



IICA BRASIL

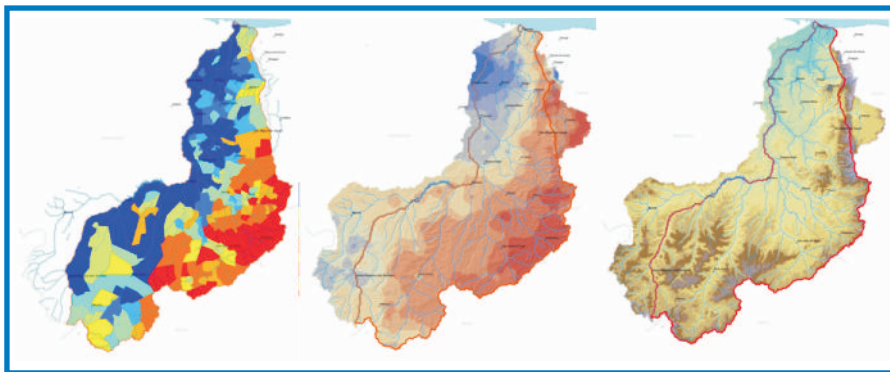
INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA

GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ

Secretaria do Meio Ambiente e Recursos
Naturais do Estado do Piauí - SEMAR / PI

**PLANO DE INTEGRAÇÃO DAS
BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PIAUÍ:
APROVEITAMENTO DAS INFRA-ESTRUTURAS
EXISTENTES, IRRIGAÇÃO E ABASTECIMENTO
HÍDRICO DA FRONTEIRA SECA ESTADUAL**

**ETAPA II - PLANEJAMENTO: COMPATIBILIZAÇÃO E
ARTICULAÇÃO DAS ALTERNATIVAS**



“Projeto de Cooperação Técnica para Ações de
Desenvolvimento Regional e de Integração Nacional”
BRA / IICA 00 / 001

RELATÓRIO DE ANDAMENTO

MARÇO 2007



APRESENTAÇÃO

O Plano de Integração das Bacias Hidrográficas do estado do Piauí: Aproveitamento das Infra-estruturas Existentes, Irrigação e Abastecimento Hídrico da Fronteira Seca Estadual, tem como objetivo geral servir de documento que estabeleça, priorize, planeje para um horizonte pré-estabelecido, e oriente as ações de intervenção, administração e gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas do estaduais. Tais ações compreendem essencialmente programas de gestão, infra-estrutura hídrica e meio ambiente, tendo como suporte a política governamental nacional, que abrange:

- i. Inclusão Nacional;
- ii. Planejamento e integração da infra-estrutura hídrica que possibilite o crescimento econômico com produção e distribuição de renda;
- iii. Fortalecimento das ações geradoras de renda, criação de empregos e ampliação da cidadania;
- iv. Fortalecimento institucional promovendo a organização, participação e gestão compartilhada dos principais atores sociais.

O Plano de Integração foi dividido em três etapas, designadamente:

- Etapa I – Diagnóstico (já concluída)
- Etapa II – Planejamento: Compatibilização e Articulação de Alternativas
- Etapa III – Estudo de Viabilidade de Alternativa Hierarquizada do Módulo de Integração e Projeto Básico do Eixo Piloto

A Etapa I, já concluída, constou de um levantamento integrado das potencialidades e restrições da utilização dos Recursos Hídricos das bacias hidrográficas do estado do Piauí associadas às demandas hídricas atuais e futuras para usos múltiplos. Tal documento inclui o levantamento das informações locais, dados, e estudos existentes, avaliação das disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas, estimativa das demandas hídricas atuais e futuras, balanço oferta versus demanda hídrica, diagnóstico da dinâmica social, e arranjo geral das soluções para solucionar déficits hídricos.

Em prosseguimento às ações do Estado do Piauí em planejar de maneira integrada a preservação e aproveitamento dos seus recursos hídricos, serão elaboradas, por intermédio do Projeto de Cooperação Técnica para Ações de Desenvolvimento regional e de Integração Nacional, BRA/IICA - 00/001, as etapas posteriores do referido Plano de Integração. Estes estudos, relativos às Etapas II e III, foram contratados à empresa COBA S.A., que também já havia elaborado a anterior Etapa I de Diagnóstico.

A presente Etapa II do Plano consiste essencialmente no estudo de variantes e planejamento de intervenções visando o incremento da disponibilidade hídrica e indicando as medidas mitigadoras para redução da carga poluente em função dos cenários de demandas projetadas para os usos múltiplos da água.

Por fim, a Etapa III consistirá no estudo de viabilidade de alternativa hierarquizada do módulo de integração e elaboração de Projeto Piloto, relativo a uma obra prioritária, podendo tratar-se por exemplo de reservatório, canal, adutora ou de soleiras de regulação de curso de água.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. ENQUADRAMENTO, OBJETIVOS, ÂMBITO E CRONOGRAMA DA ETAPA II	9
1.2. OS RECURSOS HÍDRICOS DO PIAUÍ	13
1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO DE ANDAMENTO	14
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA EM ESTUDO	16
2.1. LOCALIZAÇÃO E DEMOGRAFIA.....	16
2.2. ASPETOS SÓCIO-ECONÔMICOS.....	16
2.3. CLIMA.....	17
2.4. RELEVO.....	21
2.5. SOLOS.....	22
2.6. COBERTO VEGETAL	24
2.7. HIDROGRAFIA.....	25
3. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NO PIAUÍ	28
3.1. INTRODUÇÃO.....	28
3.2. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	28
3.2.1. <i>Deflúvios</i>	28
3.2.2. <i>Qualidade das águas superficiais</i>	31
3.3. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS.....	44
3.3.1. <i>Enquadramento Geral</i>	44
3.3.2. <i>Avaliação Quantitativa dos Principais Aquíferos do Piauí</i>	48
3.3.3. <i>Uso da Água</i>	50
3.3.4. <i>Qualidade das águas subterrâneas</i>	50
3.3.5. <i>Vulnerabilidade natural dos aquíferos</i>	52
4. DEMANDAS HÍDRICAS	54
4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	54
4.2. RESUMO DOS ESTUDOS DA ETAPA DE DIAGNÓSTICO.....	55
4.2.1. <i>Considerações gerais</i>	55
4.2.2. <i>Demanda para abastecimento humano</i>	55
4.2.3. <i>Demanda para abastecimento animal</i>	61
4.2.4. <i>Demanda para abastecimento industrial</i>	62

4.2.5.	<i>Demanda para irrigação</i>	62
4.2.6.	<i>Demanda total</i>	66
4.3.	CENÁRIOS ALTERNATIVOS DAS DEMANDAS HÍDRICAS.....	68
5.	BALANÇO DEMANDAS / DISPONIBILIDADES	71
5.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	71
5.2.	MODELO DE REALIZAÇÃO DO BALANÇO	71
5.3.	RECURSOS HÍDRICOS DISPONÍVEIS POR MUNICÍPIO	73
5.3.1.	<i>Recursos Superficiais</i>	73
5.3.2.	<i>Recursos Subterrâneos</i>	74
5.3.3.	<i>Disponibilidades Hídricas Totais Consideradas para o Balanço</i>	75
5.4.	CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE DE BALANÇO	75
5.5.	RESULTADOS DO BALANÇO HÍDRICO	76
5.6.	CENÁRIO DE DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	78
6.	INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA DO PIAUÍ	81
6.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	81
6.2.	AÇUDES.....	81
6.3.	SISTEMAS ADUTORES.....	82
7.	IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS	87
7.1.	IDENTIFICAÇÃO DE ALTERNATIVAS	87
7.2.	ANÁLISE COMPARATIVA.....	89
7.3.	SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS MAIS VANTAJOSAS	91
8.	RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DE MANANCIAIS	92
9.	CONCLUSÕES	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Cronograma de Execução dos Trabalhos da Etapa II.....	12
Figura 2.1 – Precipitação média anual.....	18
Figura 2.2 - Distribuição característica da precipitação mensal dentro do ano	19
Figura 2.3 – Temperatura do média anual.....	20
Figura 2.4 - Temperaturas do ar médias mensais	21
Figura 2.5 – Relevo. Modelo digital do terreno	22
Figura 2.6 – Carta de solos	23
Figura 2.7 – Classificação hidrológica dos solos	24
Figura 2.8 – Carta fito-ecológica	25
Figura 2.9 – Rede hidrográfica da área em estudo.....	26
Figura 2.10 – Sub-bacias da área em estudo	27
Figura 3.1 – Carta do deflúvio médio anual	29
Figura 3.2 - Distribuição característica dos deflúvios mensais dentro do ano.....	30
Figura 3.3 – Carta geológica do Piauí.....	45
Figura 3.4 – Principais sistemas aquíferos	46
Figura 3.5 – Localização dos poços recenseados	48
Figura 3.6 – Áreas potenciais das águas subterrâneas.....	49
Figura 3.7 – Qualidade das águas subterrâneas	51
Figura 3.8 – Riscos de contaminação de aquíferos.....	53
Figura 4.1 – População residente por município. Situação atual.....	57
Figura 4.2 – Densidade populacional. Situação atual.....	58
Figura 4.3 – Índice de urbanização. Situação atual	59
Figura 4.4 – Repartição setorial da demanda hídrica no Piauí.....	67
Figura 5.1 Esquema da rede de drenagem dos municípios	72
Figura 5.2 – Distribuição dos municípios pelas várias classes de relação demanda / disponibilidade.....	77
Figura 6.1 – Propostas de sistemas adutores no Piauí	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Precipitações médias anuais ponderadas	18
Quadro 2.2 Temperaturas do ar médias anuais ponderadas	20
Quadro 3.1 – Vazão média total no Piauí	30
Quadro 3.2 – Principais Características das Estações de Qualidade da Água no Estado do Piauí	32
Quadro 3.3 – Pontos de coleta de amostras para análise da qualidade da água na bacia do Alto Piauí a montante do Açude Petrônio Portela.	33
Quadro 3.4 – Condições e padrões a observar pelas águas doces de classe 1 segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005	37
Quadro 3.5 – Metodologia das Análises de Qualidade da Água	40
Quadro 3.6 – Análise Físico-Química/Bacteriológica do Açude Petrônio Portela	41
Quadro 3.7 – Análise Físico-Química/Bacteriológica do Açude Pedra Redonda	42
Quadro 3.8 – Tabela resumo, indica se os parâmetros medidos (na média) estão dentro dos padrões do CONAMA, tomando como unidade de referência a bacia hidrográfica que se situa a estação	43
Quadro 3.9 - Principais usos das águas dos poços	50
Quadro 4.1 – Projeções demográficas para os principais municípios do Piauí	56
Quadro 4.2 – Projeções demográficas. Valores agregados por sub-bacia	56
Quadro 4.3 – Capitações de consumo adotadas	59
Quadro 4.4 – Demanda para abastecimento humano (L/s)	60
Quadro 4.5 – Demanda para abastecimento animal (L/s)	61
Quadro 4.6 – Demanda para abastecimento industrial no Piauí (L/s)	62
Quadro 4.7 – Evolução da área total irrigada no Piauí (projetos públicos + privados)	63
Quadro 4.8 – Projetos públicos de irrigação construídos no Piauí	64
Quadro 4.9 – Demanda para irrigação (L/s)	65
Quadro 4.10 – Demanda hídrica total (L/s)	66
Quadro 4.11 – Demanda hídrica por tipo de utilização (L/s)	67
Quadro 4.12 – Demanda para irrigação – Cenário pessimista (L/s)	69
Quadro 4.13 – Demanda total – Cenário pessimista (L/s)	70

Quadro 4.14 – Demanda total – Cenário pessimista (L/s).....	70
Quadro 5.1 – Vazão média total no Piauí	74
Quadro 5.2 – Classificação das unidades de análise de balanço	76
Quadro 5.3 – Distribuição dos municípios pelas várias classes de relação demanda / disponibilidade	77
Quadro 6.1 – Principais açudes do Piauí	82

