANO NASCENTE PARNAÍBA.

Lei de Crimes Ambientais – Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que determina:

*“Art. 38º 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.*

*Parágrafo único. Se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade.*

*Art. 39º Cortar árvores em floresta considerada de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente: Pena – detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.”*

Resolução nº 429, de 28 de fevereiro de 2011, Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama



Esta resolução dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs e determina:

*Art. 1º A recuperação das APPs, consideradas de interesse social, conforme a alínea “a”, inciso V, do § 2º do art. 1º do Código Florestal, deverá observar metodologia disposta nesta Resolução.*

*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 pelos seguintes métodos:*

*I – condução da regeneração natural de espécies nativas;*

*II – plantio de espécies nativas; e*

*III – plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas.*

*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 justificados;*

*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.*

*§ 3º Em casos excepcionais, nos plantios de espécies nativas, observado o disposto no § 1º, na entrelinha, poderão ser cultivadas espécies herbáceas ou arbustivas exóticas de adubação verde ou espécies agrícolas exóticas ou nativas, até o 5º ano da implantação da atividade de recuperação, como estratégia de manutenção da área em recuperação, devendo o interessado comunicar o início e a localização da atividade ao órgão ambiental competente que deverá proceder seu monitoramento.*

*§ 4º Nos casos onde prevaleça a ausência de horizontes férteis do solo, será admitido excepcionalmente, após aprovação do órgão ambiental competente, o plantio consorciado e temporário de espécies exóticas como pioneiras e indutoras da restauração do ecossistema, limitado a um ciclo da espécie utilizada e ao uso de espécies de comprovada eficiência na indução da regeneração natural.*

*§ 5º Será admitido, como prática de apoio à recuperação, o plantio consorciado de espécies nativas perenes produtoras de frutos, sementes, castanhas e outros produtos vegetais, sendo permitida sua utilização para extração sustentável não madeireira.*

Além dos instrumentos acima mencionados, apresentam também relação direta com a proposta apresentada no presente documento a Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002 – que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente – e a Resolução Conama nº 369, de 28 de março de 2006, que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP.

Sobre a Resolução nº 369/2006 do Conama, destacam-se os seguintes dispositivos:



*Art. 4º Toda obra, plano, atividade ou projeto de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental, deverá obter do órgão ambiental competente a autorização para intervenção ou supressão de vegetação em APP, em processo administrativo próprio, nos termos previstos nesta resolução, no âmbito do processo de licenciamento ou autorização, motivado tecnicamente, observadas as normas ambientais aplicáveis.*

*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.*

Depreende-se, das disposições acima, que as intervenções em APP de nascentes no âmbito do PLANO NASCENTE PARNAÍBA deverão ser precedidas de consulta e respectiva autorização por parte dos órgãos competentes de controle, orientação e fiscalização das atividades de uso e exploração dos recursos naturais. Nesse sentido, é importante que sejam obtidas, nos órgãos responsáveis em cada estado, as autorizações necessárias, sobretudo em função da previsão nos objetivos dessa proposta da implantação de estruturas de proteção do ponto de afloramento e captação de água, que é considerada intervenção de baixo impacto.

Deverão, ainda, serem informadas e obtidas as devidas outorgas nos órgãos estaduais competentes, para captação de água das nascentes, considerando-se a vazão a ser retirada.





Parque Nacional das Nascentes do rio Parnaíba (6)

## 6. O PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DA BACIA DO RIO PARNAÍBA

### 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 – AR voltada à recuperação hidroambiental de áreas da bacia do rio Parnaíba, e que contempla a realização de intervenções necessárias à recomposição vegetal e isolamento de Áreas de Preservação Permanente, à conservação das zonas de recarga hídrica e à 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 conservação dos recursos hídricos e que, no presente documento, tem apresentada uma proposta estratégica para sua execução, composta por intervenções sequenciais e concatenadas, pontuais e contínuas, de curto, médio e longo prazo.

O PLANO NASCENTE PARNAÍBA surge em um momento oportuno, tendo em vista a impreterível necessidade de atuação concreta do poder público e da sociedade de modo geral objetivando a revitalização das bacias hidrográficas. 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 PLANO NASCENTE PARNAÍBA 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 Parnaíba, com o objetivo comum de preservação e recuperação de suas nascentes, propondo uma atuação colaborativa e em sinergia para a consecução de suas metas.

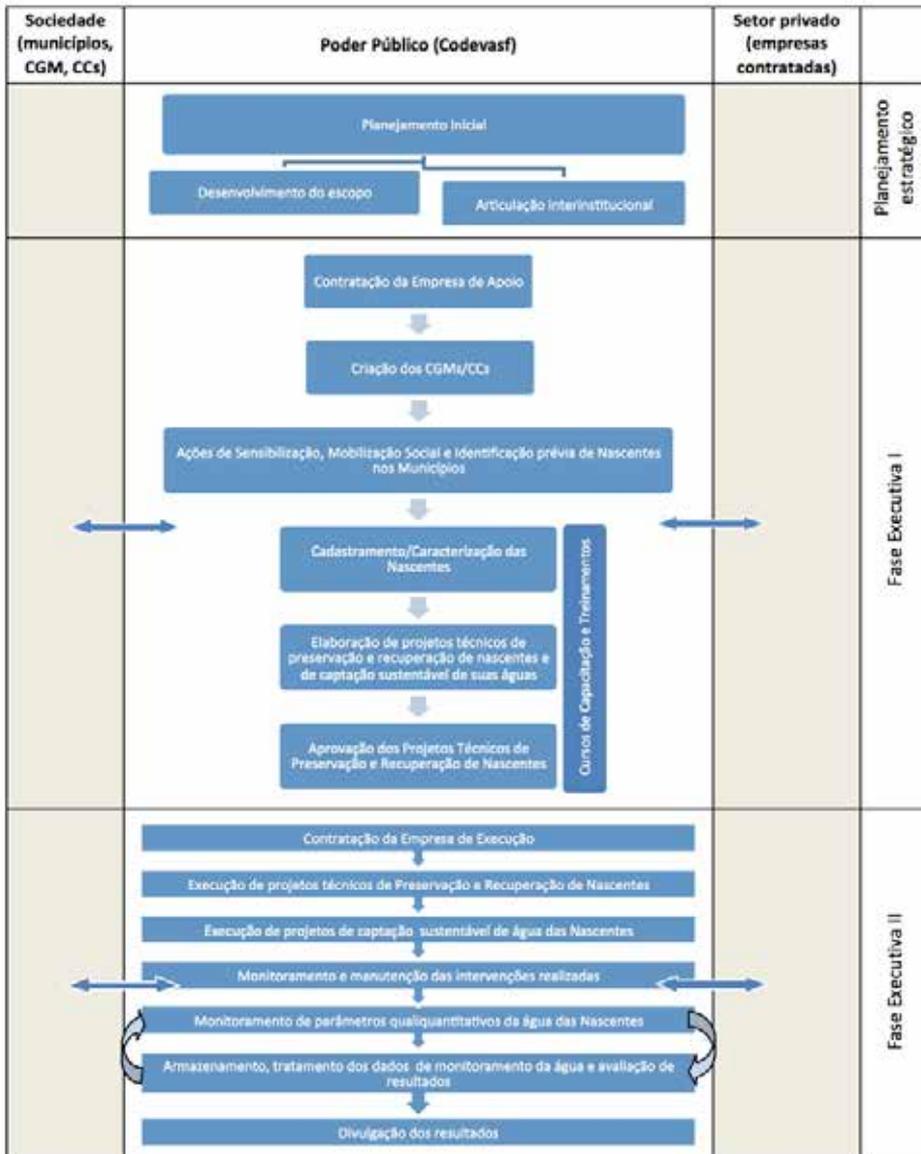
Um dos aspectos mais importantes da proposta executiva ora apresentada é, sem dúvida, a participação social. A experiência da Codevasf na execução das ações de recuperação hidroambiental nos últimos onze anos (2004 – 2015) permite afirmar que, independente da necessidade e importância das ações voltadas 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, a efetiva participação social. Nesse contexto, a estrutura orgânica proposta para o Plano inclui a figura dos Comitês Gestores Municipais (CGMs) e, quando operacionalmente viável, das Comissões Comunitárias (CCs), a exemplo do modelo adotado no Programa Água para Todos, do Governo Federal, os quais têm como principal objetivo fazer a ligação direta, franca e participativa entre o poder público e a sociedade, de forma a promover o entendimento, o empoderamento e a colaboração desta última na implementação do Plano. É apresentado no Quadro 3 um resumo da metodologia executiva proposta para o PLANO NASCENTE PARNAÍBA.



Quadro 3 – Resumo executivo do Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba



Fonte: Equipe do PLANO NASCENTE PARNAÍBA



Nos subitens 6.1.1 a 6.1.7, a seguir, são descritas as formas de participação de cada um dos atores envolvidos no processo de implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA.

### *6.1.1. COMITÊS GESTORES MUNICIPAIS*

Os Comitês Gestores Municipais (CGMs), conforme mencionado, são instrumentos importantes na implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA, responsáveis pela realização de algumas etapas de sua fase executiva, bem como serão instrumentos de participação social na implantação do Plano 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 PARNAÍBA, e terão as Organizações Civas 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 devem 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 Igreja, da Polícia Militar Ambiental, escolas, Comitês das sub-bacias e microbacias hidrográficas a que pertence 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 PARNAÍBA, serão:



- 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 PARNAÍBA 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 cadastramento e intervenções 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;
- Ajudar na sensibilização e mobilização da comunidade para participar das oficinas e cursos de capacitação a serem oferecidos aos beneficiários e a interessados;
- Acompanhar a implementação das intervenções previstas no PLANO NASCENTE PARNAÍBA e comunicar à Codevasf eventuais distorções identificadas;
- Auxiliar os proprietários rurais e as Comissões Comunitárias (CCs) no desenvolvimento das atividades de monitoramento da qualidade e quantidade da água das nascentes;
- 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 PARNAÍBA, 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, com a Codevasf, considerando critérios, como existência de nascentes próximas à comunidade, lideranças comunitárias, contingente populacional da comunidade etc. 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 trinta 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. As CCs devem contar com pelo menos três membros da comunidade, sendo importante 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 de apresentação do Programa, organizada pelo CGM em parceria com a empresa de apoio.

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

- 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 e qualidade da água das nascentes.

### 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; realizar as ações de divulgação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA 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, e 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 (cercamento, plantios, terraceamento, construção de bacias de captação, adequação de estradas vicinais etc.), e implantar os sistemas simplificados de uso sustentável de água das nascentes, onde couber.

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

#### **6.1.5. CODEVASF**

A Codevasf deverá ser responsável por toda a articulação interinstitucional para a celebração das parcerias necessárias à implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA, 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 PARNAÍBA mediante Termos de Adesão Voluntária assinados pelos mesmos. Estes deverão estar de acordo com as intervenções a serem realizadas em suas propriedades conforme indicações do projeto técnico da empresa de apoio. Esses proprietários e/ou beneficiários deverão receber treinamentos e capacitações, devendo ser responsáveis pela manutenção das intervenções realizadas, bem como pelo monitoramento quali-quantitativo 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

Os Comitês e as Comissões Pró-Comitês da bacia hidrográfica do rio Parnaíba e também das sub-bacias e microbacias que tiverem tal instituição formada serão instâncias importantes no processo de implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA e, 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 DAS SUB-BACIAS PRIORITÁRIAS

As ações direcionadas aos processos de preservação e recuperação de nascentes têm como finalidade promover o aumento da quantidade e melhoria da qualidade de água no âmbito da bacia hidrográfica. Essas medidas compõem todo um universo de intervenções direcionadas ao processo de recuperação ambiental de áreas que necessitam de atuação nesse sentido.

Esse tipo de prática vem sendo aplicado pela Codevasf nas bacias do rio São Francisco e do Parnaíba, por meio de ações concretas voltadas para a recuperação e controle de processos erosivos no meio rural. São intervenções essencialmente direcionadas ao estabelecimento do manejo adequado de solo e água, como também à conservação e preservação de outros recursos naturais, com reflexos diretos sobre os recursos hídricos da bacia.

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, entre 2004 e 2015:

- Implantadas mais de 40 mil bacias de captação de água da chuva;
- Implantados mais de 7,5 mil quilômetros de terraços;
- Protegidos e/ou revegetados cerca de 20 mil hectares de áreas ciliares, topos de morros e cerca de 1.200 nascentes;
- Readequação ambiental de estradas rurais e estabilização de voçorocas e de margens de rios;



- Realização de ações de sensibilização, mobilização, educação ambiental e capacitação da sociedade das bacias dos rios São Francisco e Parnaíba.