LISTA DE MAPAS TEMÁTICOS

MAPA	TÍTULO
1	DIVISÃO MUNICIPAL E PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO ESTADO
2	DEMANDA HÍDRICA TOTAL. 2005
3	DEMANDA HÍDRICA TOTAL EM 2025. CENÁRIO TENDENCIAL
4	DEMANDA HÍDRICA TOTAL EM 2025. CENÁRIO PESSIMISTA
5	DEMANDA HÍDRICA TOTAL EM 2025. CENÁRIO OTIMISTA
6	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS POR MUNICÍPIO. 2005
7	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS POR MUNICÍPIO. SITUAÇÃO EM 2025. CENÁRIO TENDENCIAL
8	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS POR MUNICÍPIO. SITUAÇÃO EM 2025. CENÁRIO PESSIMISTA
9	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS POR MUNICÍPIO. SITUAÇÃO EM 2025. CENÁRIO OTIMISTA
10	RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS POR MUNICÍPIO. SITUAÇÃO ATUAL
11	RELAÇÃO DEMANDA / DISPONIBILIDADES HÍDRICAS. 2005
12	RELAÇÃO DEMANDA / DISPONIBILIDADES HÍDRICAS. SITUAÇÃO EM 2025. CENÁRIO TENDENCIAL
13	RELAÇÃO DEMANDA / DISPONIBILIDADES HÍDRICAS. SITUAÇÃO EM 2025. CENÁRIO PESSIMISTA
14	RELAÇÃO DEMANDA / DISPONIBILIDADES HÍDRICAS. SITUAÇÃO EM 2025. CENÁRIO OTIMISTA
15	PRINCIPAIS BARRAGENS DO PIAUÍ (EXISTENTES E EM CONSTR.). CAPACIDADE DO RESERVAT. > 10 hm ³
16	CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO EM RESERVATÓRIOS POR MUNICÍPIO

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO, OBJETIVOS, ÂMBITO E CRONOGRAMA DA ETAPA II

O Plano de Integração das Bacias Hidrográficas do estado do Piauí: Aproveitamento das Infra-estruturas Existentes, Irrigação e Abastecimento Hídrico da Fronteira Seca Estadual foi dividido em três etapas distintas:

- Etapa I – Diagnóstico (já concluída)
- Etapa II – Planejamento: Compatibilização e Articulação de Alternativas
- Etapa III – Estudo de Viabilidade de Alternativa Hierarquizada do Módulo de Integração e Projeto Piloto

A Etapa I - Diagnóstico já foi cumprida pelo Governo do Estado do Piauí.

A Etapa II do Plano de Integração das Bacias Hidrográficas do Piauí visa essencialmente o planejamento de alternativas para resolução dos problemas do Estado relacionados com as questões da água, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo, perante diferentes cenários futuros de evolução das demandas hídricas.

Os estudos serão desenvolvidos tendo por base o diagnóstico recentemente elaborado (Etapa I do Plano de Integração das Bacias do Estado) e a participação dos atores sociais interessados, em particular da SEMAR/PI.

Os trabalhos relativos à Etapa II do Plano de Integração tiveram início logo após a emissão da correspondente Ordem de Serviço, datada de 23 de Outubro de 2006, conforme estabelecido na minuta do contrato firmado com o Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura - IICA.

Entretanto, por solicitação da Secretaria da Infra-Estrutura Hídrica do Ministério da Integração Nacional, estão previstas alterações ao contrato inicial no que respeita às atividades a desenvolver nas Etapas II e III do Plano de Integração das Bacias Hidrográficas do Piauí.

A confirmarem-se as alterações previstas, a Etapa II do Plano de Integração será constituída pelo conjunto de atividades que se apresenta de seguida:

- Mobilização da consultoria (já finalizada)

- Elaboração do Plano de Trabalho para a Etapa II (já finalizada)
- Análise do Diagnóstico (já finalizada)
- Elaboração do 1º Relatório “Programa de Trabalhos e Análise do Diagnóstico” (já finalizada)
- Alternativas de Compatibilização das Disponibilidades e Demandas Hídricas
- Identificação de Alternativas de Incremento das Disponibilidades Hídricas
- Cenários Alternativos de Demandas Hídricas no Alto das Bacias, compreendendo o território considerado Fronteira Seca do Estado do Piauí
- Cenários Alternativos das Disponibilidades Hídricas no Alto das Bacias, compreendendo o território considerado Fronteira Seca do Estado do Piauí
- Cenários Alternativos do Balanço Hídrico no Alto das Bacias, compreendendo o território considerado Fronteira Seca do Estado do Piauí
- Seleção de Alternativas de Integração de Bacias Estaduais ou do Rio Parnaíba, visando a regularização e equilíbrio do balanço nas regiões com déficit hídrico
- Estudo de eventual importação de água externa principalmente do São Francisco, através do lago Sobradinho ou do Canal do Sertão Pernambucano
- Apresentação Pública dos Estudos da Etapa II
- Elaboração do Relatório Final da Etapa II

Os serviços serão executados de acordo com o Cronograma de Execução dos Trabalhos apresentado na Figura 1.1.

Como se pode observar, os trabalhos sofreram uma interrupção entre meados de Dezembro de 2006 e Fevereiro de 2007, resultado da intenção da Secretaria da Infra-Estrutura Hídrica em alterar o escopo dos estudos. Na sequência desta interrupção foi já solicitado um aditivo de prazo de 75 dias, de modo a possibilitar a conclusão dos estudos relativos à Etapa II, relativamente ao qual se aguarda aprovação oficial por parte do IICA.

De acordo com o cronograma agora apresentado, prevê-se a conclusão da Etapa II em meados de Junho.

Na presente Etapa do Plano de Integração serão apresentados 3 (três) relatórios, os quais são listados de seguida:

- Programa de Trabalhos e Análise do Diagnóstico (já entregue em Dezembro de 2006);
- Relatório de Andamento;
- Relatório Final – Planejamento: Compatibilização e Articulação de Alternativas;

O Programa de Trabalhos e Análise do Diagnóstico foi elaborado durante a fase inicial dos trabalhos e apresentado no início de Dezembro.

O presente Relatório de Andamento marca uma fase intermédia de desenvolvimento dos estudos e está sendo apresentado cerca de dois meses e meio antes da data prevista para a conclusão dos trabalhos.

Finalmente, o Relatório Final marcará a conclusão dos trabalhos da Etapa II do Plano de Integração, prevendo-se a sua entrega em meados do mês de Junho, após a apresentação e discussão pública dos estudos.

Refira-se que, embora neste relatório a descrição das Etapas II e III tenha já em atenção a solicitação da SIH para rerratificação do contrato, esta não foi ainda alvo de aprovação oficial por parte do IICA.

1.2. OS RECURSOS HÍDRICOS DO PIAUÍ

A água apresenta-se como um recurso indispensável ao desenvolvimento econômico das sociedades e ao bem-estar social das populações de qualquer região, podendo em muitos casos revelar-se um fator condicionante desse mesmo desenvolvimento. Associado ao desenvolvimento social, econômico e ambiental das sociedades, está um significativo aumento das demandas hídricas e uma crescente competição entre os diferentes utilizadores que tornam mais gravosos os problemas resultantes do excesso ou da falta de água ou, ainda, da sua má qualidade.

Nestas condições, os processos de planejamento dos recursos hídricos requerem, para além de um rigoroso conhecimento dos recursos disponíveis numa dada região, uma adequada caracterização das demandas hídricas para cada uma das várias utilizações existentes.

O Estado do Piauí coincide quase na totalidade com a bacia hidrográfica do rio Parnaíba, o segundo maior rio do Nordeste brasileiro, logo a seguir ao rio São Francisco.

Apesar da abundância de recursos hídricos no rio Parnaíba, boa parte do território do Piauí localiza-se na região de clima semi-árido, estando inserida no polígono das secas. Esta região de recursos hídricos mais escassos fica situada na zona sudeste do Estado, junto à fronteira com os Estados do Ceará, Pernambuco e Bahia.

Assim sendo, o problema dos recursos hídricos no Piauí não se relaciona com os aspectos quantitativos globais, mas sim com a má distribuição dos recursos pelo território.

A infra-estrutura hídrica construída, nomeadamente no que se refere a barragens para armazenamento de água, é bastante escassa, precisando ainda ser ampliada.

No entanto, o Piauí conta com uma importante contribuição das águas subterrâneas, dadas as boas características hidrogeológicas do Estado, na bacia sedimentar do Parnaíba. Os sistemas aquíferos do Piauí constituem-se como importantes reservatórios naturais, oferecendo volumes de armazenamento que, em muitas situações, serão suficientes para a satisfação das demandas locais.

Quanto às águas subterrâneas do Estado, mais uma vez é a distribuição espacial que se apresenta como menos favorável. A zona com piores condições para exploração, tanto em termos de quantidade como de qualidade, o cristalino onde predominam aquíferos fissurais,

coincide com a zona onde os recursos superficiais também escasseiam, por se tratarem de zonas de cabeceiras de bacias situadas na já referida região de clima semi-árido.

Atualmente o nível de utilização dos recursos hídricos no Estado é ainda reduzido, havendo grande margem de expansão para o aumento dos consumos de água, em particular associados à agricultura irrigada.

Do ponto de vista da qualidade das águas no Piauí, a situação não é preocupante, dado o baixo nível de poluição industrial e o reduzido desenvolvimento da agricultura intensiva. Este último apresenta-se como o grande problema potencial para o futuro. A maior parte dos problemas existentes atualmente encontra-se ligada à poluição causada por núcleos urbanos (esgotos não tratados, lixões).

1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO DE ANDAMENTO

O presente Relatório de Andamento serve para apresentar os trabalhos desenvolvidos até à data no âmbito da Etapa II.

Este relatório apresenta já uma estrutura próxima daquela que terá o Relatório Final e encontra-se estruturado em nove capítulos:

No Capítulo 1 é feita a introdução ao relatório.

No Capítulo 2 apresenta-se uma breve caracterização geral da área em estudo, nomeadamente ao nível da localização e demografia, aspetos sócio-econômicos, clima, relevo, solos, coberto vegetal e hidrografia.

No Capítulo 3 apresenta-se a caracterização das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, no Estado do Piauí.

O Capítulo 4 serve caracterizar as demandas hídricas atuais e para estabelecer os cenários alternativos das demandas futuras no Piauí.

No Capítulo 5 apresentam-se os resultados do balanço hídrico entre as disponibilidades e as demandas atuais e futuras, no sentido de identificar as regiões deficitárias e seleciona-se o cenário de dimensionamento das obras a propor.

No Capítulo 6 são apresentadas as principais infra-estruturas hídricas do estado, em particular açudes e adutoras, existentes e previstas, com o objetivo de equacionar o seu aproveitamento para suprir as necessidades das populações.

No Capítulo 7 são abordados alguns aspectos da metodologia a utilizar nas atividades seguintes da presente Etapa II, nomeadamente no que concerne à identificação, análise e seleção de alternativas de abastecimento às regiões deficitárias.

No Capítulo 8 é abordado o tema da recuperação e preservação dos mananciais hídricos, apresentando-se linhas gerais de medidas e ações prioritárias de gerenciamento.

Por fim, no Capítulo 9, são apresentadas as principais conclusões ao presente relatório.

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA EM ESTUDO

2.1. LOCALIZAÇÃO E DEMOGRAFIA

O Estado do Piauí fica localizado no Noroeste da região Nordeste do Brasil e tem uma área total de 252 378 km², sendo, em termos de extensão territorial, o terceiro maior Estado nordestino e o décimo Estado brasileiro.

A população total do Piauí ronda os 2 850 000 habitantes (Censo Demográfico 2000 – IBGE), correspondendo aproximadamente a cerca de 6 % da população do Nordeste e a menos de 2 % do total nacional.

O Estado possui 221 municípios, destacando-se os de: Teresina, a capital, com cerca de 715 000 habitantes; Parnaíba, com 132 000 habitantes; Picos, com 69 000 habitantes; Piripiri, com 60 000 habitantes e Floriano, com 55 000 habitantes (Censo Demográfico 2000 – IBGE).