A preservação e recuperação de nascentes configuram-se como uma forma de reafirmar o compromisso da Codevasf em fortalecer políticas voltadas à revitalização das bacias hidrográficas, tendo como aspecto de extrema importância a inegável experiência adquirida pela empresa ao longo dos últimos anos.

Pelo exposto, conclui-se que a Codevasf possui conhecimento e ampla capacidade técnica para implantar as práticas direcionadas à preservação e recuperação de nascentes no âmbito das bacias hidrográficas na sua área de atuação, ou seja, a resposta à questão sobre “o que fazer?” já faz parte do acervo técnico/currículo executivo realizado pela empresa. A definição/seleção das práticas recomendadas para a preservação e recuperação de nascente é função direta do diagnóstico a que será submetido cada uma delas nas primeiras etapas desse processo.

Considerando que o PLANO NASCENTE PARNAÍBA não pretende preservar e recuperar todas as nascentes da bacia hidrográfica, em um primeiro momento, a questão que solicita resposta imediata é saber o local: “onde fazer?”. Isso pressupõe identificar quais os trechos da calha do rio Parnaíba e quais as sub-bacias encontram-se em situação de prioridade para serem submetidas às práticas de preservação e recuperação de nascentes, considerando uma escala de vulnerabilidade entre elas, com reflexos na bacia como um todo.

Para o estabelecimento dessa ordem de prioridade no âmbito da bacia hidrográfica do rio Parnaíba (onde fazer?) é necessário adotar critérios objetivos, definidos e montados a partir de uma base de dados de natureza técnica, capazes de balizar o estabelecimento da ordem de prioridade entre as sub-bacias, segundo a urgência de intervenção.



### 6.2.1. CRITÉRIOS PARA ESTABELECIMENTO DA PRIORIDADE ENTRE AS SUB-BACIAS

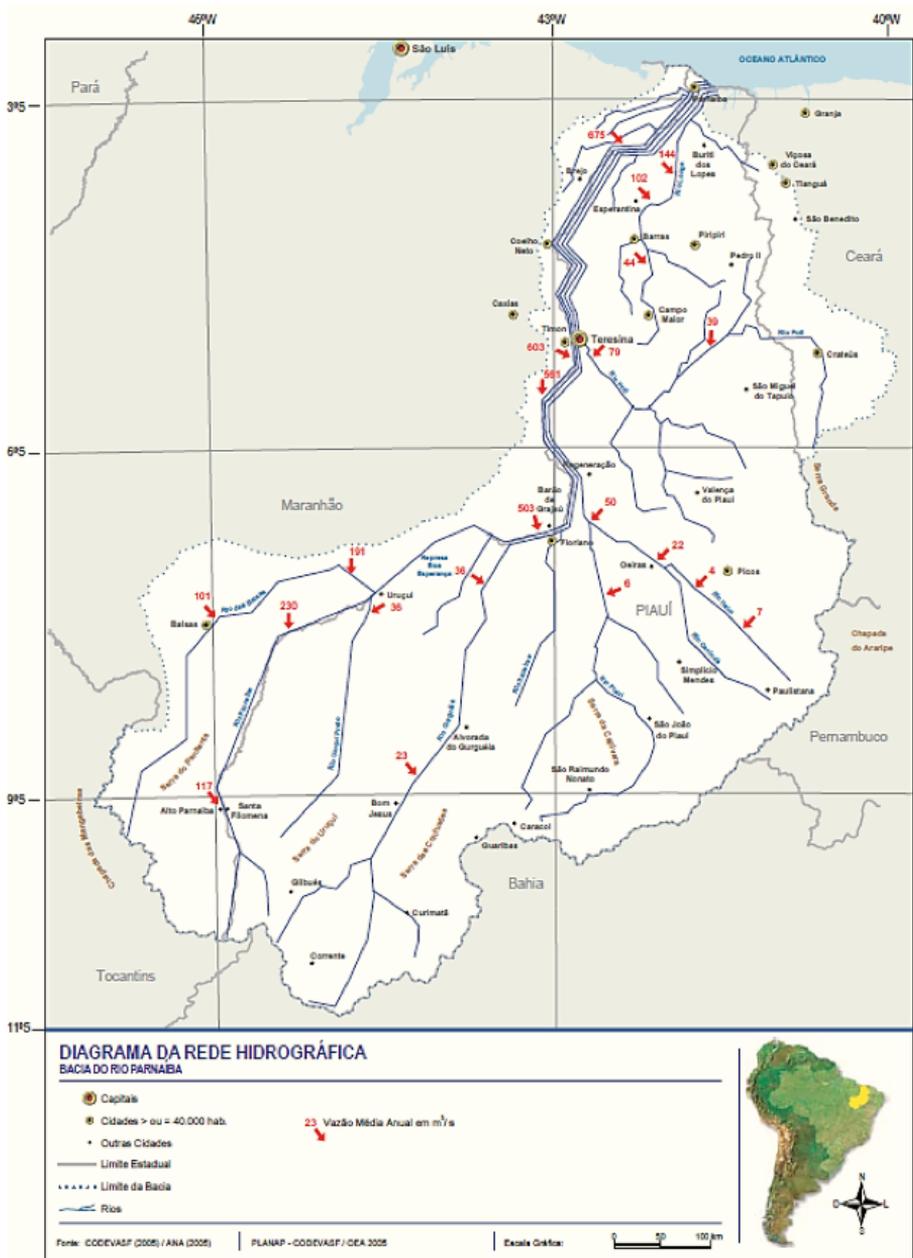
Nesse sentido, os critérios utilizados para indicação de sub-bacias prioritárias para implantação do Plano de Preservação e Recuperação de Nascente da bacia do rio Parnaíba foram assim definidos:

**Critério 1:** Sub-bacias de maiores contribuições hídricas para formação da vazão do rio, segundo cada um dos principais cursos: Alto, Médio e Baixo Parnaíba – A atuação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA nas nascentes das sub-bacias selecionadas por esse critério visa proteger e/ou recuperar as nascentes e áreas de recarga dessas bacias de grande contribuição com a vazão do Parnaíba, a fim de assegurar, por meio da minimização dos efeitos da ação antrópica, a manutenção e o equilíbrio dos fatores ambientais que tornam essas áreas grandes produtoras de água para a bacia. Objetivamente, busca-se a realização de intervenções voltadas a proporcionar o aumento da infiltração da água no solo e, conseqüentemente, do abastecimento das nascentes e dos tributários pelo lençol freático, possibilitando a elevação do volume de água que chega à calha do rio Parnaíba.

Considerando os dados e informações apresentados pela Figura 5 (item 3.4) e também na Figura 33, a seguir, que apresenta o diagrama da rede hidrográfica da bacia do Parnaíba, constata-se, pela maior vazão de seus cursos de água principais, bem como pelos maiores índices pluviométricos verificados nessas sub-bacias, a maior importância daquelas situadas na região do Alto Parnaíba na formação da vazão total desse rio.



Figura 33 – Diagrama da rede hidrográfica da bacia do rio Parnaíba



Tais conclusões são também fundamentadas com base nos dados apresentados no Quadro 4, que traz informações sobre as águas superficiais dos cursos do Alto, do Médio e do Baixo Parnaíba e ressalta a preponderância das sub-bacias hidrográficas situadas no curso do Alto Parnaíba enquanto tributárias para a formação da vazão total do rio. Isso é válido tanto para os afluentes da margem esquerda quanto para os da margem direita.



Voçoroca - Parna das Nascentes do Parnaíba (7)

Quadro 4 – Composição hidrográfica da bacia do rio Parnaíba

CURSO	Composição da Área da Bacia (325.835 km <sup>2</sup> )	Composição da Vazão Total da Bacia	Afluentes da margem esquerda (MA)	Afluentes da margem direita (PI)	Extensão do curso – km
ALTO	23,3% (75.920 km <sup>2</sup> )	80,1%	1. Pedra Funda 2. Balsas 3. Curimatá	1. Uruçuí Preto 2. Gurgueia	784 km Da nascente do rio Parnaíba à foz do rio Gurgueia
MÉDIO	48,5% (158.030 km <sup>2</sup> )	9,7%	Não existe afluente de importância em termos de vazão nessa margem	1. Itauaíras – PI 2. Canindé/Piauí 3. Mulato 4. Poti	290 km Da foz do rio Gurgueia no Parnaíba à foz do Poti no Parnaíba
BAIXO	28,2% (91.885 km <sup>2</sup> )	10,2%	Não existe afluente de importância em termos de vazão nessa margem	1. Longá	411 km Da foz do rio Poti no Parnaíba à foz deste no Oceano Atlântico

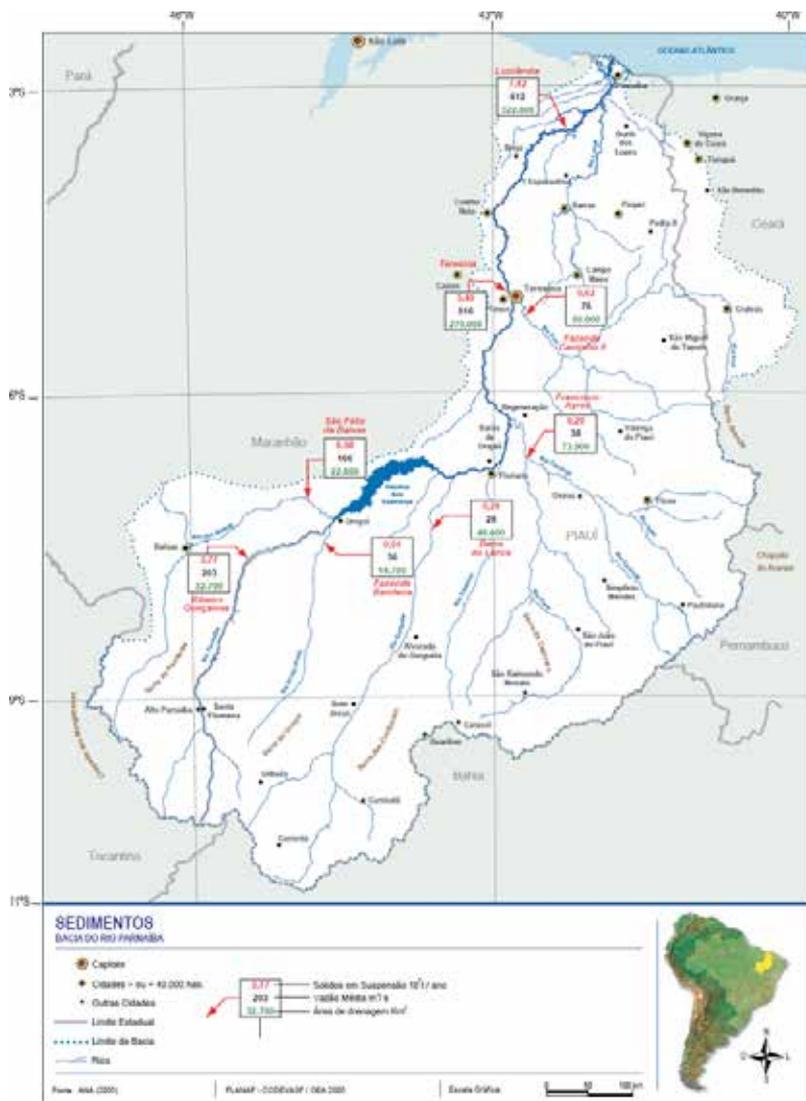
Fonte: Geografia do Piauí – [www.procampus.com.br](http://www.procampus.com.br)  
(1) PNRH – Região Hidrográfica do Parnaíba



**Critério 2:** Sub-bacias de maiores contribuições para o aporte de sedimentos na calha do rio, segundo cada um dos principais cursos: Alto, Médio e Baixo Parnaíba. Esse critério visa, por meio da revitalização hidroambiental dessas sub-bacias, a redução da produção de sedimentos que são aportados para as calhas do rio Parnaíba e seus tributários.

A Figura 34 mostra a contribuição de sedimentos por sub-bacias, para o leito do rio Parnaíba, segundo estudo da Codevasf, em 2006.

Figura 34 – Sedimentos na bacia do rio Parnaíba



Os dados e informações da Figura 35 indicam que também o curso do Alto, seguido do Baixo Parnaíba, são os responsáveis pela maior parte da produção de sedimentos que são encontrados em suspensão na calha do rio Parnaíba.