Embora com grande extensão territorial, o Piauí é um Estado pouco populoso, apresentado uma densidade demográfica inferior a 12 hab/km², sendo a menor do Nordeste.

Um pouco mais da metade da população piauiense vive nas zonas urbanas, percentual menor que o do Nordeste (65 %) e do Brasil (78%). Ocorre no Piauí, como no restante do País, um significativo crescimento dos centros urbanos a uma redução da população na zona rural.

2.2. ASPETOS SÓCIO-ECONÔMICOS

As principais atividades econômicas do Estado estão ligadas à agropecuária, com maior destaque para a agricultura de sequeiro e a criação de bovinos, caprinos e aves. A agricultura irrigada ainda não é significativa, apesar do grande potencial para a fruticultura.

O setor industrial do Estado do Piauí é ainda muito incipiente compondo-se basicamente por micro e pequenas empresas dos mais variados segmentos da atividade manufatureira.

O Piauí dispõe de distritos industriais nos seus maiores municípios em termos de população: Teresina, Parnaíba, Floriano e Picos.

O setor terciário é responsável por quase 70% da formação de renda do Estado, ainda que pese a atuação desfavorável de um de seus segmentos mais importantes, o comércio inter-regional, que acaba transferindo os recursos, via diversos mecanismos, principalmente tributários, para os Estados mais desenvolvidos da Federação, notadamente São Paulo.

2.3. CLIMA

O Estado do Piauí fica situado entre o Nordeste semi-árido e o Meio-Norte úmido, apresentando por isso diferenças climáticas assinaláveis.

Com aproximadamente 80 % do território situado no interior do “Polígono das Secas”, o Estado do Piauí pode ser caracterizado da seguinte forma:

- Clima Tropical Úmido – ocorre no norte do Estado, em particular no litoral;
- Clima Tropical – clima predominante no Piauí, ocorrendo na zona centro-oeste do Estado;
- Semi-árido – ocorre no sul e sudeste do estado.

A precipitação anual na bacia do Parnaíba, representada na figura seguinte, aumenta progressivamente de Este para Oeste, com mínimos ocorrendo na zona da fronteira seca estadual, junto às cabeceiras dos rios Canindé e Piauí, e máximos nas sub-bacias do Alto Parnaíba e na região litorânea da sub-bacia do rio Longá.

A precipitação média anual ponderada na área do Estado do Piauí ronda os 990 mm. Por sua vez, na bacia do Parnaíba, a precipitação é da ordem de 1 030 mm, verificando-se os maiores valores nas sub-bacias do Longá / Parnaíba (1 417 mm), do Balsas (1 195 mm) e do Alto Parnaíba (1 149 mm), enquanto os valores mínimos se referem à sub-bacia do Piauí / Canindé. Nas Bacias Difusas do Litoral, verifica-se um valor médio anual ponderado da precipitação média anual de 1 078 mm.

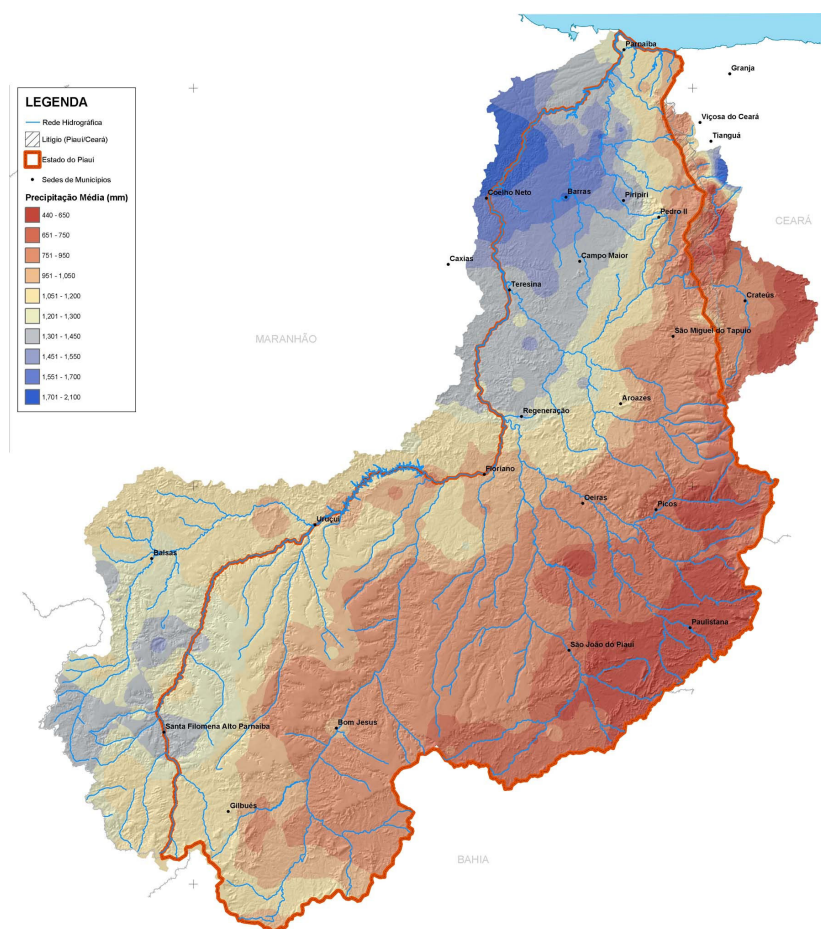


Figura 2.1 – Precipitação média anual

Quadro 2.1 - Precipitações médias anuais ponderadas

Bacia	P ano médio (mm)
Bacia Balsas	1 195
Bacia Alto Parnaíba	1 149
Bacia Gurgueia	961
Bacia Itaueira	972
Bacia Canindé / Piauí	735
Bacia Poti / Parnaíba	1 011
Bacia Longá / Parnaíba	1 417
Bacia Parnaíba (Total)	1 030
Bacias Difusas do Litoral	1 078
Estado do Piauí	991

A distribuição mensal da precipitação é bastante uniforme em todo o Estado. Verificou-se, em termos médios, que mais de 80% da precipitação cai nos 4 meses mais úmidos (Janeiro a Abril). No período de Julho a Setembro, a precipitação é praticamente nula.

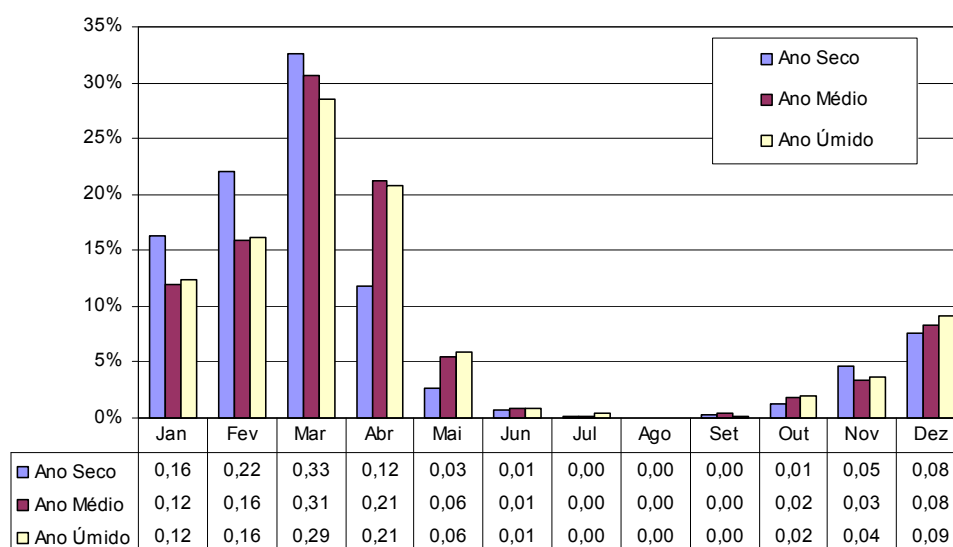


Figura 2.2 - Distribuição característica da precipitação mensal dentro do ano

A região do Parnaíba é intensamente ensolarada, com mais de 3 200 horas anuais de insolação em muitos lugares.

A temperatura média anual é bastante elevada, situando-se, em geral entre 26° e 28° C. Em termos médios ponderados, a temperatura do ar média anual no Estado é de 26,0°C, atingindo valores mais elevados nas regiões litorânea e do Baixo Parnaíba, e ainda em boa parte das bacias dos rios Poti e Longá. Verificam-se ainda valores elevados de temperatura ao longo dos vales dos rios Piauí e Canindé. As menores temperaturas médias anuais verificam-se a sul na região do Alto Parnaíba.

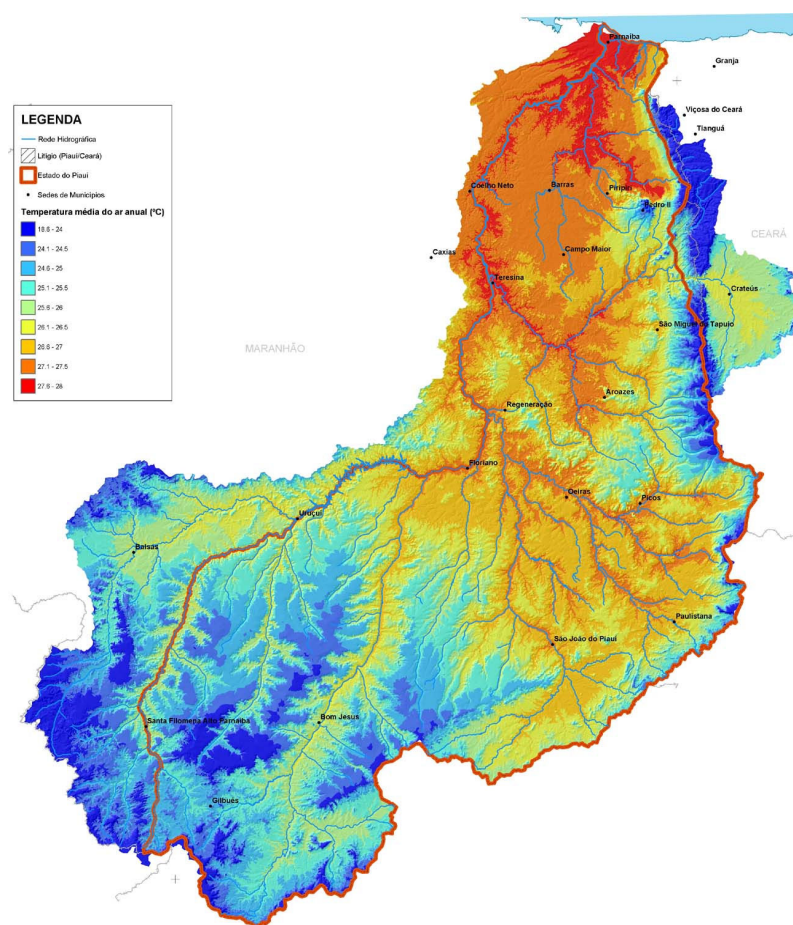


Figura 2.3 – Temperatura do média anual

Quadro 2.2 Temperaturas do ar médias anuais ponderadas

Região	Temp ar média anual (° C)
Bacia Balsas	25,0
Bacia Alto Parnaíba	24,9
Bacia Gurguéia	25,2
Bacia Itaueira	26,1
Bacia Canindé / Piauí	26,3
Bacia Poti / Parnaíba	26,1
Bacia Longá / Parnaíba	26,9
Bacia Parnaíba (Total)	25,8
Bacias Difusas do Litoral	27,3
Estado do Piauí	26,0

Nota: Áreas medidas no modelo SIG

A temperatura média do ar é praticamente constante no período de Dezembro/ Janeiro a Julho/ Agosto, apenas se verificando um ligeiro aumento (cerca de 2° a 3° C) nos meses Setembro, Outubro e Novembro.