Essa mesma conclusão é verificada a partir da análise do Quadro 5, em que, de acordo com o (MMA, 2006), a produção estimada de sedimentos é maior nas sub-bacias do Alto Parnaíba (curso do próprio Parnaíba e que inclui o rio Uruçuí-Preto), com estimativas de 115,3 t/ano/km<sup>2</sup> no rio Parnaíba e 34,7 t/ano/km<sup>2</sup> no rio Uruçuí Preto. Em seguida, vem o rio Balsas com uma produção de 25,4 t/ano/km<sup>2</sup>. Em média são 29,2 t/ano/km<sup>2</sup> de sedimentos produzidos na região do Parnaíba.

*Quadro 5 – Estimativa da produção de sedimento nas estações sedimentométricas da região hidrográfica do rio Parnaíba.*

Código	Sub-2	Rio	Qss (10 <sup>6</sup> t/ano)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Área (km <sup>2</sup> )	Produção t/ano/km <sup>2</sup>
34060000	Parnaíba 02	Parnaíba	3,77	203	32.700	115,3
34090000	Parnaíba 02	Uruçuí Preto	0,51	36	14.700	34,7
34170000	Parnaíba 01	Das Balsas	0,58	166	22.800	25,4
34270000	Parnaíba 03	Gurguéia	0,29	28	48.400	6,0
34600000	Parnaíba 05	Canindé	0,29	39	73.900	3,9
34690000	Parnaíba 06	Parnaíba	3,4	516	270.000	12,6
34789000	Parnaíba 06	Poti	0,62	76	50.000	12,4
34879500	Parnaíba 06	Parnaíba	7,42	612	322.800	23,0

Em que: Código = Código da estação; Sub-2 = Sub-bacia de nível 2; Área = área drenada; Q = vazão média; Qss = descarga sólida em suspensão média.

Fonte: MMA (2006).

Outro aspecto interessante sobre a região do Alto Parnaíba foi verificado por Farinasso et al. (2006) que, no tocante à erosão potencial dessa porção da bacia, verificaram que 41.82% da área está classificada com potencial erosivo excessivamente alto (acima de 100 t/ha.ano), sugerindo a necessidade de trabalhos de prevenção e estudos imediatos para a ocupação humana nessa região.



### 6.2.2. BACIAS PRIORITÁRIAS PARA ATUAÇÃO DO PLANO NASCENTE PARNAÍBA

Considerando os critérios adotados (contribuição de vazão e de sedimentos), são entendidas como prioritárias para atuação no âmbito do PLANO NASCENTE PARNAÍBA, em um primeiro momento, as seguintes sub-bacias do Alto Parnaíba:

I. Sub-bacia do Alto Parnaíba (trecho superior do rio Parnaíba) incluindo a sub-bacia do rio Uruçuí-Preto

II. Sub-bacia do rio Balsas

Considerando também o lançamento pelo Mapa, em maio de 2015, do Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba, região que integra a nova fronteira agrícola do País e que, segundo esse plano, é a “última fronteira agrícola em expansão no mundo”, é pertinente ao PLANO NASCENTE PARNAÍBA atuar naqueles municípios cujas terras estejam situadas, total ou parcialmente, na porção da bacia hidrográfica enquadrada como prioritária, haja vista a necessidade de se estabelecer vínculos formais com esses entes federativos, apropriados à harmonização da operacionalização da implantação do Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba face à expansão agrícola pretendida.

### 6.3. IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DO PARNAÍBA

O Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba será implantado considerando as sub-bacias prioritárias definidas no item 6.2. Nessas sub-bacias serão ainda definidas microbacias prioritárias, onde serão identificadas e cadastradas as nascentes a serem preservadas e/ou recuperadas. O Cadastro Ambiental Rural (CAR), em franco desenvolvimento na região hidrográfica do rio Parnaíba é importante instrumento de identificação dessas nascentes. Segundo dados divulgados pelo Serviço Florestal Brasileiro, em maio de 2016, 8.232 nascentes foram cadastradas no estado do Piauí no âmbito do CAR, dando a dimensão dos esforços necessários para o cadastramento de nascentes e implantação efetiva das intervenções previstas



nesse Plano. O refinamento e utilização dos dados obtidos por meio do CAR possibilitarão um diagnóstico preciso e confiável quanto à quantificação e geolocalização das nascentes na bacia do rio Parnaíba.

### **6.3.1. IDENTIFICAÇÃO DAS NASCENTES E ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA A SEREM TRABALHADAS**

Uma vez definidas e selecionadas as sub-bacias prioritárias e as respectivas microbacias que melhor representem os critérios utilizados para sua priorização, essas informações deverão ser espacializadas, em sintonia com as informações obtidas por meio do Cadastro Ambiental Rural<sup>22</sup>, instituído pela Lei nº 12.651/2012, a fim de que sejam identificados, no contexto da microbacia, os municípios onde deverão ser executadas as ações de preservação e recuperação de nascentes.

Nesses municípios, a partir da criação dos Comitês Gestores Municipais (CGMs), estes, junto com a empresa de apoio, deverão promover campanhas de divulgação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA, de sensibilização e mobilização e organização social, com o objetivo de explicar e demonstrar aos proprietários rurais e à população do município interessada, todo o arranjo e o funcionamento do PLANO NASCENTE PARNAÍBA. Essas campanhas deverão ocorrer por tempo determinado nos municípios e terão como objetivo tornar claro o Plano à sociedade e, principalmente, estimular os proprietários rurais a trazerem espontaneamente aos atores responsáveis pela sua implementação (Codevasf, CGM e empresa de apoio), informações sobre a existência e localização de nascentes em propriedades rurais no território do município. Ao final dessa etapa de mobilização inicial, deverão ser formadas as Comissões Comunitárias (CCs), conforme sua participação descrita no item 6.1.2.

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 PARNAÍBA, 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.

<sup>22</sup> Cabe registrar que, de acordo com balanço divulgado pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB), em maio de 2016, foi declarada no Cadastro Ambiental Rural a existência de 8.121 nascentes no estado do Piauí, que corresponde a maior parte da bacia do rio Parnaíba. De acordo com os dados do SFB, foram cadastrados no CAR apenas 53,88% da área do estado até maio de 2016, logo, o número total de nascentes na bacia do rio Parnaíba deverá ser superior ao mencionado.



### 6.3.2. 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 estão estruturadas da forma a seguir:

#### l) Dados gerais da nascente

- Endereço detalhado, com referências que facilitem sua localização;
- Coordenadas geográficas, por meio de aparelho de GPS (Global Position System);
- Identificação do principal curso de água para o qual a água da nascente conflui;
- Dominialidade do local – terras públicas ou particulares;
- Tipo de nascente quanto à formação (freática ou artesiana);
- Tipo de nascente quanto à forma de afloramento (pontual ou difusa);
- Tipo de nascente quanto ao fluxo (perene, intermitente ou efêmera).



## II) 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 e cupins e quaisquer outros dados relevantes etc.;
- Vazão da nascente (medida com equipamento simplificado);
- Formas de uso das águas das nascentes (se houver);
- Outras informações relevantes.

## III) Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes

Deverão ser aferidos com uso de um kit de monitoramento de água em pastilha, teste colorimétrico e testes laboratoriais. 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, podendo incluir:

- Variáveis gerais: temperatura, pH, turbidez, cor, condutividade elétrica, dureza, oxigênio dissolvido;
- Nutrientes: nitrato, nitrito, amônia, fosfato, fósforo total, nitrogênio total;
- Metais-traços: alumínio, bário, cádmio, cromo, cobre, ferro, mercúrio, manganês, chumbo, zinco;
- Parâmetros orgânicos: pesticidas;
- Indicadores microbiológicos: coliformes totais, coliformes termotolerantes.



Para os parâmetros que requerem análise laboratorial, as amostras de água deverão ser adequadamente coletadas, armazenadas e encaminhadas ao laboratório mais próximo ao local de coleta pela empresa de apoio.

#### IV) Dados socioeconômicos da propriedade

A empresa de apoio deverá, como parte do cadastramento das nascentes, 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 obtidas deverão contemplar, no mínimo:

- Avaliação das condições de habitação e saneamento;
- Área das propriedades (mediante informações obtidas com os proprietários);
- Indicação do regime de posse e uso da terra;
- Principais atividades econômicas das propriedades e área utilizada em função destas;
- Número 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.

Após a compilação e análise das informações do cadastro, a equipe técnica da empresa de apoio deverá elaborar e apresentar, adequado ao diagnóstico de cada nascente, um projeto técnico referente ao conjunto de intervenções previstas a seguir, no subitem 6.3.3 do PLANO NASCENTE PARNAÍBA. O projeto deverá, então, ser aprovado pelo CGM e pelo proprietário rural beneficiário, o qual deverá assinar um Termo de Adesão Voluntária ao PLANO NASCENTE PARNAÍBA manifestando sua concordância com a execução das intervenções em sua propriedade, bem como com as suas responsabilidades com relação à manutenção das intervenções e ao monitoramento da água das nascentes. Para cada nascente cadastrada deverá ser produzido registro fotográfico, obrigatoriamente, e/ou audiovisual representativo do seu cenário-base (inicial).

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.



### 6.3.3. EXECUÇÃO DAS INTERVENÇÕES

Após aprovação do projeto técnico desenvolvido pela empresa de apoio, pelo proprietário, serão executadas – pela empresa executora – as intervenções necessárias, que podem ser enquadradas em duas categorias: a) intervenções técnicas voltadas à preservação e recuperação de nascentes; b) intervenções de promoção do uso sustentável da água das nascentes.

#### 6.3.3.1. Intervenções técnicas voltadas à Preservação e Recuperação de Nascentes

As intervenções técnicas voltadas à preservação e recuperação de nascentes cadastradas deverão ocorrer considerando a classificação apresentada no Quadro 6, relativa ao estágio de conservação/degradação das nascentes cadastradas:



Araras no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (8)

Quadro 6 – Intervenções técnicas voltadas à preservação e recuperação de nascentes

ESTÁGIO DE CONSERVAÇÃO DA NASCENTE <sup>a</sup>	INTERVENÇÕES A SEREM REALIZADAS <sup>b</sup>
<p>Nascentes Preservadas – 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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atividades de educação ambiental objetivando internalizar nos moradores/ocupantes da propriedade a importância da manutenção das nascentes preservadas;</li> <li>- Capacitação dos moradores/ocupantes da propriedade para operarem os instrumentos necessários ao monitoramento da quantidade e da qualidade da água das nascentes, armazenamento e repasse dos dados ao CGM e à CC, quando couber.</li> </ul>
<p>Nascentes Parcialmente Degradadas (Perturbadas) – 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 oferecem risco de pisoteio e/ou contaminação, porém, há remanescentes de vegetação próximos, com alto índice de biodiversidade, que facilitam a regeneração natural.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cercamento/isolamento das APPs das nascentes conforme raio definido no novo Código Florestal;</li> <li>- Intervenções voltadas para o estímulo à regeneração natural (técnicas de nucleação, controle de plantas invasoras etc.);</li> <li>- Plantio de enriquecimento na área da APP, se viável;</li> <li>- Manutenção dos plantios (controle de formigas, controle de plantas invasoras, adubação de cobertura);</li> <li>- Práticas mecânicas de conservação de solo e água em áreas de recarga exploradas para agropecuária (terraceamento e construção de bacias de captação);</li> <li>- Adequação ambiental de estradas rurais ecológicas situadas em áreas de recarga;</li> <li>- Atividades de educação ambiental objetivando internalizar nos moradores/ocupantes da propriedade a importância da conservação das nascentes;</li> <li>- Capacitação dos moradores/ocupantes da propriedade para realizarem a manutenção dos plantios bem como o monitoramento das intervenções realizadas (plantios e práticas mecânicas) relatando à CC e ao CGM quaisquer anormalidades;</li> <li>- Capacitação dos moradores/ocupantes da propriedade para operarem os instrumentos necessários ao monitoramento da quantidade e da qualidade da água das nascentes, armazenamento e repasse dos dados ao CGM.</li> </ul>



## ESTÁGIO DE CONSERVAÇÃO DA NASCENTE

Nascentes Degradadas – 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 compactação do solo.

## INTERVENÇÕES A SEREM REALIZADAS

- Cercamento/isolamento das APPs das nascentes conforme raio definido no novo Código Florestal;
- Intervenções voltadas para o estímulo à regeneração natural (técnicas de nucleação, controle de plantas invasoras etc.);
- Descompactação do solo/subsolagem (caso necessário);
- Plantio de mudas de espécies nativas e/ou dispersão de sementes na APP e áreas de recarga, quando viável;
- Manutenção dos plantios realizados (controle de formigas, controle de plantas invasoras, adubação de cobertura)<sup>d</sup>;
- 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<sup>e</sup>;
- Adequação ambiental de estradas rurais ecológicas situadas em áreas de recarga;
- Atividades de Educação Ambiental objetivando internalizar nos moradores/ocupantes da propriedade a importância da conservação das nascentes;
- 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;
- Capacitação dos moradores/ocupantes da propriedade para operarem os instrumentos necessários ao monitoramento da quantidade e da qualidade da água das nascentes, armazenamento e repasse dos dados ao CGM.

a) A definição do estágio de conservação das nascentes será realizada pela empresa de apoio com base nos dados da ficha cadastral.

b) Deverão ser executadas conforme projeto técnico elaborado pela empresa de apoio.

c) 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 o tipo de animais criados nas propriedades, dos quais se pretende isolar as nascentes.

d) Os plantios de mudas ou semeadura com espécies nativas visam restabelecer a cobertura vegetal das APPs 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.

e) 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.

### 6.3.3.2. 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, deverá ser implantado um Sistema Simplificado de Aproveitamento Sustentável desta, a fim de que sejam mantidas na propriedade as atividades dependentes da água das nascentes, contudo, de forma sustentável.

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.

A implantação do Sistema Simplificado de Aproveitamento Sustentável será feita pela empresa executora. 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 (Figura 35). Trata-se de uma técnica bastante difundida em diversas regiões do País, que deverá ser adaptada às diferentes realidades existentes da bacia do rio Parnaíba.

A implantação do sistema deverá ser precedida pela limpeza das proximidades da nascente e, em seguida, deverá ser construída uma estrutura física de proteção contra aterramento e contaminação da mesma 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 criados no âmbito destas.

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. Na sequência, coloca-se pedra rachão (preencher toda a nascente) e, em seguida, instalam-se as tubulações necessárias. A cabeceira é vedada com uma mistura feita com solo peneirado, cimento e água na proporção de 3 x 1. As pedras têm o objetivo de filtrar a água. As tubulações servem para permitir o escoamento da água e serão dispostas conforme sua função. Uma tubulação para receber prévio tratamento com água sanitária é instalada na parte superior da nascente, cujo objetivo é que o usuário faça semestralmente uma desinfecção



utilizando água sanitária. Uma segunda tubulação enviará água para consumo. Outra tubulação é instalada de 15 cm a 20 cm acima da tubulação que serve para fornecimento de água e servirá como extravasor (ladrão) e, por último, uma quarta servirá para esgotar a nascente no período da desinfecção semestral.

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

Para as outras situações relativas ao tipo de afloramento, localização da nascente na paisagem etc., a metodologia para limpeza da nascente e implantação do Sistema Simplificado de Aproveitamento Sustentável de suas águas deverá ser adaptada, incluindo, caso necessário, a previsão de uso de equipamento de bombeamento.

*Figura 35 - Representação esquemática - Sistema de proteção e aproveitamento sustentável da água das nascentes.*



Fonte: Adaptado de Crispim e Pagliarini (2012).

## 6.4. CAPACITAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Como parte da implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA, em cada município atendido, além da condução dos eventos de divulgação do Plano e de sensibilização ambiental, deverão ser ofertados aos proprietários rurais

e demais habitantes das propriedades, aos membros do CGM, bem como à população do município interessada, cursos e treinamentos voltados à capacitação destes. 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.

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 PARNAÍBA.

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 PARNAÍBA. Deverão ter seu cronograma, conteúdo e metodologia adequadamente delineados entre a Codevasf e a empresa de apoio na fase inicial de implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA. Contudo, prevê-se que estes deverão fazer uso de cartilhas e materiais audiovisuais (videoaulas) que serão distribuídos aos participantes e que abordem os temas de forma didática. Ao final, deverá haver emissão de certificados aos seus participantes.

## 6.5. MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO DAS INTERVENÇÕES REALIZADAS

O monitoramento e a manutenção das intervenções listadas nos itens 6.3.3.1 e 6.3.3.2 consistirão na avaliação contínua do estado de conservação destas, na verificação do seu funcionamento adequado e na realização de reparos necessários, tendo como objetivo assegurar que essas intervenções cumpram por maior tempo possível as funções a que se destinam.

Deverá ser de responsabilidade dos proprietários beneficiários, registrada por meio da assinatura do Termo de Adesão Voluntária prevista no item 6.3.2, após capacitação destes mediante os cursos e treinamentos previstos no item 6.4, realizar o monitoramento e a manutenção das intervenções, os quais deverão contar com o apoio dos CGMs e CCs, eventualmente, com o apoio financeiro do poder público.





Serras e Veredas - Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (9)

## 7. MONITORAMENTO DA QUANTIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES

As nascentes trabalhadas no âmbito do PLANO NASCENTE PARNAÍBA, independente do seu estágio de conservação ou da ocorrência de uso de suas águas no dia a dia da propriedade, deverão ser monitoradas de forma permanente qualiquantitativamente por meio da aferição sistemática/periódica de sua vazão e de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de suas águas, conforme o item 6.3.2.

As aferições dos parâmetros de quantidade e qualidade da água das nascentes deverão ser realizadas pelos proprietários rurais com integrantes dos CGMs e das CCs, 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 pelos proprietários. Estes e também os membros dos respectivos CGMs e das CCs deverão receber treinamento e capacitação adequados para coleta dos dados qualiquantitativos das nascentes, os quais deverão ser conduzidos pela empresa de apoio contratada pela Codevasf.

A determinação da vazão deverá 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, manutenção da vida aquática, medida da biomassa e 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 Wastewater, American Public Health Association*, (APHA, 2005).

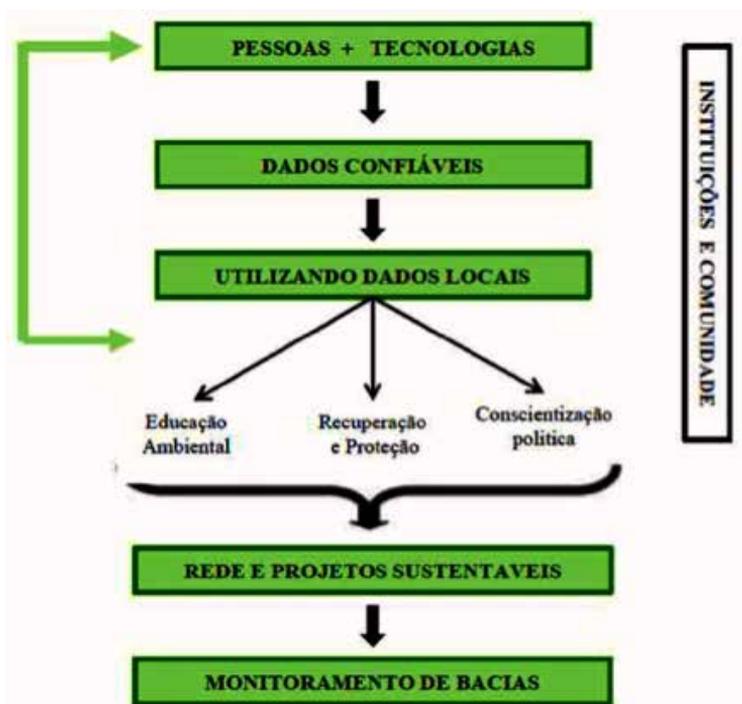
A Codevasf deverá estruturar e manter um banco de dados georreferenciados, com acesso público e irrestrito via internet, contendo as informações de cada nascente identificada, cadastrada e/ou trabalhada no âmbito do PLANO NASCENTE PARNAÍBA. Objetiva-se que esse banco de dados seja utilizado para avaliação 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 PARNAÍBA, essas informações também serão de grande importância para a gestão dos recursos hídricos das sub-bacias onde estão localizadas as nascentes.

## 7.1. ESTRUTURA DO MODELO DE MONITORAMENTO

No âmbito do PLANO NASCENTE PARNAÍBA será adotado o modelo de monitoramento comunitário da água, conforme metodologia da rede *Global Water Watch* (GWW) (DEUTSCH; HARTUP, 2004), representada na Figura 36.

O Programa Global Water Watch (GWW) surgiu na Universidade de Auburn/Alabama – EUA e se espalhou por diversos países, como Filipinas, Equador, México, Indonésia e Brasil, iniciando pelo vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, com o Fundo Cristão para Crianças (detentor da marca Vigilantes da Água), trabalhando a formação de grupos de monitores em diversas comunidades rurais, onde muitas famílias se beneficiam 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 montado um planejamento do monitoramento de quantidade e qualidade da água das nascentes, pela empresa de apoio, cujos aspectos integrantes estão detalhados a seguir:

Figura 36 – Modelo de monitoramento comunitário da rede *Global Water Watch* (GWW)



Fonte: *Global Water Watch* (GWW) (DEUTSCH; HARTUP, 2004)

## 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, possuam disposição para o trabalho voluntário e sejam capazes de organizar e manter grupos de monitoramento.

A formação desses agentes ambientais comunitários terá as escolas dos municípios como parceiras 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 pela formação das pessoas, sendo estas as instâncias ideais 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 permitirá a análise dos dados em campo na imensa maioria dos casos; caracterizada por ser de baixo custo; simples de operar e precisa. Segue um protocolo de coleta e análise da qualidade da água, aprovado pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA), para os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos.

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 desta pelos proprietários, dos parâmetros e tecnologias disponíveis e dos procedimentos de análise que assegurem a qualidade dos dados. Para tanto, torna-se indispensável a 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 preestabelecidos.



### 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 e CCs – 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 atingir com o monitoramento. No plano de monitoramento estabelecido deve estar contemplada, além do objetivo que se pretende alcançar, a definição dos parâmetros, dos pontos de coleta, da forma de estruturação e de interpretação dos dados coletados e dos 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 PARNAÍBA.

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 rede será gerida pela Codevasf e possuirá um sistema de informação acessível a qualquer pessoa via internet, que armazena os dados do monitoramento das nascentes em várias regiões e gera gráficos de tendência e que inter-relacionam parâmetros. A discussão dos resultados das análises com os municípios será promovida em seminários onde especialistas auxiliam 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 prazo.



Em conformidade com o modelo em estudo, os dados gerados no âmbito do PLANO NASCENTE PARNAÍBA 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 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 crescimento do PLANO NASCENTE PARNAÍBA, 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 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 uma atuação em bacias hidrográficas mais extensas.

#### f) Sustentação das redes

As seguintes características são vitais para a sustentabilidade do programa e grupos de monitoramento de águas (DEUTSCH; HARTUP, 2004):

- liderança: a construção de um programa de monitoramento comunitário da 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 ou perdem a motivação no seu trabalho voluntário;
- flexibilidade com limites: as distintas características sociais e econômicas de cada País e região tornam necessária a adaptação dos objetivos e forma de atuação da rede GWW. 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, 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, difundidos e as ações de melhoria da qualidade da água sejam adequadamente tomadas. Segundo Deutsch e Hartup (2006), 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.



### 7.1.1. FERRAMENTAS UTILIZADAS NO MONITORAMENTO DA ÁGUA

#### i. Medição de vazão

Medição de vazão é todo processo empírico utilizado para determinar a vazão de um curso de 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 Parshal e medição com flutuadores).

O método volumétrico deverá ser adotado no âmbito do PLANO NASCENTE PARNAÍBA 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, obtém-se 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). Para nascentes difusas, ou seja, vários pontos de afloramento juntos, poderá ser utilizado o método da calha Parshal.

#### ii. Monitoramento da qualidade da água

O monitoramento da qualidade da água é realizado com uso de kits (conjunto ou estojo) portáteis, 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.

Em função do baixo custo do kit, é permitido 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.



### iii. Uso de laboratórios regionais

Em casos que se fizerem necessárias análises mais detalhadas, as amostras de água das nascentes serão encaminhadas a laboratórios reconhecidamente idôneos localizados nos municípios ou regiões onde se localizam as nascentes trabalhadas no âmbito do PLANO NASCENTE PARNAÍBA. 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.

### iv. 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.



## 8. AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DAS AÇÕES EXECUTADAS NO ÂMBITO DO PLANO NASCENTE PARNAÍBA

A avaliação da efetividade das ações deverá ser pautada, sobretudo, em parâmetros de quantidade e qualidade das águas produzidas pelas nascentes. Espera-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 monitorado a partir da aferição periódica e continuada da vazão e de parâmetros de qualidade da água das nascentes indicados 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 de 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 PARNAÍBA 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 (originados 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 PARNAÍBA.