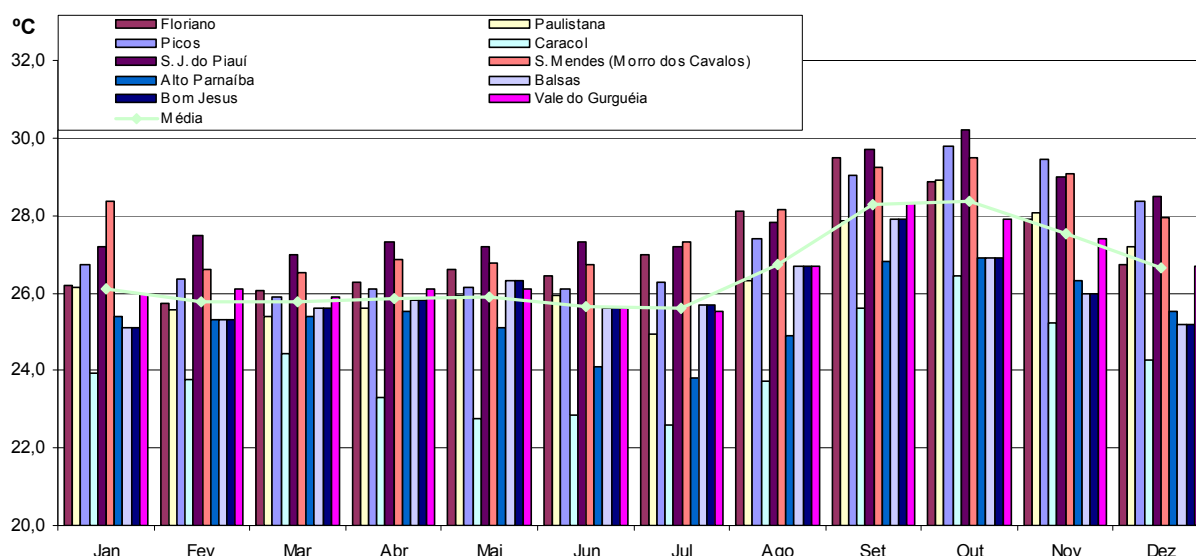


Figura 2.4 - Temperaturas do ar médias mensais

A umidade relativa do ar varia de 85%, no litoral, a 55%, no extremo sudeste do Estado.

2.4. RELEVO

Em geral, o relevo do Estado é relativamente simples, caracterizando-se pela ausência de grandes elevações; predominando as chapadas interligadas de amplos vales e o sistema orográfico basicamente constituído por formações tabulares de baixas altitudes.

O Piauí, por estar situado na área de transição entre a Amazônia e o Nordeste, apresenta feições topográficas amazônicas na porção ocidental, feições aplainadas sertanejas na fachada leste-sudeste, relevo subtabular que constituem as cuestas da porção central da bacia, e, por fim, uma planície litorânea com feições variadas.

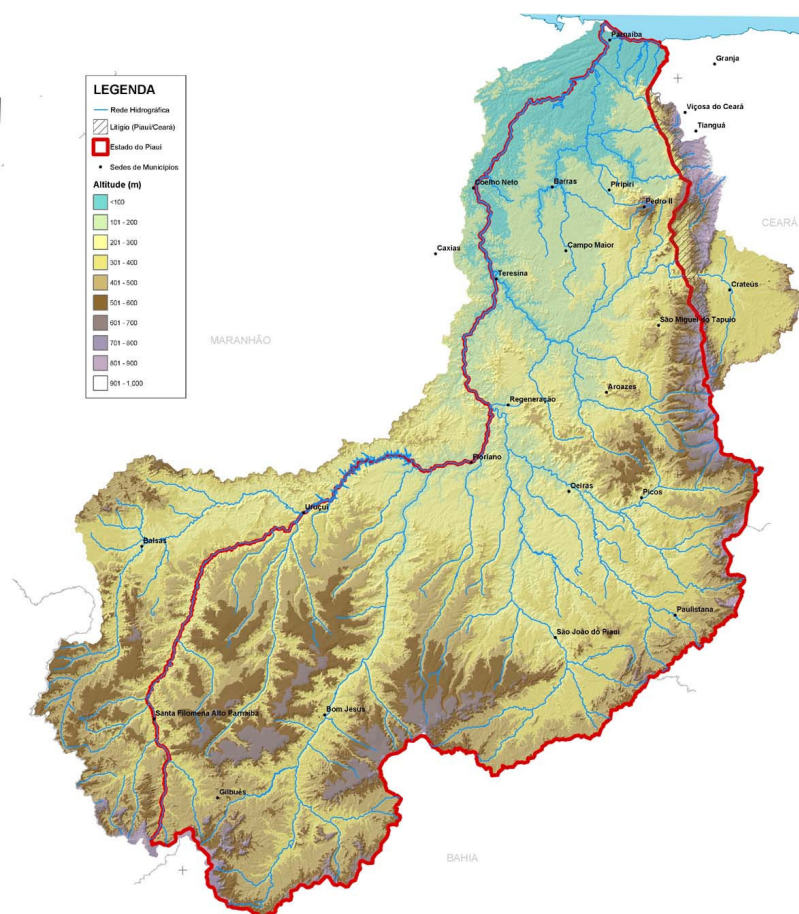


Figura 2.5 – Relevo. Modelo digital do terreno

2.5. SOLOS

Os solos do Piauí são bastante diversificados. Predominam solos de baixa fertilidade natural, solos com pequenos teores de minerais que servem como fonte de elementos nutricionais ou, ainda, solos com elevados teores de sódio, precisando assim de adubação artificial.

Apesar da sua média a baixa fertilidade, os solos do Piauí apresentam grande potencial agrícola graças às condições físicas e de topografia pouco movimentada. Os principais tipos de solo encontram-se representados na figura seguinte.

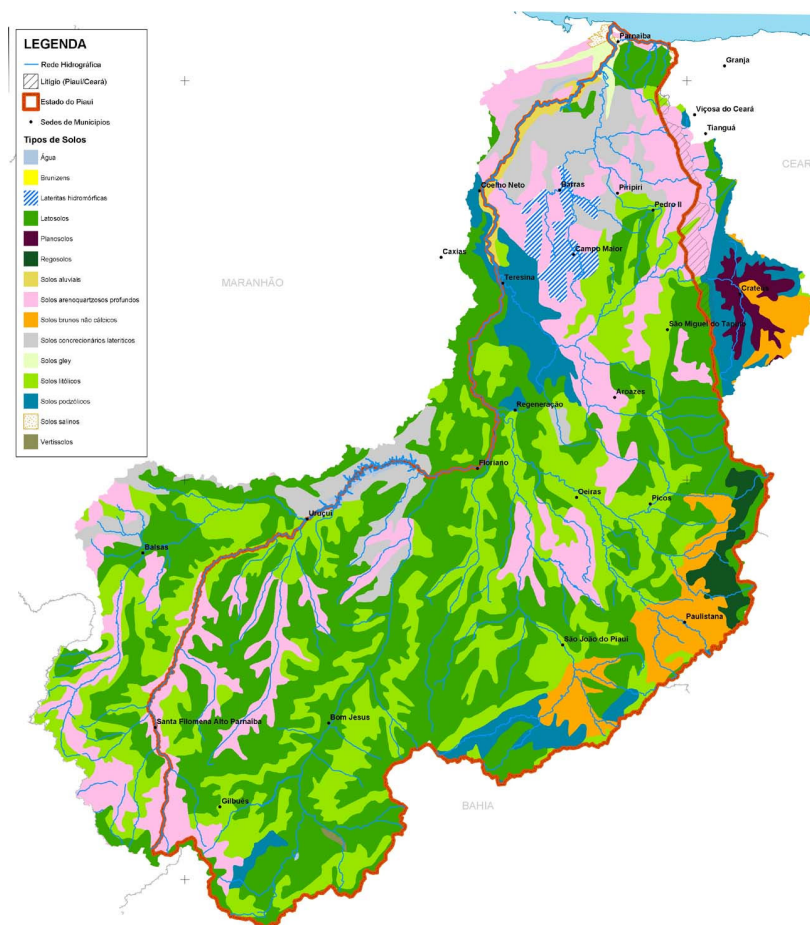


Figura 2.6 – Carta de solos

Com base nas características dos diferentes tipos de solos, estes foram agrupados em 4 classes, em função das suas características em termos de drenagem (boa, média ou fraca capacidade de drenagem). Esta classificação é apresentada na figura seguinte.

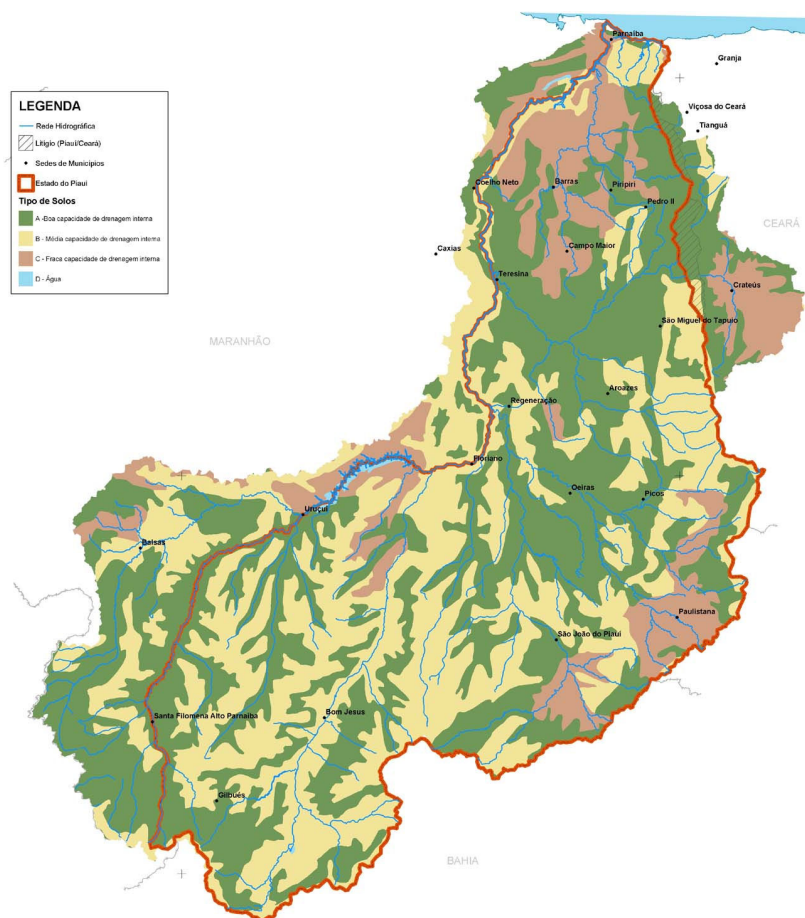


Figura 2.7 – Classificação hidrológica dos solos

2.6. COBERTO VEGETAL

A cobertura do Estado é bastante diversificada. Dentre as paisagens vegetais, destacam-se: caatinga arbórea e arbustiva a leste e a sudeste; cerrado e cerradão no centro-leste e sudeste; floresta decidual nos vales do Baixo e Médio Parnaíba; e, formação pioneira, mangue e aluvial no litoral do Estado. Na figura abaixo apresenta-se o coberto vegetal predominante em cada região:

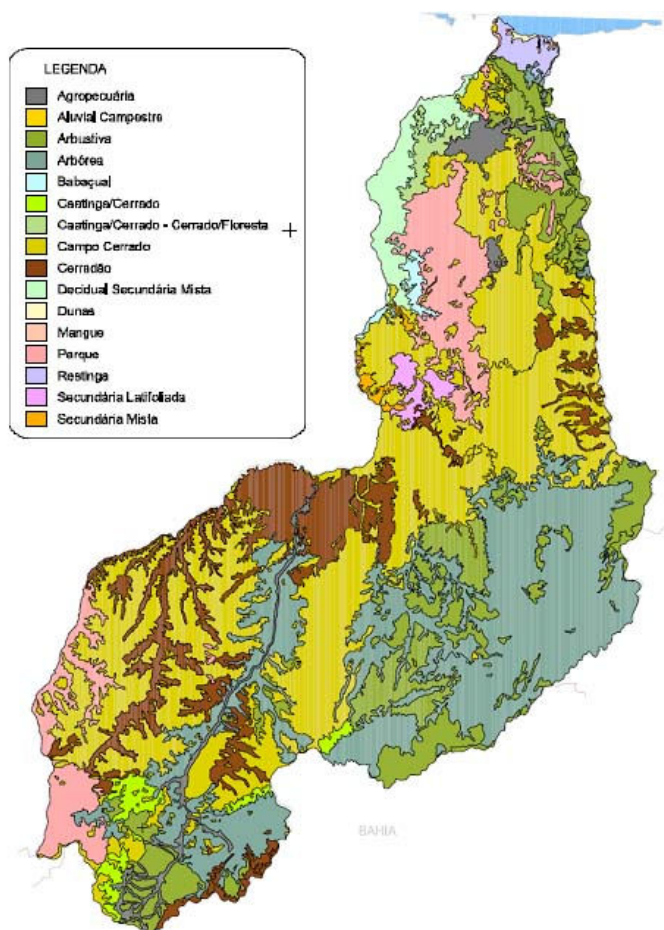


Figura 2.8 – Carta fito-ecológica

2.7. HIDROGRAFIA

A hidrografia do Piauí pode ser classificada em “Rios do Litoral” e em “Parnaíba e seus afluentes”.