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.



## 9. O PLANO DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DA BACIA DO RIO PARNAÍBA NO CONTEXTO DO PROGRAMA DE REVITALIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

O PLANO NASCENTE PARNAÍBA, pela natureza de suas ações, pode ser encarado como uma ação de fortalecimento e desenvolvimento do Programa de Revitalização das Bacias Hidrográficas, o qual tem a Codevasf como protagonista.

A Codevasf, durante os últimos onze anos (de 2004 a 2015), vem executando ações que objetivam a revitalização das bacias hidrográficas do rio São Francisco e do rio Parnaíba, 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; 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 aplicação da legislação florestal, à recuperação de áreas degradadas e à conservação/preservação dos recursos naturais de modo geral, 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 ecológicas/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, entre outras áreas de vegetação nativa;
- Contenção/estabilização de voçorocas;
- Estabilização de margens de rios;
- Ações de sensibilização, mobilização e organização social, educação ambiental e capacitação.

No âmbito da estratégia de revitalização, as obras de esgotamento sanitário, controle de processos erosivos e gestão de resíduos sólidos estão entre as principais intervenções realizadas pela Codevasf visando à melhoria da qualidade e aumento da quantidade de água. Até março de 2016 a Companhia empreendeu, em ações para revitalização das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Parnaíba, investimentos de cerca de R\$ 2,2 bilhões. Especificamente voltados para controle de processos erosivos, já foram investidos cerca de R\$ 69 milhões pela Codevasf e outros R\$ 133 milhões estão sendo aplicados por meio de contratos e convênios nas bacias de atuação da empresa.

O controle de processos erosivos dispõe de diferentes métodos, destacando-se: revegetação; cercamento e proteção de nascentes, matas ciliares e topos de morro; construção de “barraginhas” e terraços; readequação de estradas vicinais e estabilização de margens, entre outros. Uma das principais finalidades dessas ações é captar e acumular águas pluviais, aumentando assim sua infiltração no solo e promovendo o abastecimento dos lençóis freáticos – as ações também ajudam a reduzir o escoamento superficial de água, o que evita o arraste de sedimentos, o empobrecimento do solo e o assoreamento dos cursos d’água.

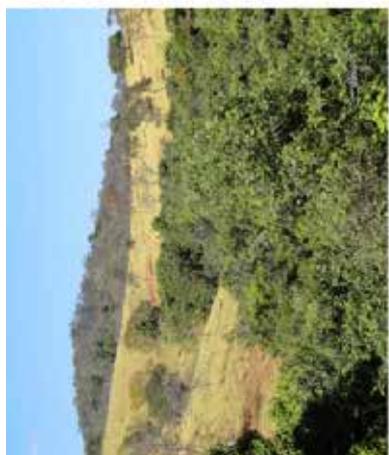
*Implantadas mais de 40 mil bacias de captação de água da chuva.*



*Implantados mais de 7,5 mil  
quilômetros de terraços.*



*Protegidos e/ou revegetados cerca de 20 mil hectares de áreas ciliares, topos de morros e cerca de 1.200 nascentes.*



*Além de diversas outras ações, como: readequação ambiental de estradas rurais, estabilização de voçorocas e estabilização de margens de rios.*



*Realização de ações de sensibilização, mobilização, educação ambiental e capacitação da sociedade das bacias dos rios São Francisco e Paranaíba.*





Cachoeira das Tabocas - Rio Parnaíba (11)

## 10. MECANISMOS DE ESTÍMULOS À ADESÃO AO PLANO

A maioria das nascentes está localizada em terras de produtores situadas nas áreas rurais dos municípios. Para que seja obtido o sucesso almejado com a implantação do Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba, 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 PARNAÍBA, 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 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.

Entre os benefícios desses dois Programas definidos pela Lei nº 12.651/12, possíveis de serem acessados pelos proprietários que cumprirem as medidas de recuperação ambiental estabelecidas nos Termos de Compromisso firmados com a finalidade de regularização ambiental de suas propriedades, pode-se citar:

- 1) Possibilidade de regularização das APPs e/ou Áreas de Reserva Legal que tiveram sua vegetação natural suprimida ou alterada até 22 de julho de 2008 no imóvel rural, sem autuação do proprietário por infração administrativa ou crime ambiental;
- 2) Suspensão de sanções em função de infrações administrativas por supressão irregular de vegetação em áreas de APP, Reserva Legal e de uso restrito, cometidas até 22 de julho de 2008;
- 3) Pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, por parte do Poder Executivo Federal, às atividades

de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, como: a) o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono; b) a conservação da beleza cênica natural; c) a conservação da biodiversidade; d) a conservação das águas e dos serviços hídricos; e) a regulação do clima; f) a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico; g) a conservação e o melhoramento do solo; h) a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito;

O pagamento referido nesse item é destinado somente a agricultores familiares nos termos definidos no inciso V do art. 3º da Lei nº 12.651/2012.

4) Obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que os praticados no mercado;

5) Contratação do seguro-agrícola em condições melhores que as praticadas no mercado;

6) Dedução das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito da base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural – ITR, gerando créditos tributários;

7) Destinação de parte dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água, na forma da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para a manutenção, recuperação ou recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito na bacia de geração da receita;

8) Linhas de financiamento para atender às iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, manejo florestal e agroflorestal sustentável realizados na propriedade ou posse rural, ou recuperação de áreas degradadas;



9) Isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos, tais como: fios de arame, postes de madeira tratada, bombas-d'água, trado de perfuração de solo, entre outros utilizados para os processos de recuperação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito;

10) Incentivos para comercialização, inovação e aceleração das ações de recuperação, conservação e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa, tais como: a) participação preferencial nos programas de apoio à comercialização da produção agrícola; b) destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionadas à melhoria da qualidade ambiental.

Além dos atrativos previstos em Lei, o Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba deverá buscar, mediante as ações de sensibilização e educação ambiental previstas 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.





Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (12)

## 11. ARTICULAÇÃO INTERINSTITUCIONAL

Para viabilização da execução do PLANO NASCENTE PARNAÍBA 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:

- **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 PARNAÍBA. Deverão ser desenvolvidas atividades importantes para o fortalecimento do Plano como política pública, mediante sua internalização pelos parceiros, objetivando o apoio político, institucional, legal e orçamentário, como forma de viabilização de sua efetiva implantação, bem como sua compatibilização com outras iniciativas governamentais. Incluem como parceiros dessa etapa: Casal Civil da Presidência da República; Ministério da Integração Nacional; Ministério do Meio Ambiente (ANA, Ibama, ICMBio); Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário; Ministério da Defesa – Exército Brasileiro; Congresso Nacional; Bancos Públicos; Governos Estaduais; Ministérios Públicos Estaduais e Federal; Comissão Interinstitucional Pró-comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba; Comitês das sub-bacias e microbacias; Organizações Internacionais, entre outros.
- **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 e organização social em escala local. Nessa fase, as parcerias estabelecidas serão de extrema importância, com destaque para as participações de Comitês Gestores Municipais (CGMs), os quais

deverão congregar diferentes atores e representar diversos segmentos fundamentais para o sucesso do Plano, das Comissões Comunitárias (CCs) e, principalmente, da sociedade local. São consideradas instituições importantes para a implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA: secretarias estaduais e municipais de meio ambiente, de recursos hídricos, de saúde, de agricultura, de assistência técnica e extensão rural, de ação social etc.; comitês de bacias hidrográficas; prefeituras; igrejas; associações e sindicatos de produtores rurais; companhias de abastecimento esaneamento; comissões gestoras de reservatórios existentes na região, entre outras.

Além desses, é possível obter apoio de fundações que já vêm desenvolvendo ações, tanto no âmbito local e estadual quanto nacional, em temas semelhantes. 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 PARNAÍBA. Entre outras destaca-se a Fundação do Banco do Brasil.



## 12. ANÁLISE ESTRATÉGICA PARA CONSECUÇÃO DA META DO PLANO NASCENTE PARNAÍBA

O sucesso do Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba 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, qual seja: o aumento da quantidade e a melhoria da qualidade da água da bacia do rio Parnaíba. 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 e definindo-se diretrizes para aproveitar as oportunidades e enfrentar as ameaças.

### 12.1. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO DO PLANO

Antes de tudo, sabe-se que as ações de natureza ambiental têm um horizonte de maturação maior do que a maioria dos mandatos de Governo e, por essa razão, seu sucesso dependerá não apenas da priorização do tema, em um primeiro momento, como também da manutenção deste com o caráter de prioridade.

A descontinuidade do status de prioritários, bem como dos recursos alocados para a manutenção e maturação das ações, poderá levar ao insucesso dos projetos, e conseqüentemente, ao desperdício de tempo e recursos neles investidos.

As ações e atividades previstas para serem executadas no âmbito do presente Plano possuem vinculação umbilical 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), estes últimos resultantes da 21ª Reunião da Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (COP 21), os quais deverão, segundo o Itamaraty, "orientar as políticas nacionais e as atividades de cooperação internacional nos próximos quinze anos".

Mas existem outras preocupações, de âmbito nacional, que têm relação direta com o futuro deste Plano. A bacia hidrográfica do rio Parnaíba depende bastante da saúde ambiental das suas cabeceiras, principalmente da região formadora do Parque Nacional das nascentes do rio Parnaíba, o qual, por sua vez, tem boa parte de sua área de recarga, localizada em um platô, ocupado majoritariamente pelo setor agropecuário.

Tal ocupação se dá, na maior parte dos casos, em desacordo com as boas práticas de conservação de água e solo, tais como: implantação de terraços, adoção de sistema de plantio direto e rotação de culturas, como também há necessidade de revegetação dessa área de recarga com espécies nativas do Cerrado. Como resultado, é visível a presença de processos erosivos que levam ao carreamento de sedimentos para os cursos de água e comprometem a infiltração da água no solo, reduzindo o volume de águas que afloram nas nascentes.

Nesse contexto, é de se esperar, ao longo do processo de revitalização das nascentes, um desafio no sentido de conciliar suas atividades com o esforço previsto no “Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba”, criado pelo Decreto nº 8.447, de 06 de maio de 2015.

Pelo fato de a região ter sido selecionada como prioritária para o Desenvolvimento Agropecuário, o Governo deverá atentar para que o processo se dê de forma sustentável, zelando pela preservação ambiental das áreas de recarga e, também, das Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Do contrário, muito do esforço de recuperação de nascentes, com foco na contribuição para o aumento da quantidade de água que flui para a calha principal do rio Parnaíba, 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 sentimento 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 o vale do rio Parnaíba.

Portanto, a adesão coletiva e o empenho de toda a sociedade para a implantação do Plano formam, sem dúvida, o principal fator crítico de sucesso



para que a bacia hidrográfica do rio Parnaíba tenha água em quantidade e qualidade suficientes para todos os seus usos múltiplos.

## 12.2. ANÁLISE SWOT

No Quadro 07, a seguir, encontra-se uma análise estratégica de riscos baseada na metodologia Swot (Strengths – Forças; Weaknesses – Fraquezas; Opportunities – Oportunidades e Threats – Ameaças) aplicada ao PLANO NASCENTE PARNAÍBA, 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.

*Quadro 7 – Análise Swot aplicada ao PLANO NASCENTE PARNAÍBA*

FORÇAS	FRAQUEZAS
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Equipe Técnica Capacitada – Codevasf e Parceiros;</li> <li>2. Capilaridade da Codevasf, quando articulada com seus entes parceiros;</li> <li>3. Experiência da Codevasf e de parceiros, adquirida no âmbito do Programa de Revitalização entre 2004 e 2015.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausência de fonte orçamentária definida;</li> <li>2. Dificuldade de compreensão da importância da ação na esfera política e governamental.</li> </ol>
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forte apelo político com relação ao tema “Nascentes”, em função da atual crise hídrica e da cobrança da população pela revitalização dos mananciais;</li> <li>2. Necessidade de recomposição e recuperação ambiental de áreas de nascentes e outras APPs 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;</li> <li>3. Regulamentação, pelo Governo Federal, do Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente;</li> <li>4. Crescente conscientização da sociedade nos meios urbano e rural quanto à importância da conservação dos recursos hídricos;</li> <li>5. Aumento da demanda de utilização de recursos hídricos para atividades produtivas, que dependem da preservação de nascentes.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Não alocação de orçamento para implantação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA;</li> <li>2. Baixa adesão pelos proprietários ao PRA, instituído pela Lei nº 12.651/12;</li> <li>3. Proprietários não se interessarem pelo PLANO NASCENTE PARNAÍBA por preferirem adequar suas propriedades no prazo definido nos PRAs.</li> </ol>





Imagens de satélite do Parque Nacional das Nascentes do rio Parnaíba, demonstrando a pressão pela ocupação na área de recarga das nascentes, pela agricultura (13)

## 13. META INICIAL DO PLANO NASCENTE PARNAÍBA

O PLANO NASCENTE PARNAÍBA tem como meta atuar, inicialmente, em cerca de 4.000 nascentes localizadas na bacia hidrográfica do rio Parnaíba objetivando a realização de intervenções voltadas à preservação e recuperação de nascentes da referida bacia, em um horizonte de 03 anos, iniciando a contagem de tempo a partir da data da efetiva garantia dos recursos orçamentários e financeiros.