Os “Rios do Litoral” são cursos de água que correm diretamente para o oceano Atlântico sem ligação ao rio Parnaíba, em geral de extensão reduzida mas regularmente volumosos.

O rio “Parnaíba e seus afluentes”, constituem a bacia hidrográfica do rio Parnaíba, a qual abrange uma área total de aproximadamente 330 000 km².

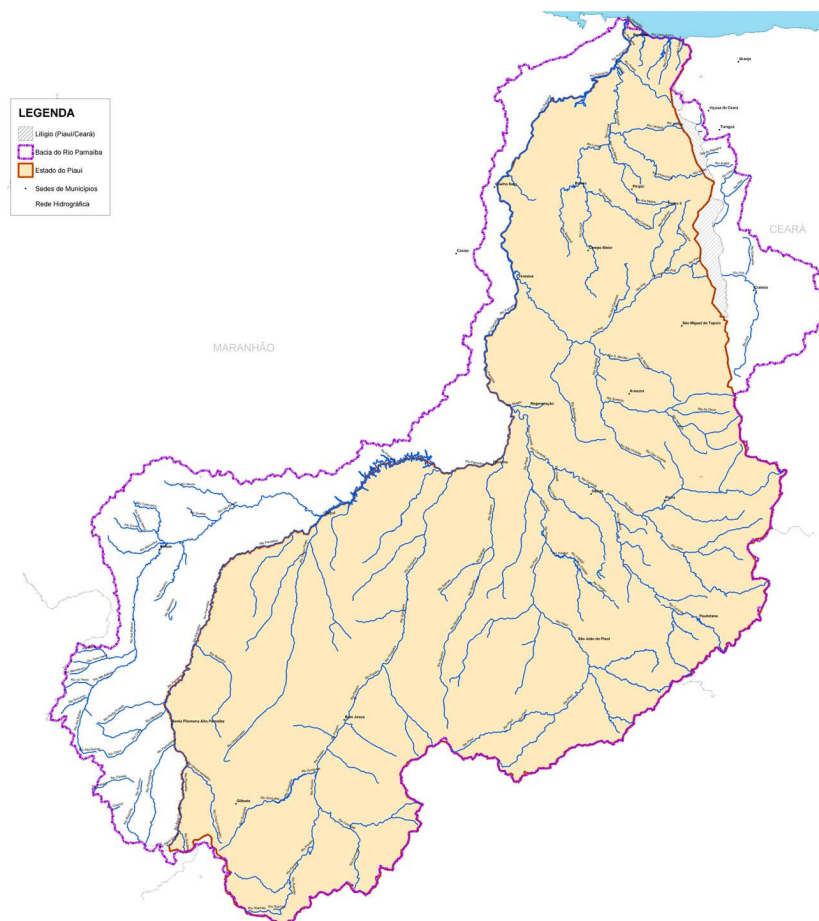


Figura 2.9 – Rede hidrográfica da área em estudo

O rio Parnaíba nasce na chapada das Mangabeiras, fronteira do Piauí com Tocantins, numa altitude de 709 metros, com o nome de Riacho de Água Quente. Com uma extensão total de cerca de 1 400 km, é o segundo maior rio do Nordeste, logo a seguir ao rio São Francisco, e define, em todo o seu percurso, a fronteira entre os estados do Piauí e do Maranhão. O rio Parnaíba desemboca no oceano Atlântico em forma de delta de cinco bocas: Tutória, Caju, Carrapato, Canários e Igaraçu.

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba é caracterizada por uma configuração assimétrica, com maior concentração de afluentes na margem direita. Como principais afluentes do Parnaíba destacam-se o rio Balsas, na margem esquerda, e os rios Gurguéia, Piauí, Canindé, Poti e Longá, na margem direita. Na figura seguinte apresentam-se a divisão em sub-bacias da área em estudo.

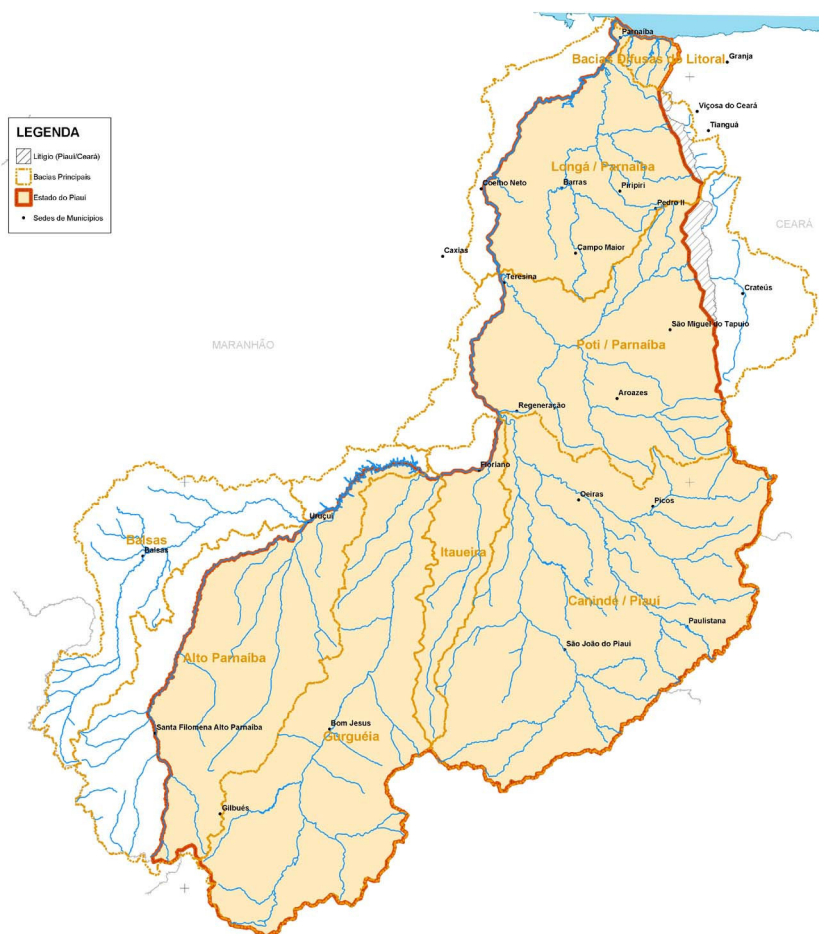


Figura 2.10 – Sub-bacias da área em estudo

3. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NO PIAUÍ

3.1. INTRODUÇÃO

As disponibilidades hídricas no Estado do Piauí são, em termos globais, significativas, com recursos superficiais abundantes associados a aquíferos com significativo potencial e água de boa qualidade.

Assim sendo, o problema dos recursos hídricos do Estado coloca-se ao nível da irregular distribuição das disponibilidades. A parte mais seca situa-se no Sudeste do Estado (cabeceiras das bacias dos rios Canindé e Piauí), inserido na região semi-árida do Nordeste Brasileiro, onde, à escassez dos recursos superficiais, se juntam as condições menos favoráveis para a exploração das águas subterrâneas, associadas aos aquíferos fissurais (cristalino).

3.2. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

3.2.1. Deflúvios

De acordo com os estudos desenvolvidos na Fase de Diagnóstico, os deflúvios anuais no Estado do Piauí podem ser representados pelo seguinte modelo:

$$E = (P - 400)^{2,0} \times 0,00030 \times K$$

em que E é o escoamento anual (mm), P a precipitação anual (mm) e K um coeficiente que depende do tipo de solo (sem unidade) e que toma o valor 1 para solos com boa capacidade de drenagem interna (tipo A) e 0,75 para outros tipos de solos (com características de drenagem interna inferiores).

O modelo apresentado permite estimar as principais características da vazão num qualquer ponto de uma qualquer bacia hidrográfica.

Na figura seguinte apresenta-se a distribuição espacial dos deflúvios médios anuais:

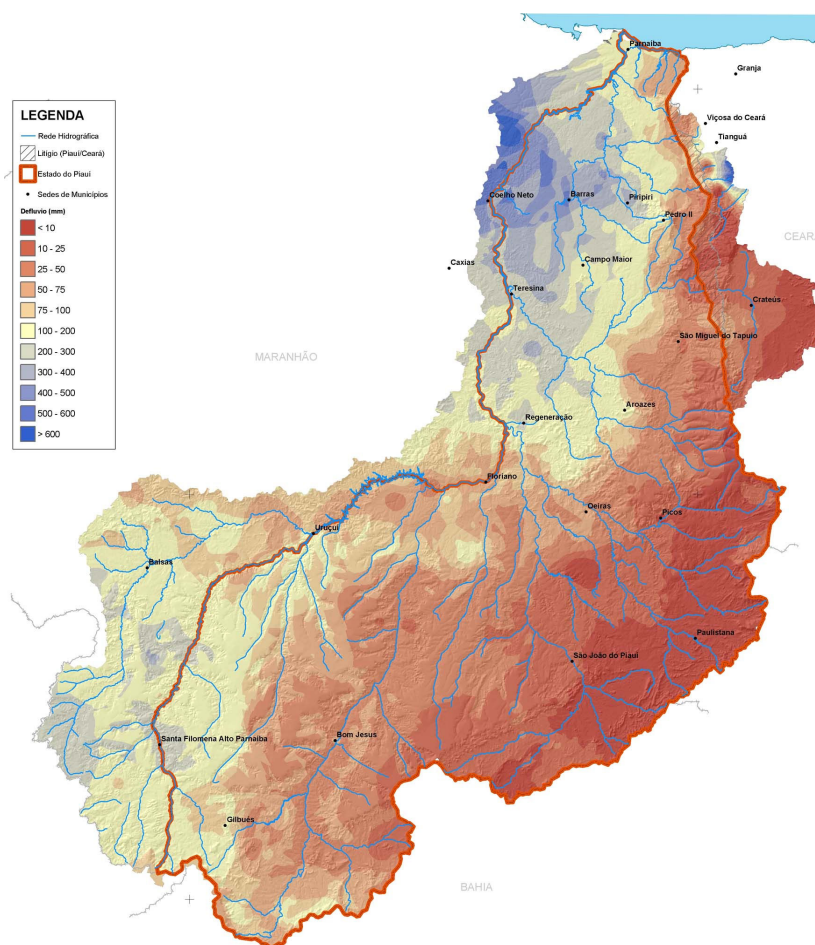


Figura 3.1 – Carta do deflúvio médio anual

A vazão média anual atinge valores elevados, superiores a 200 mm/ano, na zona do Alto Parnaíba e nas sub-bacias dos rios Poti e Longá (fora das cabeceiras), descendo para valores próximos do zero na zona centro e na fronteira com o Ceará, Pernambuco e Bahia.

De acordo com os resultados fornecidos pelo modelo, os valores da vazão média total no Estado do Piauí são os seguintes:

Quadro 3.1 – Vazão média total no Piauí

Origem	Vazão	
	m ³ /s	km ³ /ano
Gerados internamente	681	21,5
Proveniente do exterior	304	9,67
Total	985	31,0

A vazão média anual sobre a totalidade do Estado ronda os 31 km³, sendo que cerca de 70 % desse valor é gerado no interior do próprio Estado e os restantes 30 % correspondem a água provenientes das parcelas da bacia do Parnaíba situadas nos Estados vizinhos do Ceará e do Maranhão.

Os deflúvios mensais máximos concentram-se no período de Janeiro a Abril, apresentando valores significativamente mais baixos nos restantes meses do ano. No entanto, observa-se uma concentração menos acentuada do que a da precipitação, o que se deve ao fato de muitas linhas de água serem substancialmente alimentadas por descargas de aquíferos, o que garante caudais de base significativos.

O deflúvio nos 4 meses mais úmidos representa cerca de 60% do total do deflúvio anual.

Na figura seguinte apresenta-se a distribuição mensal característica dos deflúvios.

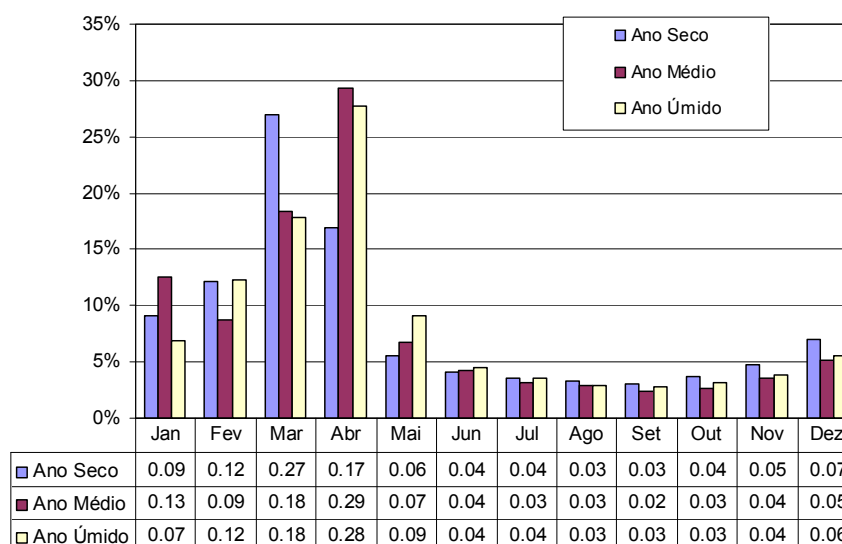


Figura 3.2 - Distribuição característica dos deflúvios mensais dentro do ano

3.2.2. Qualidade das águas superficiais

3.2.2.1 Generalidade

As informações relativas à qualidade das águas no Piauí são escassas. No entanto, a maior parte dos problemas existentes encontra-se ligada à poluição causada por núcleos urbanos (esgotos não tratados, lixões).

Em muitos locais os problemas devem-se mais às baixas vazões de estiagem do que ao lançamento de grandes cargas orgânicas (baixo poder de regeneração).

O nível de poluição industrial é relativamente baixo. No entanto, o rio Parnaíba recebe efluentes de algumas indústrias os quais, adicionados aos esgotos urbanos ali lançados, podem comprometer a qualidade das suas águas e limitar os seus usos.

3.2.2.2 Coleta de dados de qualidade da água

O Estado do Piauí conta com 7 estações de medição da qualidade da água cadastradas no sistema de informações Hidrológicas (HIDROWEB) da Agência Nacional de Águas. Incluiu-se mais uma estação do estado do Maranhão (Barão de Grajaú), por esta situar-se no rio Parnaíba. A Tabela 3.1 a seguir descreve as principais características de cada uma das estações de qualidade da água

Os parâmetros de qualidade de água coletados e medidos foram os seguintes:

- Temperatura (°C);
- pH (-);
- Turbidez (UNT);
- Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$);
- Nitrogênio Amoniacal ($\text{mg}/\text{L N}$);
- Nitrato ($\text{mg}/\text{L N}$);
- Nitrito ($\text{mg}/\text{L N}$);
- DQO ($\text{mg}/\text{L O}_2$);
- DBO 5 dias a 20°C ($\text{mg}/\text{L O}_2$);
- OD ($\text{mg}/\text{L O}_2$);
- Sólidos Suspensos Totais (mg/L);
- Coliformes Fecais (NMP/100ml).

Observa-se a ausência de coleta de alguns parâmetros na medição da qualidade da água, nem todos os parâmetros foram medidos em todas as estações. Vale ressaltar que encontra-se apresentado a seguir todos os resultados das análises disponíveis para todas as estações de qualidade da água do estado do Piauí listadas no HidroWeb.

Um estudo mais detalhado da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Piauí foi elaborado durante os anos de 2005 e 2006, tais estudos de qualidade das águas dos reservatórios superficiais da bacia do Alto Piauí à montante do açude Petrônio Portela, tiveram o objetivo de diagnosticar o grau de comprometimento atual da qualidade das águas destes mananciais para fins de abastecimento humano e identificação das possíveis causas de poluição dos mesmos por causas naturais e de origem antrópicas.

Os dados concernentes à Bacia do Rio Canindé propriamente dito foram obtidos do Projeto Básico da Adutora de Pedra Redonda, contratado pela SEMAR-PI junto à consultora ENGESOFT Engenharia e Consultoria S/C Ltda, no ano de 2006.

Quadro 3.2 – Principais Características das Estações de Qualidade da Água no Estado do Piauí

Código	Nome	Rio	Município	Respons.	Operadora	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área Drenagem (km²)	Nº de Medições
34060000	Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	Ribeiro Gonçalves	ANA	CPRM	07°33'37"S	45°14'43"W	150	32.700	48
34090000	Faz. Bandeira	Urucui Preto	Urucui	ANA	CPRM	07°23'27"S	44°36'51"W	160	14.700	36
34270000	Barra do Lance	Gurguéia	Jerumenha	ANA	CPRM	07°14'51"S	43°38'56"W	150	48.400	22
34311000	Barão de Grajaú	Parnaíba	Barão de Grajaú-MA	ANA	CPRM	06°45'44"S	43°01'35"W	85	140.240	54
34600000	Francisco Ayres	Piauí / Canindé	Francisco Ayres	ANA	CPRM	06°37'30"S	42°41'52"W	95	73.900	13
34690000	Teresina	Parnaíba	Teresina	ANA	CPRM	05°08'08"S	42°48'43"W	70	270.000	37
34789000	Faz. Cantinho II	Poti	Teresina	ANA	CPRM	05°12'09"S	42°41'48"W	80	50.000	32
34879500	Luzilândia	Parnaíba	Luzilândia	ANA	CPRM	03°27'09"S	42°22'10"W	26	322.823	49

Fonte: Sistema de Informações Hidrológicas - HidroWeb (<http://hidroweb.ana.gov.br>).

Os dados concernentes à Bacia do Rio Piauí, afluente do Rio Canindé, foram obtidos junto ao Plano de Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos para a Bacia do Alto Piauí a Montante do Açude Petrônio Portela, contratado pela SEMAR-PI à consultora ANB - Águas do Nordeste do Brasil Ltda, no ano de 2005.

Ambos os estudos são bastante recentes (menos de 2 anos) e, portanto, seus dados espelham a realidade atual da qualidade das águas dos reservatórios superficiais analisados de ambas as bacias.

Outro detalhe de maior relevância é que os dois principais reservatórios atuais construídos na bacia hidrográfica do Piauí/Canindé, foram contemplados com análises reais recentes de qualidade das suas águas, devidamente classificadas e avaliadas quanto ao grau de poluição a montante da bacia dos açudes e de sua aptidão qualitativa para servir de manancial para abastecimento humano. São eles: Açude Petrônio Portela, na bacia do Alto Piauí e Açude Pedra Redonda, na bacia do Alto Canindé.

Foram realizadas duas campanhas de monitoramento da qualidade das águas de 14 pontos de controle estratégico, sendo 2 pontos diretamente nos cursos d'água principais, sendo 1 no Rio Piauí e 1 no Rio São Lourenço, afluente do Rio Piauí, e 12 em açudes estratégicos regionais da bacia, incluindo o açude Petrônio Portela e o Pedra Redonda.

O quadro seguinte apresenta o sumário dos pontos de coleta monitorados durante as duas campanhas de qualidade das águas.

Quadro 3.3 – Pontos de coleta de amostras para análise da qualidade da água na bacia do Alto Piauí a montante do Açude Petrônio Portela.

Ponto	Coordenadas UTM		Município	Local
	E	N		
1	778.178	8.993.983	São Lourenço do Piauí	No lago da Barragem Petrônio Portela, na captação d'água da cidade São Lourenço.
2	776.309	8.994.249	São Lourenço do Piauí	Rio São Lourenço, na Comunidade Castelo.
3	774.229	8.992.580	São Lourenço do Piauí	No lago da Barragem Petrônio Portela, na Comunidade Caraíba.
4	781.291	8.966.205	Dirceu Arcoverde	Barragem Bom Jardim - Captação d'água para abastecimento da cidade Dirceu Arcoverde.
5	742.964	8.949.694	Fartura	Na Barragem Fartura, na captação d'água para abastecimento da cidade Fartura.
6	714.768	8.983.505	Anísio de Abreu	No Açude Anísio de Abreu, próximo à parede esquerda.
7	705.806	8.980.097	Jurema	Açude Jurema, próximo à parede esquerda.
8	683.544	8.974.115	Caracol	Açude Caracol, na margem direita.
9	733.740	8.986.698	Bonfim	No Açude Bonfim, próximo à parede direita.
10	752.805	9.002.047	São Raimundo Nonato	No Açude Aldeia, próximo à parede direita.
11	756.346	9.004.868	São Raimundo Nonato	No Rio Piauí (distante 2 km da comunidade COHAB do Junco).
12	783.149	9.003.862	São Raimundo Nonato	Barragem Petrônio Portela, próximo à parede do lado direito.
13	782.889	9.004.724	São Raimundo Nonato	Captação d'água de Coronel José Dias - Comunidade Onça, na margem esquerda.
14	-	-	Conceição do Canindé	No lago da Barragem Pedra Redonda

Os tipos de ensaios realizados durante o monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios superficiais e subterrâneos da Bacia do Alto Piauí, foram acordados com a

SEMAR-PI, de acordo com os objetivos do estudo, sendo que todos foram analisados no laboratório central da CAGECE em Fortaleza, a partir de uma operação logística complexa que permitiu a coleta em campo, transporte para Fortaleza e análise laboratorial imediata em menos de 24 horas após coletadas as amostras.

Foram então contratados junto à CAGECE a realização dos seguintes ensaios:

- *Grupo Físico-químico:* Alcalinidade, Amônia, Cálcio, Cloretos, Condutividade, Cor, Dureza, Ferro, Magnésio, Nitratos, Nitritos, Oxigênio Dissolvido, pH, Potássio, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfatos e Turbidez.
- *Grupo Bacteriológico e Hidrobiológico:* DBO, Coliformes Totais, Coliformes Fecais.

Em 1 única amostra, para o açude Petrônio Portela, foi feito ensaio de Clorofila A e Cianotoxinas e Identificação e Contagem de Fitoplâncton.

Foram realizados também ensaios de fósforo (total e nutrientes) e de manganês, conforme recomendação da SEMAR-PI. Entretanto, os técnicos da CAGECE recomendaram que ao invés de fósforo total fosse feito o ensaio de ortofosfato por ser essa a forma desse nutriente mais empregada pelos organismos vivos do ambiente aquático e daria uma idéia melhor do estado trófico do meio. Essa sugestão dos técnicos da CAGECE foi então aceita pela coordenação geral do estudo e fiscalização da SEMAR-PI.