Entretanto, fica patente que o quantitativo de nascentes a ser trabalhado apenas será cumprido se houver a participação de outras entidades parceiras executoras, a exemplo do Exército Brasileiro, das Emater dos estados envolvidos, das secretarias de estado da agricultura, pecuária e abastecimento dos estados participantes, dos órgãos estaduais de meio ambiente e recursos hídricos, das secretarias estaduais de educação e de saúde, entre outras entidades, além da própria Codevasf. Como condição necessária ao sucesso das ações, o PLANO NASCENTE PARNAÍBA pressupõe que, como contrapartida, o proprietário da terra será o responsável direto pela manutenção das intervenções realizadas.

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, estes ao condicionarem o financiamento do Plano Safra à obrigatoriedade de aplicação de boas práticas de manejo de solo e água nas atividades produtivas desenvolvidas pelos beneficiários.



Parque das Nascentes do Parna (14)

## 14. ORÇAMENTO

O orçamento para consecução das metas dentro do prazo estabelecido de 4 anos foi estimado considerando as seguintes premissas definidas com base em dados/estimativas técnicos:

- O PLANO NASCENTE PARNAÍBA deverá atuar, inicialmente, em 4.000 nascentes no meio rural na bacia do rio Parnaíba;
- 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 PARNAÍBA;
- Estima-se que 20% são o percentual de nascentes preservadas, as quais não deverão sofrer intervenção prática no âmbito do presente PLANO NASCENTE PARNAÍBA. Todavia, demandarão ações de educação ambiental voltadas à manutenção de sua preservação;
- Do total estimado de nascentes degradadas e moderadamente degradadas, 60% são exploradas (retirada água) pelos proprietários das áreas onde estas se localizam;
- Do total de nascentes degradadas e parcialmente degradadas, 80% demandarão intervenções voltadas ao manejo de solo e água em áreas a montante – no entorno das nascentes – com efeito direto sobre sua recarga;
- Partindo-se dessas premissas deverá ser implantado um conjunto de intervenções visando à preservação e à recuperação de nascentes objeto do PLANO NASCENTE PARNAÍBA, o qual poderá ser executado integralmente ou parcialmente, conforme cada situação listada nas premissas acima e conforme o detalhamento apresentado no item 6.3.3.

As intervenções previstas no âmbito do PLANO NASCENTE PARNAÍBA são:

- Cadastramento, georreferenciamento, registro fotográfico e caracterização e elaboração de projetos técnicos de preservação e recuperação de nascentes;
- Cercamento do perímetro da APP da nascente com raio mínimo de 15 metros (para propriedades inscritas no CAR, conforme legislação);
- Realização de plantios de enriquecimento e estímulo à regeneração natural em APPs no entorno de nascentes;
- Terraceamento em área mínima de 2 hectares localizada na área de recarga da nascente;
- Construção de 2 bacias de captação (barraginhas) em uma área de 2 hectares situada na zona de recarga da nascente;
- Implantação de sistemas de captação e uso sustentável da água das nascentes;
- Aquisição de equipamentos e monitoramento contínuo da quantidade e qualidade da água de todas as nascentes;
- Adequação ambiental de estradas rurais que impactam as áreas de recarga de nascentes;
- Ações de mobilização, sensibilização, organização social, capacitação e educação ambiental.

Considerando as premissas estabelecidas para o PLANO NASCENTE PARNAÍBA, os tipos de intervenções a serem realizadas em cada situação e quantitativos estimados, estipula-se um custo médio aproximado de R\$ 16.000,00 por nascente, considerando-se preços unitários referenciados em janeiro de 2016. Com base no exposto, para execução das intervenções necessárias, o investimento estimado para implantação do Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes na Bacia do Rio Parnaíba é de R\$ 64.000.000,00, a ser atingida nos próximos 3 anos, iniciando a contagem de tempo a partir da data da efetiva garantia dos recursos orçamentários e financeiros.



## 15. FONTES ORÇAMENTÁRIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO PLANO NASCENTE PARNAÍBA

Os recursos orçamentários necessários à implantação do Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba poderão ser garantidos pelo próprio Governo Federal, no âmbito do Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba e, ainda, pelos governos estaduais, municipais, organismos internacionais, iniciativa privada, instituições públicas de financiamento da agropecuária etc.

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

- Orçamento Geral da União (OGU);
- Agência Nacional de Águas (ANA);
- MMA/Fundo Nacional de Meio Ambiente;
- Comitês de Bacias Hidrográficas – via recursos de cobrança pelo uso da água;
- Governos Estaduais;
- Fundos internacionais;
- Iniciativa privada.



Panorama geral do Parque Nacional Nascentes do Parnaíba (15)

## 16. DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

A divulgação de resultados das ações é fundamental como forma de dar transparência e possibilitar o conhecimento e a avaliação do PLANO NASCENTE PARNAÍBA pela sociedade da bacia do rio Parnaíba e de outras regiões hidrográficas brasileiras, bem como pelos órgãos de controle.

A divulgação dos resultados auferidos pela implantação, parcial ou total, do PLANO NASCENTE PARNAÍBA 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 PARNAÍBA será notável pela demonstração dos benefícios em termos de aumento da quantidade e melhoria da qualidade da água, almejados nessa ação.

Nesse sentido, a divulgação dos resultados do PLANO NASCENTE PARNAÍBA 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 PARNAÍBA 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.



Lagoa da Prata, em Parnaíba/PI (16)

## 17. OUTRAS SITUAÇÕES PROBLEMA

Na bacia hidrográfica do rio Parnaíba encontram-se algumas ocorrências que, pela sua importância social, econômica e ambiental, não poderiam deixar de ser citadas no PLANO NASCENTE PARNAÍBA, pois merecem atenção especial dos poderes públicos (União, Estados e Municípios), da sociedade como um todo e do setor privado, visando ao estabelecimento de estratégias de abordagem e enfrentamento direcionadas à sustentabilidade desses ambientes naturais.

Tais ocorrências são frequentemente relatadas na literatura que trata da bacia e são abordadas aqui, no PLANO NASCENTE PARNAÍBA, não com o objetivo de propor soluções, mas como um chamamento ao poder público e à sociedade em geral para a necessidade de enfrentamento desses problemas com brevidade. Entende-se que esses problemas demandam soluções que complementam o papel do PLANO NASCENTE PARNAÍBA na busca pela sustentabilidade ambiental na bacia hidrográfica do Parnaíba.

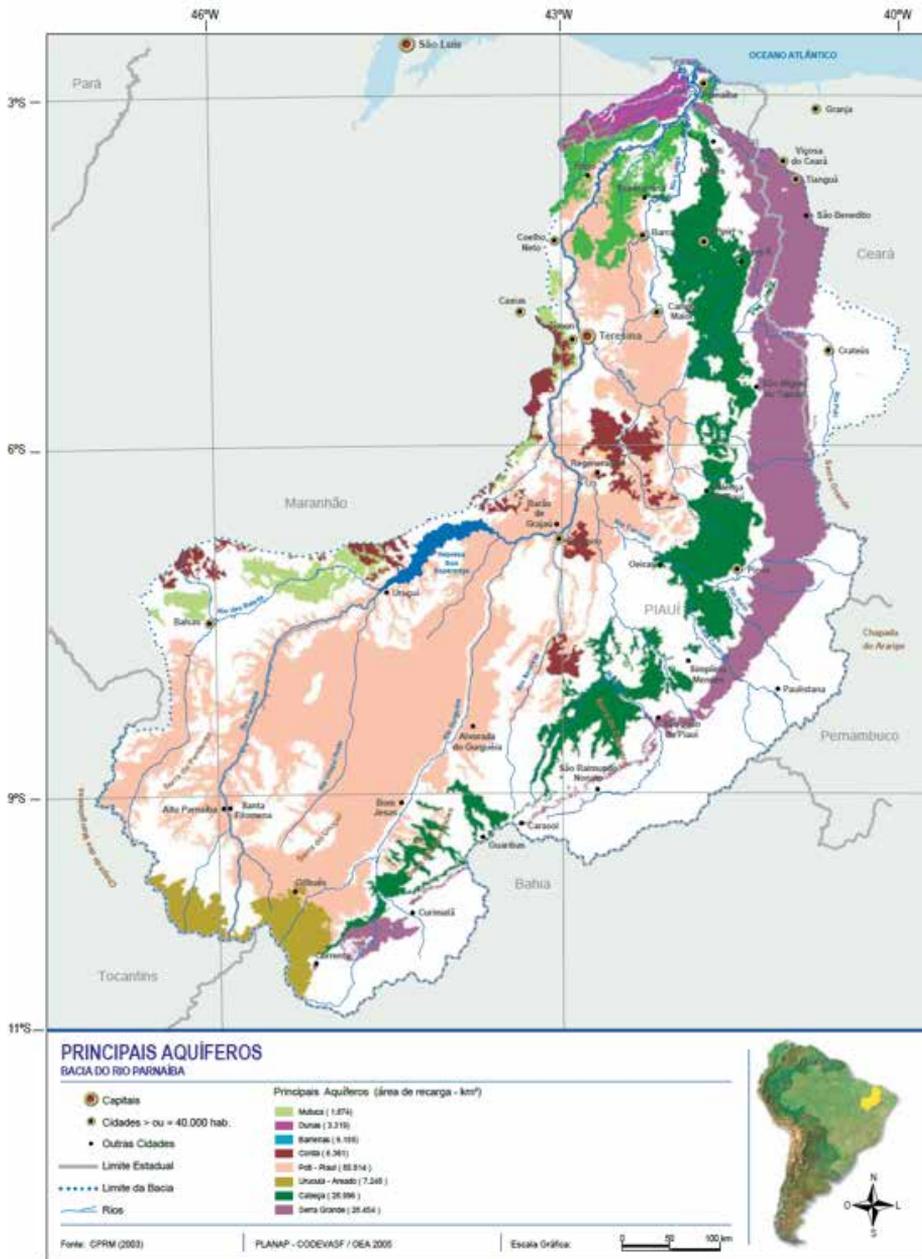
A primeira dessas ocorrências notáveis refere-se aos Poços Artesianos Jorrantes existentes no estado do Piauí – É sabido que o Piauí conta com uma das maiores bacias sedimentares do País, a do Parnaíba ou do Meio Norte, que abriga vários e importantes aquíferos do Brasil, capazes de produzir abundante quantidade de água subterrânea de excelente qualidade. A disponibilidade hídrica da bacia encontra-se praticamente nos terrenos sedimentares de origem Paleozoica (540 a 250 milhões de anos – M.a.), representando a Bacia Sedimentar do Parnaíba. Essa bacia caracteriza-se pela alta permeabilidade e porosidade intercalada com camadas menos permeável, que dão origem a aquíferos porosos e confinados que, localmente, podem ser jorrantes (MMA, 2006).

Os sistemas aquíferos da região hidrográfica do rio Parnaíba (Figura 37) são: Corda, Mutuca, Poti-Piauí, Cabeças, Serra Grande, Uruçuia-Areado, Dunas, Barreiras, os quais possuem reservas renováveis de 1.085,0 m<sup>3</sup>/s e 217,0 m<sup>3</sup>/s explorável (reserva explorável é cerca de 20% da reserva renovável). Serra Grande (63,5 m<sup>3</sup>/s – renovável e 12,7 m<sup>3</sup>/s – explorável), Cabeças (36 m<sup>3</sup>/s – renovável e 7,2 m<sup>3</sup>/s – explorável) e Poti-Piauí (650 m<sup>3</sup>/s – renovável e 130 m<sup>3</sup>/s – explorável) são as principais fontes de abastecimento de água para as populações locais, notadamente para o abastecimento humano, poços públicos

e irrigação, sobretudo para aquelas que vivem na região do semiárido onde há a predominância de rios intermitentes (MMA, 2006). Os principais sistemas aquíferos da bacia são:

- Sistema Serra Grande – ocorre na região limítrofe entre os estados do Piauí e Ceará, bem como no sul do Piauí. O aquífero possui um total de 30.450 km<sup>2</sup> de área e de cerca de 28.474 km<sup>2</sup> de área de recarga. São frequentes as condições de artesianismo ao longo da borda oriental neste aquífero. As vazões médias neste sistema variam entre 6,3 e 13,7 m<sup>3</sup>/h em condições livres e confinadas, respectivamente, com espessura média de 500 m e reserva explotável de 12,7 m<sup>3</sup>/s.
- Sistema Aquífero Cabeças – por possuir melhor potencial hidrogeológico da Bacia Sedimentar do Parnaíba e por ter comportamento livre e confinado é um dos mais explorados tanto no estado do Piauí quanto no de Tocantins e Bahia, pois ocupa uma área de cerca de 34.318 km<sup>2</sup>, a qual está inserida nos estados supracitados. Devido a sua espessura média de 300 m, com reserva explotável de 7,2 m<sup>3</sup>/s, é no vale do Gurgueia onde ocorre artesianismo jorrante com grande desperdício de água (MMA, 2006).
- Sistema Poti-Piauí – possui afloramento, em maior parte, na porção ocidental do Piauí, mas atinge, também, o sul do Pará e o nordeste do Tocantins. A área total do aquífero é de 117.012 km<sup>2</sup> com maior abrangência na Bacia Sedimentar do Parnaíba. Já a correspondente área de recarga totaliza 85.814 km<sup>2</sup> e cuja reserva explotável corresponde a 130 m<sup>3</sup>/s, o que resulta em uma Reserva Hídrica de 95,3 m<sup>3</sup>/s (MMA, 2006).

Figura 37 – Sistemas aquíferos da bacia do rio Parnaíba.



Fonte: Codevasf (2006).



Conforme mencionado acima, o vale do Gurgueia, porção sul do estado do Piauí, apresenta grande parte do potencial de exploração dessas águas subterrâneas, oriundas, sobretudo, da formação Cabeças. Contudo, a exploração desse recurso tem como uma de suas faces mais preocupantes a existência de poços jorrantes perfurados na década de 1970 (Figura 38), que drenam os aquíferos Cabeças e/ou Serra Grande há mais de 30 anos, sem que haja o adequado aproveitamento dessa água ou mecanismo de regulação da vazão de surgência. Estima-se que existam no vale do Gurgueia centenas de poços nessas condições, desprovidos de projetos construtivos adequados e/ou de equipamentos de controle de vazão, gerando expressivos desperdícios da água subterrânea. O desperdício é estimado em mais de 250 milhões de litros de água todos os dias.

*Figura 38 – Poço jorrante em Cristino Castro/PI.*



Fonte: Foto de José Luiz Oliveira em abril de 2016

O segundo aspecto notável na bacia do rio Parnaíba é que esta detém um dos mais importantes núcleos de desertificação do País, observado na região de Gilbués, no sudoeste do estado do Piauí – A Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (UNCCD),

da qual o Brasil é signatário desde 1997, define desertificação como o processo de degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas. Entende-se que a degradação da terra é a degradação dos solos, dos recursos hídricos e da vegetação, tornando a terra improdutiva e reduzindo a qualidade de vida das populações afetadas (BRANDÃO, 2010).

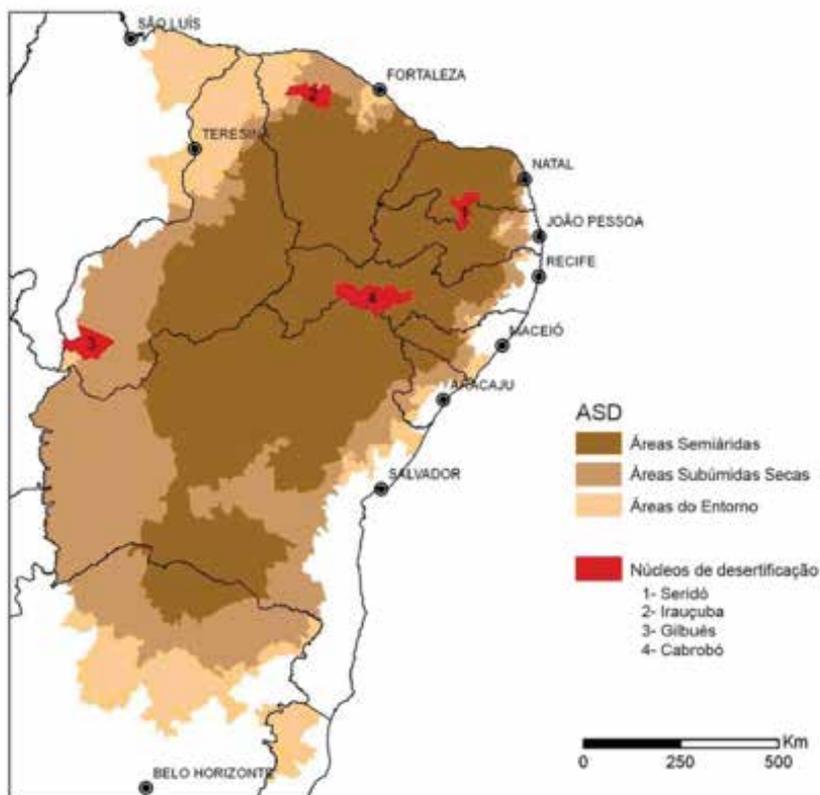
No Brasil, foram delimitadas Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD), localizadas predominantemente na Região Nordeste, onde os climas semiáridos e subúmidos secos possuem índices de aridez entre 0,21 e 0,65. Além da classificação climática, foi agregada outra categoria, chamada áreas de entorno à ASD, as quais não possuem índices de aridez exigidos, mas possuem características semelhantes às semiáridas e subúmidas secas, tais como elevada ocorrência de secas e enclaves da vegetação típica do semiárido brasileiro (Caatinga). Dessa forma, as ASDs estão presentes em nove estados do Nordeste, no norte de Minas Gerais e norte do Espírito Santo. (BRANDÃO, 2010; PAN BRASIL, 2004).

As Áreas Suscetíveis à Desertificação no Brasil possuem superfície de 1.338.076,00 km<sup>2</sup> (15,72% do território nacional) e abrigam uma população superior a 31,6 milhões de habitantes – 18,65% da população brasileira (BRASIL, 2004).

Na região do semiárido há áreas em que o processo de desertificação é mais acentuado, e essas áreas são caracterizadas como sendo núcleos de desertificação. Atualmente há quatro núcleos de desertificação no semiárido nordestino (Figura 39): Núcleo do Seridó, região centro-sul do Rio Grande do Norte e centro-norte da Paraíba e possui cerca de 2.792 km<sup>2</sup>; Núcleo de Irauçuba, noroeste do estado do Ceará, abrange uma área de 4.101 km<sup>2</sup>; Núcleo de Gilbués, no sudoeste do Piauí, com uma área de aproximadamente de 5.912 km<sup>2</sup>, envolvendo os municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí; e o Núcleo de Cabrobó, em Pernambuco, com uma área de cerca de 8.573 km<sup>2</sup> e abrange os municípios de Cabrobó, Belém de São Francisco, Carnaubeira da Penha, Floresta e Itacuruba (BRANDÃO, 2010).



Figura 39 – Áreas suscetíveis à desertificação e núcleos de desertificação no Brasil.



Fonte: Brasil (2004).

De acordo com Brandão (2010), de forma geral, os principais fatores de origem antrópicas responsáveis pela desertificação estão relacionados ao uso e manejo inadequados do solo. Tais práticas antrópicas associadas aos fatores climáticos têm causado a degradação acelerada do solo, água e vegetação, comprometendo assim a sobrevivência humana e animal (silvestres ou domesticados).

Os primeiros estudos sobre a desertificação no Brasil datam da década de 1970. A partir da Eco/92 as ações de combate à desertificação foram intensificadas, em função da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos países Afetados por Seca Grave e/ou Desertificação (UNCCD), a qual entrou em vigor em 26 de dezembro de 1996.

Desde 2004 o Brasil vem implementando ações de combate à desertificação por meio do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN Brasil, que apoia os 11 (onze) estados da Federação, que constituem área foco de atuação, promovendo ações de combate e controle dos processos causadores de desertificação, tais como: desmatamento para atendimento da matriz energética; prática da pecuária extensiva (sobrepastejo); mineração, principalmente pela demanda de biomassa florestal em processos de transformação (p. ex. lenha usada em cerâmicas); irrigação, que sem o uso de drenagem saliniza o solo, entre outros (IICA, 2012).

Dentro desse contexto, a Codevasf, principalmente na última década, por meio do Programa de Controle de Processos Erosivos, vem contribuindo com a conservação da água, solo e recursos florestais e recuperando a capacidade produtiva de terras inseridas no semiárido brasileiro. Todas as ações, atividades e iniciativas do Programa estão associadas à implementação de políticas públicas do Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas, as quais têm contribuído com o desenvolvimento de práticas conservacionistas adaptadas para a região, impulsionando a economia do setor, pois a forma de atuação da Codevasf é por meio de convênios e/ou contratação de empresas privadas.

No núcleo de desertificação do município de Gilbués/PI, por meio de um convênio entre a Codevasf e a Fundação Agente para o Desenvolvimento do Agronegócio e Meio Ambiente (Fundação Agente), foram realizadas ações de revitalização da microbacia do rio Sucuruíu. As principais ações foram: recuperação de voçorocas; recuperação de áreas degradadas por meio da utilização de práticas mecânicas (terraços); implantação de viveiros e implantação de Unidades Demonstrativas (UDTs). As UDTs, implantadas em 2012, apresentam um conjunto de boas práticas de manejo do solo (plantio em nível, uso de terraços etc.) e uso de sementes adaptadas para a região (p. ex. milho híbrido). De acordo com os executores do projeto, a ideia é que este modelo de recuperação contribua para o desenvolvimento de políticas em recuperação de áreas degradadas para o semiárido, pois as ações têm como unidade de planejamento a microbacia hidrográfica e o envolvimento da população local na recuperação das áreas degradadas. As Figuras 40 e 41 mostram aspectos de áreas em processo de desertificação no núcleo de Gilbués/PI.



*Figura 40 – Área em processo de desertificação (Gilbués, PI).*



Fonte: Pfaltzgraff (2010).

*Figura 41 – Aspectos da degradação generalizada da área de Gilbués, fenômeno da desertificação.*



Fonte: Brandão (2010).

Em 2015, o trabalho realizado pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) na contenção de processos erosivos e na revitalização do meio ambiente foi reconhecido pelo programa Dryland Champions, promovido no Brasil pela Convenção das Nações Unidas para Combate à Desertificação (UNCCD) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), como sendo um programa que tem contribuído para a Rio + 20, para a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, para o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PAN-Brasil), bem como um programa que contribui com o lema Dryland Champions “Eu sou parte da solução”.

O terceiro ponto que merece especial atenção na bacia do rio Parnaíba é a degradação ambiental de ambientes costeiros e avanço de dunas no Delta do Parnaíba – O litoral piauiense tem cerca de 66 km de extensão, dos quais 30 km estão na Ilha Grande de Santa Isabel e 36 km na parte continental. É pouco recortado e apresenta costas baixas e arenosas, nas quais se encontram manguezais, salgados e apicuns. Essas áreas são qualificadas como Áreas de Preservação Permanente – APPs, pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que estabelece normas gerais de proteção à vegetação. Nesse instrumento legal foram estabelecidos os conceitos para manguezais, salgados e apicuns, a saber: manguezal é um tipo de 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; salgado ou marismas tropicais hipersalinos são áreas situadas em regiões com frequências de inundações intermediárias entre marés de sizíguas e de quadratura, com solos cuja salinidade varia entre 100 (cem) e 150 (cento e cinquenta) partes por mil, onde pode ocorrer a presença de vegetação herbácea específica; e apicum são áreas de solos hipersalinos situadas nas regiões entre marés superiores, inundadas apenas pelas marés de sizíguas, que apresentam salinidade superior a 150 (cento e cinquenta) partes por mil, desprovidas de vegetação vascular.

Na foz do rio Parnaíba, destacam-se as dunas que, por definição, “são unidades geomorfológicas de constituição predominantemente arenosa, com aparência de cômoro ou colina, produzidas pela ação dos ventos, situadas



no litoral ou no interior do continente, podendo estar recobertas, ou não, por vegetação” (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002)<sup>23</sup>.