3.2.2.3 Legislação vigente

A legislação estadual do Piauí é muita rica e aborda todos os aspectos de meio-ambiente e recursos hídricos, mas, como a maioria dos estados brasileiros, não enquadrava ainda os seus corpos hídricos em classes de usos e nem fixou os parâmetros de qualidade para o seu enquadramento. A seguir apresentam-se os artigos, pertinentes ao presente estudo, da legislação estadual.

A Lei Estadual nº 4.854, de 10 de Julho de 1996 dispõe sobre a Política de Meio Ambiente do Estado do Piauí, e dá outras providências.

“Art. 3 - A política ambiental do Piauí tem por objetivos possibilitar:

V - A utilização adequada do espaço territorial e dos recursos hídricos destinados para fins urbanos e rurais mediante a uma criteriosa definição de uso e ocupação, normas de projetos, implantação, construção e técnicas ecológicas de manejo, conservação e preservação, bem como tratamento e disposição final de resíduos e efluentes de qualquer natureza;

Art. 6 - Ao Piauí, no exercício de suas competências constitucionais e legais relacionadas com o meio ambiente, incumbe mobilizar e coordenar suas ações e recursos humanos, financeiros, materiais, técnicos e científicos, bem como a participação da população na consecução dos objetivos estabelecidos nesta lei, devendo:

VII - Estabelecer diretrizes específicas para a proteção de mananciais hídricos, através de planos de uso e ocupação de áreas de drenagem de bacias e sub-bacias hidrográficas;

VIII - Estabelecer normas, padrões de qualidade ambiental para aferição e monitoramento dos níveis de poluição e contaminação do solo, atmosférica, hídrica e acústica, dentre outros;

Art. 9 - o Piauí, através da Secretaria Estadual de Meio Ambiente, adotará todas as medidas legais e administrativas necessárias à preservação ambiental de qualquer origem e natureza.

§1º - Para os efeitos do disposto neste artigo, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos:

XIII - Estabelecerá normas e padrões de qualidade ambiental inclusive fixando padrões de emissão e condições de lançamento e disposição para resíduos rejeitos e efluentes de qualquer natureza;

Art. 22 - Os órgãos e entidades responsáveis pela operação dos sistemas de abastecimentos públicos de água deverão adotar as normas e o padrão da potabilidade da água estabelecidos pela legislação federal e complementares pela legislação estadual.

Art.26 - Os esgotos sanitários deverão ser coletados, tratados e receber destinação adequada, de forma a se evitar contaminação de qualquer natureza.

Art. 29 - A coleta, transporte, tratamento e disposição final do lixo processar-se-ão em condições que não tragam malefícios ou inconvenientes à saúde, ao bem estar público ou ao meio ambiente."

A Lei Estadual nº 5.165, de 17 de Agosto de 2000 dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.

"Art. 5 - Os Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas têm por objetivo fundamentar e orientar a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, contemplando os seguintes aspectos:

VI - proposta de enquadramento dos corpos de águas em classes de uso preponderante, com as metas respectivas;

Art. 7 - O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, a ser proposto em conformidade com os planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas, visa a:

I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;

II - diminuir os custos de combate à poluição da água, mediante ações preventivas permanentes.

Art. 8 - As classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental.”

No presente estudo, tendo em vista a ausência de uma legislação estadual mais específica sobre o enquadramento dos corpos hídricos do estado em classes de usos, procurou-se comparar os parâmetros pesquisados e disponíveis pelas estações de qualidade de água com os limites estabelecidos na Resolução do CONAMA nº 357/2005, de forma a balizar as análises das coletas e medições.

A Resolução CONAMA de nº 357, de 17 de Março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Conforme mencionado anteriormente, o estado do Piauí ainda possui uma boa qualidade de suas águas. Portanto, a título de análise, optou-se por enquadrar suas águas como sendo Doces de Classe 1, de melhor qualidade com usos menos exigentes e que podem ser destinadas a:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Vale ressaltar que a grande maioria dos rios/riachos do estado do Piauí são de caráter intermitente, a maior parte do ano ficam secos, o que impossibilita uma análise mais acurada de suas vazões a nível diário, por exemplo, deve-se ter muito cuidado no emprego de expressões do tipo vazões de permanência, garantias e vazões mínimas com duração de 7 dias com recorrência de 10 anos ($Q_{7,10}$).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que as águas doces de classe 1 deverão observar as seguintes condições e padrões dos parâmetros pesquisados:

Quadro 3.4 – Condições e padrões a observar pelas águas doces de classe 1 segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005

Parâmetros	Padrões - Águas Doces - Classe I
Temperatura (°C)	-
pH (-)	entre 6,0 e 9,0
Turbidez (UNT)	até 40 UNT
Condutividade Elétrica (µS/cm)	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/L N)	3,7 mg/L para pH<7,5 2,0 mg/L para 7,5<pH<8,0 1,0 mg/L para 8,0<pH<8,5 0,5 mg/L para pH>8,5
Nitrato (mg/L N)	10,0 mg/L N
Nitrito (mg/L N)	1,0 mg/L N
DBO 5 dias a 20°C (mg/L O ₂)	até 3,0 mg/L O ₂
DQO (mg/L O ₂)	-
OD (mg/L O ₂)	não inferior a 6,0 mg/L O ₂
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	-
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	até 200 NMP/100ml

A seguir apresentam-se os resultados de todas as medições de cada uma das estações monitoradas pela Agência Nacional de Águas - ANA, os itens que ficaram fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 estão marcados em vermelho.

3.2.2.4 Características das estações de medição e séries de registros disponíveis

Estação 34060000 - Ribeiro Gonçalves

A estação 34060000 possui 48 medições de qualidade da água, sendo a sua primeira coleta em 15/01/1977 e a última em 21/10/2006, vale ressaltar que durante os anos de 1985 a 1991 não houve medição, assim, foram na média 2 (duas) coletas por ano.

Esta estação situa-se no rio Parnaíba, na sede do município de Ribeiro Gonçalves. Possui uma área de contribuição de 32.700 km² e devido a sua localização, esta estação é bem representativa da região hidrográfica do Alto Parnaíba.

Estação 34090000 - Fazenda Bandeira

A estação 34090000 possui 36 medições de qualidade da água, sendo a sua primeira coleta em 14/01/1977 e a última em 20/10/2006, vale ressaltar que durante os anos de 1980 a 1991 e 1994 a 1998 não houve medição, assim, foram na média 3 (três) coletas por ano.

Esta estação situa-se no rio Urucui Preto, a aproximadamente 15 km da sua foz no rio Parnaíba, no município de Urucui. Possui uma área de contribuição de 14.700 km² e devido a sua localização, esta estação é bem representativa da região hidrográfica do rio Urucui, que inclui as sub-bacias do riacho Estiva e do rio Corrente.

Estação 34270000 - Barra do Lance

A estação 34270000 possui 22 medições de qualidade da água, sendo a sua primeira coleta em 24/03/1999 e a última em 19/10/2006, assim, foram na média 3 (três) coletas por ano.

Esta estação situa-se no rio Gurguéia, a aproximadamente 59 km da sua foz no rio Parnaíba, no município de Jerumenha. Possui uma área de contribuição de 48.400 km² e devido a sua localização, esta estação é bem representativa da região hidrográfica do rio Gurguéia, que inclui as sub-bacias do riacho Esfolado, riacho do Santana, rio Curimatá e rio Paraim.

Estação 34311000 - Barão de Grajaú

A estação 34311000 possui 54 medições de qualidade da água, sendo a sua primeira coleta em 10/07/1985 e a última em 18/10/2006, vale ressaltar que durante os anos de 1990 a 1991 e 1997 não houve medição, assim, foram na média 3 (três) coletas por ano.

Esta estação situa-se no rio Parnaíba, na sede do município de Barão de Grajaú-MA / Floriano-PI, entre a foz do rio Gurguéia e Itaveira. Possui uma área de contribuição de 140.240 km² e devido a sua localização, esta estação é bem representativa da região hidrográfica do Médio Alto Parnaíba.

Estação 34600000 - Francisco Ayres

A estação 34600000 possui 13 medições de qualidade da água, sendo a sua primeira coleta em 27/03/1999 e a última em 14/07/2006, assim, foram na média 2 (duas) coletas por ano.

Esta estação situa-se no rio Piauí, a aproximadamente 71 km da sua foz no rio Parnaíba, no município de Francisco Ayres. Possui uma área de contribuição de 73.900 km² e devido a sua localização, esta estação é bem representativa da região hidrográfica do rio Piauí, que inclui as sub-bacias do rio Canindé, rio Itaim, rio Mucaítá, rio Salinas, riacho Terra Nova e riacho Cajazeiras.

Estação 34690000 - Teresina

A estação 34690000 possui 37 medições de qualidade da água, sendo a sua primeira coleta em 30/09/1992 e a última em 29/09/2006, vale ressaltar que durante o ano de 1997 não houve medição, assim, foram na média 3 (três) coletas por ano.

Esta estação situa-se no rio Parnaíba, na sede do município de Teresina, pouco a montante da foz do rio Poti. Possui uma área de contribuição de 270.000 km² e devido a sua localização, esta estação é bem representativa da região hidrográfica do Médio Baixo Parnaíba.

Estação 34789000 - Fazenda Cantinho II

A estação 34789000 possui 32 medições de qualidade da água, sendo a sua primeira coleta em 30/09/1992 e a última em 30/09/2006, vale ressaltar que durante os anos de 1994 e 1996 a 1997 não houve medição, assim, foram na média 3 (três) coletas por ano.

Esta estação situa-se no rio Poti, a aproximadamente 41 km da sua foz no rio Parnaíba, no município de Teresina. Possui uma área de contribuição de 50.000 km² e devido a sua localização, esta estação é bem representativa da região hidrográfica do rio Poti, que inclui as sub-bacias do rio Berlingas, rio Sambito, rio São Nicolau, rio Capivara, rio Macambira e riacho do Meio.

Estação 34879500 - Luzilândia

A estação 34879500 possui 49 medições de qualidade da água, sendo a sua primeira coleta em 16/07/1985 e a última em 25/07/2006, vale ressaltar que durante o ano de 1990 a 1991 e 1997 não houve medição, assim, foram na média 3 (três) coletas por ano.

Esta estação situa-se no rio Parnaíba, na sede do município de Luzilândia, a aproximadamente 130 km da sua foz no Oceano Atlântico. Possui uma área de contribuição de 322.823 km² e devido a sua localização, esta estação é bem representativa da região hidrográfica do Baixo Parnaíba.

Bacia do Alto Piauí / Alto Canindé

As análises laboratoriais determinam se a água é própria ou não para o consumo, atendendo aos requisitos exigidos pela Portaria de 25 de Março de 2004. Regulamento Técnico emitido pelo Ministério da Saúde que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de

potabilidade. Bem como a Resolução nº 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluente.

As metodologias empregadas para análise dos principais parâmetros de qualidade de água dos mananciais da bacia do Alto Piauí / Canindé são apresentadas no quadro seguinte.

Quadro 3.5 – Metodologia das Análises de Qualidade da Água

Parâmetros	Metodologia das Análises
Turbidez	Nefelometria
Cor Aparente	Comparação visual
Odor	Análise Sensorial
pH	Potenciometria
Alcalinidade - Hidróxidos	Titrimetria Ácido - Base
Alcalinidade - Carbonatos	Titrimetria Ácido - Base
Alcalinidade - Bicarbonatos	Titrimetria Ácido - Base
Dureza	Titrimetria com EDTA
Cálcio	Titrimetria com EDTA
Magnésio	Titrimetria com EDTA
Condutividade	Condutimetria
Cloreto	Titrimetria / Argentometria
Sulfato	Esopectofotometria
Ferro Total	Esopectofotometria / Ortofenantrolina
Sódio	Fotometria de chama
Potássio	Fotometria de chama
Nitrito	Espectrofotometria / Diazotização
Nitrato	Espectrofotometria / Brucina
Amônia	Espectrofotometria / Nesslerização
Alumínio	Espectrofotometria / Eriocromo cianina
Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimetria
Manganês	Espectrofotometria
DBO	Titrimetria
DQO	Refluxo aberto / Titrimetria
Ortofosfato	Ácido Ascórbico
Oxigênio Dissolvido	Titrimetria
Coliformes Totais	Substrato Cromogênico
Escherichia coli	Substrato Cromogênico

O quadro seguinte a seguir apresenta o sumário das análises laboratoriais do ponto de monitoramento 01, ponto representativo da qualidade da água da bacia hidrográfica do Alto Piauí.