Dois tipos de dunas são encontrados no ambiente costeiro da bacia do rio Parnaíba. As dunas móveis, que caracterizam-se pela ausência de vegetação e ocorrem mais próximas à linha de praia, onde a ação dos ventos é mais intensa, e as dunas fixas, que ocorrem à retaguarda ou entremeadas com as dunas móveis e apresentam incipiente desenvolvimento de processos pedogenéticos, resultando na fixação de um revestimento vegetal pioneiro que impede ou atenua a mobilização eólica.

As dunas são áreas protegidas porque exercem função fundamental na dinâmica da zona costeira, ou seja, ajudam a controlar processos erosivos e contribuem para a formação e recarga de aquíferos. Por apresentar excepcional beleza cênica e paisagística, as dunas são importantes para atividades de desenvolvimento sustentável, por exemplo, o turismo.

Contudo, segundo o (MMA, 2006), os ambientes costeiros do Baixo Parnaíba têm enfrentado diversas pressões ambientais em função da utilização inadequada dos recursos naturais, entre esses as dunas, que mostram especial fragilidade. As dunas móveis têm sido afetadas pela ocupação desordenada e especulação imobiliária provocando o desmonte ou interrupção de deslocamento das dunas, a intensificação da erosão costeira, a alteração da hidrodinâmica costeira e perda de atrativos turísticos. Por outro lado, as dunas fixas vêm sofrendo desmatamento, processos erosivos e intensificação do trânsito de sedimentos arenosos (avanço das dunas), assoreamento e soterramento de mangues, áreas urbanas, áreas agricultáveis e lagoas, perda de espécies endêmicas, sobrepastoreio de caprinos e asininos e a exploração ilegal de areia.

Ações que promovam a estabilização de dunas nos seus locais de ocorrência e manutenção da vegetação originária dos mangues, apicuns associadas à cobertura rasteira das dunas são necessárias nesse ambiente da bacia do rio Parnaíba, por contribuírem para a recuperação ambiental, como também por contribuírem para a manutenção das características cênicas locais.

A recuperação do ecossistema eólico – dunas – compreende variados métodos de contenção e estabilização viáveis. Esses métodos devem reconhecer a dinâmica entre a quantidade e o tipo de suprimento sedimentar disponível, além dos impactos antrópicos no local para utilização de técnicas específicas para a contenção e de estratégias apropriadas à conservação.

<sup>23</sup> Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>



Nesse sentido, por meio de parcerias firmadas com a Semar/PI, a Codevasf tem buscado alternativas que visam tanto a manutenção das características ambientais, quanto a promoção da sustentabilidade, de forma que seja possível associar a preservação ambiental às ações de desenvolvimento socioambientais situadas na Área de Proteção Ambiental (APA) Delta do Parnaíba. Para tanto, duas áreas vêm recebendo ações técnicas específicas de contenção de dunas: Lagoa do Portinho e Delta do Parnaíba (município de Ilha Grande, comunidade Porto dos Tatus).

Em ambas as áreas foram realizadas ações de contenção de dunas por meio da biocobertura de dunas empregando-se fibras de manta de coco, plantio e condução da regeneração natural associadas com o isolamento das áreas, de forma a promover o controle do deslocamento das dunas rumo aos espelhos d'água (Lagoa do Portinho, leito do rio Parnaíba e seu delta), bem como ao povoado de Tatus que fica no município de Ilha Grande.

As ações realizadas pela Semar/PI com recursos da Codevasf têm por objetivo demonstrar que existem algumas alternativas disponíveis que podem auxiliar os gestores governamentais e não governamentais a promoverem a gestão socioambiental de Áreas de Preservação Permanente em ambientes costeiros. Os procedimentos adotados para a contenção de dunas no estado do Piauí estão em consonância com as principais técnicas de controle de processos erosivos para esses ambientes, e tem por objetivo fortalecer o gerenciamento e o estabelecimento de bases legais, que promovam políticas públicas de desenvolvimento sociocultural, ambiental e econômico de forma a contribuir para a preservação e sustentabilidade dos ecossistemas dunares.

Contudo, ainda há necessidade de desenvolvimento de estudos nesses ambientes para que novas estratégias de abordagem e técnicas de recuperação e/ou contenção de dunas sejam aplicadas para esses ecossistemas, inclusive as de cunho experimental.

As Figuras 42 a 45, a seguir, retratam aspectos das dunas ocorrentes no Delta do Parnaíba.



*Figuras 42 a 45 – Dunas no Delta do Parnaíba – Baixo Parnaíba/PI*



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial – 2014, Brasília – DF, 2015. 163p.

\_\_\_\_\_. 2011, Brasília – DF, 2012. 163p.

\_\_\_\_\_. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília: 2005. 134p.

\_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/Parnaiba.aspx>>. Acesso em: 12 mai. 2015.

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. Lavras-MG. Cerne. 2006.

ARIDAS/PI. Tema 3: Proposta de conservação de recursos hídricos e de meio ambiente do estado do Piauí. Piauí: 1995. 70p.

BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. Matas ciliares: conservação e recuperação. EDUSP, 2. ed., São Paulo, p.187-207, 2001.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. Simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas: água e biodiversidade. Belo Horizonte. 2002.

BRANDÃO, R. L. 2010. Desertificação. In: PFALTZGRAFF, P. A. S. Geodiversidade do estado do Piauí. PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M.; BRANDÃO, R. L. (Org.). Recife: CPRM, 2010. 260p.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.651/2012. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.727/2012. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm)>

\_\_\_\_\_. Lei nº 4.775/65. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm)>

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.433/97. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm)>

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2006. Caderno da região hidrográfica do Parnaíba. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente. 184p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao03032011023605.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011023605.pdf)>

\_\_\_\_\_. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Documento-Base de Referência. Brasília: 2003. Cap.5, p. 125-282.

\_\_\_\_\_. Resolução Conama n. 429, de 28 de fevereiro de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=644>>

\_\_\_\_\_. Resolução Conama n. 303, de 20 de março de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>

\_\_\_\_\_. Resolução Conama n. 369, de 28 de março de 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>

\_\_\_\_\_. Resolução n. 32/2003 CNRH – Disponível em: <[http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_contentview=articleid=14](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_contentview=articleid=14)>

BRASIL. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN – Brasil). Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos, 2004. 242p.

CALHEIROS, R. de O. et al. Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida). Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Câmara Técnica de Conservação e Proteção aos Recursos Naturais, 2004. 54p.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. Apostila de Hidrologia. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. 2006.

CASTRO, P. S.; GOMES, M. A. (2001). Técnicas de conservação de nascentes. Revista Ação Ambiental, Viçosa, v.4, n. 20, p. 24-26.

CASTRO, P. S.; LOPES, J. D. S. Recuperação e conservação de nascentes. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2001. 84p. (Série Saneamento e Meio Ambiente, n. 296).

CODEVASF – Atlas da Bacia do Parnaíba (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP), Brasil. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. Brasília, DF. 2006. 126p.

\_\_\_\_\_. Plano de Ação para a Bacia do Rio Parnaíba – Planap. Banco de Dados. Brasília: 2005. CD-ROM.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm#adct](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm#adct)>



CRISPIM, J. Q. et al. Conservação e proteção de nascentes por meio do solo-cimento em pequenas propriedades agrícolas na Bacia Hidrográfica Rio do Campo no Município de Campo Mourão – PR. Revista Geonorte, v.3, n.4, p. 781-790, 2012.

DECRETO Nº 7.830, DE 17 DE OUTUBRO DE 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm)>

DEUTSCH, W.; HARTUP, W. (Ed.). 2004. Community-based Water Monitoring, Global Experiences for Practical Programs in Watershed Management. Community Based Water Monitoring Monograph. Auburn University. Auburn, AL.

FARINASSO, M. et al. Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em grandes áreas por meio da Eups – Equação Universal de Perdas de Solo, utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba-PI-MA. Revista Brasileira de Geomorfologia, ano 7, n.2, p.73-85, 2006.

FERREIRA, R. V, 2010. Geoturismo e Unidades de Conservação. In: PFALTZGRAFF, P. A. S. Geodiversidade do estado do Piauí. PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M.; BRANDÃO, R. L. (Org.). Recife: CPRM, 2010. 260p.

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.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 10 mai. 2016>.

IICA, 2012. Apoio a iniciativas de combate à Desertificação. MESSINIS, S. S. (Org.) – Brasília: IICA, 2012. 128p.

KLEEREKOPER, H. 1944. Introdução ao estudo da Limnologia. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro.

LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTA, J. A. Restoration of degraded tropical rain forest landscapes. Science, v.310, p.1628-1632, 2005.

LINSLEY, R. K.; FRANZINI, J. B. Engenharia de recursos hídricos. Local: Mc Graw-Hill do Brasil, 1978, 798p.

LOUREIRO, B. T. Águas subterrâneas. Irrigação: produção com estabilidade. Informe Agropecuário, v. 9, n.100, p. 48-52, 1983.

MEINZER, O. E. (1923). The Occurrence of Ground Water in the United States. US Geological Survey – Water Supply Paper, 489, 321p.

PFALTZGRAFF, P. A. 2010. Introdução. In: PFALTZGRAFF, P. A. S. Geodiversidade do estado do Piauí. PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M.; BRANDÃO, R. L. (Org.). Recife: CPRM, 2010. 260p.



PINTO, L. V. A. Características físicas da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras-MG, e propostas de recuperação de suas nascentes. Universidade Federal de Lavras. 2003.

REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo. 1999.

ROCHA, A. P. T. Manejo ecológico integrado de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro. Campina Grande: EPGRAF, 2011. v. 1, 332p. SCT, 1992, Relatório final – Comissão de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento do Nordeste, Brasília, DF.

SANTANA, V. L.; ARSKY, I. C.; SOARES, C. C. S. Democratização do Acesso à água e desenvolvimento local: a experiência do programa cisternas no semiárido brasileiro. In: I Circuito de Debates Acadêmicos, Anais..., IPEA, 2011. p. 2-18.

SANTOS, L. Diagnóstico das nascentes do córrego Texaco no município de Jauru/MT. Mato Grosso, 2010.

SÃO PAULO. Programa Adote uma Nascente. Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/adoteumanascente/>>

SEMAR/PI. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí: Relatório Síntese. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Piauí: 2010, 179p. Disponível em: <[http://www.semar.pi.gov.br/download/201605/SM06\\_578985b1e1.pdf](http://www.semar.pi.gov.br/download/201605/SM06_578985b1e1.pdf)> Acessado em 14/12/2015>.

SILVA, T. C. et al. Caracterização de captações de águas de nascentes na bacia do rio Gramame: avaliação quantitativa preliminar. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19. Maceió, AL, 27 de novembro a 01 de dezembro de 2011. Anais... Porto Alegre: ABRH, 2011. 16p. CD-ROM.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. American Geophysical Union, 38: 913-920, 1957.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS. ABRH, 2007. 946p.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. Conservação de Nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrológicas de cabeceiras. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2004. 210p.

\_\_\_\_\_. Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 210p.

\_\_\_\_\_. Conservação de nascentes: produção de água em pequenas bacias hidrográficas. Aprenda Fácil, Viçosa, 2011.

WADT, P. G. S. (Ed.) Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003. 29p. (Embrapa Acre. Documentos, 90).





Decisões nº 781/2015, nº 884/2015, nº 1545/2015, nº 137/2016 e nº 634/2016

*Grupo Técnico de Trabalho – GTT*

Ney Eduardo Wanderley Gonçalves – Presidente

André Luiz Oliveira Santos

Antônio Alípio de Souza Mustafá

Antônio José da Silva Neto

Athadeu Ferreira da Silva

Bráulio Jordão

Camilo Cavalcante de Souza

Círio José Costa

Ericka Rocha da Cunha

Fabiano Catão Córdula Ouriques Dias

José Ocelo Rocha Campos Júnior

Sérgio Henrique Alves

Sergio Luiz Soares de Souza Costa

Talita Salomão de Oliveira

## CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

Eduardo Jorge de Oliveira Motta: 7

José Luiz Oliveira: 1, 5

Felipe Mendes de Oliveira: 2, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15

Janleide Rodrigues Costa: 3, 16

José Ocelo Rocha Campos Júnior: 4

*Google Earth* 2016, acessada em maio/2016: 13







**CODEVASF**

MINISTÉRIO DA  
INTEGRAÇÃO NACIONAL