- Ponto 01: Açude Petrônio Portela;

- Local de Coleta: Açude Petrônio Portela - Piauí;
- Ponto de Amostragem: Açude Petrônio Portela - Piauí;
- Data e hora da coleta: 24/04/05 às 14:33hs;
- Área de Drenagem do Açude Petrônio Portela = 7.269 Km².

Quadro 3.6 – Análise Físico-Química/Bacteriológica do Açude Petrônio Portela

Parâmetros	Resultados	Resolução CONAMA nº 357/05 Água de Classe 1	Portaria nº 518/04 M.S. V.M.P.	Unidades
Turbidez	13,8	40	5	uT
Cor Aparente	110,0	NE	15	uH
Odor	Não objetável	Virtualmente ausente	Não objetável	
pH	7,52	6,0 a 9,0	6,0 a 9,5	
Alcalinidade - Hidróxidos	Ausente	NE	NE	mg CaCO ₃ /L
Alcalinidade - Carbonatos	Ausente	NE	NE	mg CaCO ₃ /L
Alcalinidade - Bicarbonatos	71,8	NE	NE	mg CaCO ₃ /L
Dureza	75,1	NE	500	mg CaCO ₃ /L
Cálcio	17,0	NE	NE	mg Ca/L
Magnésio	7,8	NE	NE	mg Mg/L
Condutividade	254	NE	NE	µS/cm
Cloreto	36,4	250	250	mg Cl ⁻ /L
Sulfato	7	250	250	mg SO ₄ ²⁻ /L
Ferro Total	0,4	NE	0,3	mg Fe/L
Sódio	18,0	NE	200	mg Na/L
Potássio	8,2	NE	NE	mg k/L
Nitrito	Traços	1	1	mg N-NO ₂ ⁻ /L
Nitrato	1,0	10	10	mg N-NO ₃ ⁻ /L
Amônia	0,4	2,0	1,5	mg N-NH ₃ ⁻ /L
Alumínio	0,01	0,1	0,2	mg Al/L
Sólidos Dissolvidos Totais	179,0	500	1000	mg/L
Manganês	0,32	0,1	0,1	mg Mn/L
DBO	18,4	<= 3	NE	mg O ₂ /L
DQO	58,9	NE	NE	mg O ₂ /L
Ortofosfato	0,04	NE	NE	mg P-PO ₄ ⁻ /L
Oxigênio Dissolvido	4,7	>= 6	NE	mg O ₂ /L
Coliformes Totais	NMP < 2.419,2 em 100 ml	NMP < 5000 em 100 ml		
Escherichia coli	NMP < 29,5 em 100 ml	NMP <= 1000 em 100 ml		

O quadro seguinte a seguir apresenta o sumário das análises laboratoriais do ponto de monitoramento 14, ponto representativo da qualidade da água da bacia hidrográfica do Alto Canindé.

- Ponto 14: Açude Pedra Redonda;
- Local de Coleta: Açude Pedra Redonda - Conceição do Canindé - Piauí;
- Ponto de Amostragem: Açude Pedra Redonda - Conceição do Canindé - Piauí;
- Data e hora da coleta: __/__/__ às __: __hs;
- Área de Drenagem do Açude Pedra Redonda = 3.409 km².

Quadro 3.7 – Análise Físico-Química/Bacteriológica do Açude Pedra Redonda

Parâmetros	Resultados	Resolução CONAMA nº 357/05 Água de Classe 1	Portaria nº 518/04 M.S. V.M.P.	Unidades
Turbidez	0,9	40	5	uT
Cor Aparente	15,0	NE	15	uH
Odor	Não objetável	Virtualmente ausente	Não objetável	
pH	8,22	6,0 a 9,0	6,0 a 9,5	
Alcalinidade – Hidróxidos	Ausente	NE	NE	mg CaCO ₃ /L
Alcalinidade - Carbonatos	Ausente	NE	NE	mg CaCO ₃ /L
Alcalinidade- Bicarbonatos	58,1	NE	NE	mg CaCO ₃ /L
Dureza	76,0	NE	500	mg CaCO ₃ /L
Cálcio	16,7	NE	NE	mg Ca/L
Magnésio	8,2	NE	NE	mg Mg/L
Condutividade	264	NE	NE	µS/cm
Cloreto	38,4	250	250	mg Cl ⁻ /L
Sulfato	7	250	250	mg SO ₄ ²⁻ /L
Ferro Total	0,1	NE	0,3	mg Fe/L
Sódio	19,8	NE	200	mg Na/L
Potássio	6,0	NE	NE	mg K/L
Nitrito	Traços	1	1	mg N-NO ₂ ⁻ /L
Nitrato	ND	10	10	mg N-NO ₃ ⁻ /L
Amônia	0,3	2,0	1,5	mg N-NH ₃ ⁻ /L
Sólidos Dissolvidos Totais	166,0	500	1000	mg/L
DBO	11,5	<= 3	NE	mg O ₂ /L
Ortofosfato	ND	NE	NE	mg P-PO ₄ ³⁻ /L
Oxigênio Dissolvido	7,8	>= 6	NE	mg O ₂ /L
Coliformes Totais	NMP 613,1 em 100 ml	NMP < 5000 em 100 ml		
Escherichia coli	NMP < 1,0 em 100 ml	NMP <= 1000 em 100 ml		

3.2.2.5 Conclusões

Apresentam-se no quadro seguinte as conclusões das análises de qualidade da água das 8 (oito) estações pesquisadas, sempre levando em consideração os padrões de Águas Doces - Classe 1.

Observa-se que o corpo hídrico que apresentou a melhor qualidade de suas águas foi o rio Gurguéia (34270000 Barra do Lance). Enquanto que o rio Parnaíba em Teresina e Luzilândia apresenta problemas de pH, Turbidez, OD e Coliformes.

As estações que apresentaram melhor qualidade de suas águas foram 34090000, 34270000 e 34600000 por não se situarem nas proximidades de cidades, como é caso das estações 34060000 (sede municipal de Ribeiro Gonçalves), 34311000 (sede municipal de Barão de Grajaú e Floriano), 34690000 e 34789000 (sede municipal de Teresina) e 348795000 (sede municipal de Luzilândia)

Quadro 3.8 – Tabela resumo, indica se os parâmetros medidos (na média) estão dentro dos padrões do CONAMA, tomando como unidade de referência a bacia hidrográfica que se situa a estação

Parâmetros	34060000 Alto Parnaíba	34090000 Urucui	34270000 Gurguéia	34311000 Médio Alto Parnaíba	34600000 Piauí / Canindé	34690000 Médio Baixo Parnaíba	34789000 Poti	34879500 Baixo Parnaíba
Temperatura (°C)	---	---	---	---	---	---	---	---
pH (-)	FORA	FORA	OK!	FORA	OK!	FORA	OK!	FORA
Turbidez (UNT)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	FORA	FORA	OK!
Condutividade Elétrica (µS/cm)	---	---	---	---	---	---	---	---
Nitrogênio Amoniacal (mg/L N)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
Nitrato (mg/L N)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
Nitrito (mg/L N)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
DQO (mg/L O ₂)	---	---	---	---	---	---	---	---
DBO 5 dias a 20°C (mg/L O ₂)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
OD (mg/L O ₂)	FORA	OK!	OK!	OK!	FORA	OK!	OK!	FORA
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	OK!	OK!	OK!	FORA	OK!	FORA	FORA	FORA

Legenda: OK! - dentro dos padrões da resolução CONAMA nº357/2005, Águas Doces - Classe I
FORA - fora dos padrões da resolução CONAMA nº357/2005, Águas Doces - Classe I

A região hidrográfica do Alto Piauí, aqui representada pela qualidade da água superficial do reservatório da barragem de Petrônio Portela, apresentou também boa qualidade de suas águas, conforme apresentado no Quadro 3.6.

No geral, o estado do Piauí apresenta boa qualidade de suas águas, com apenas problemas pontuais devido as concentrações urbanas.

Tendo em conta a atual escassez de elementos e o previsível incremento futuro da utilização dos corpos hídricos como disposição final dos efluentes domésticos/industriais, faz-e necessário, desde já, implementar e ampliar as redes de monitoramento da qualidade de água, principalmente as que servem para abastecimento público. Assim como, implementar a capacitação técnica e institucional e atuação dos órgãos gestores da água e do meio ambiente.

3.3. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

3.3.1. Enquadramento Geral

Contexto geológico

A geologia do Estado, apresentada na figura seguinte, pode ser dividida em duas grandes províncias: a grande bacia sedimentar do Parnaíba (Maranhão/Piauí) e as rochas cristalinas e metamórficas. A primeira recobre cerca de 85% do Estado e é constituída de litologias diversas e de rochas que vão desde o Paleozóico Inferior (Siluriano) ao Mesozóico Superior (Cretáceo). A segunda é originária do Pré-Cambriano e Cambro-Ordoviciano, aparecendo em estreita faixa no sudeste do Estado, cobrindo, aproximadamente, 15% de sua área total.

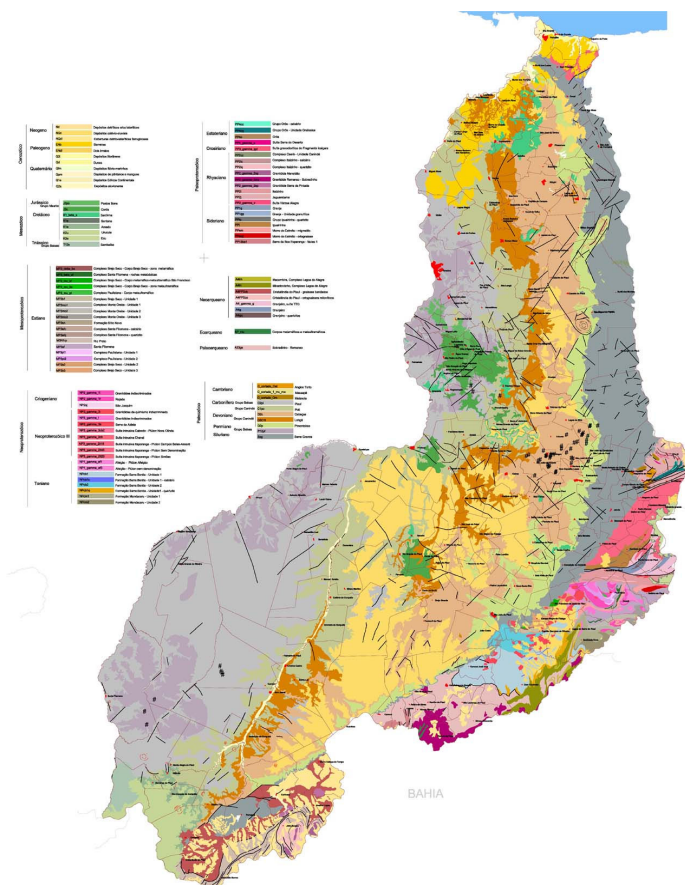


Figura 3.3 – Carta geológica do Piauí

Principais unidades hidrogeológicas

No estado do Piauí ocorrem dois tipos de litologia distintas que devem ser tratadas separadamente, sob o ponto de vista hidrogeológico:

- Rochas cristalinas associadas a aquíferos fissurais;
- Sedimentos componentes da Bacia Sedimentar do Parnaíba associados a aquíferos porosos.

Na figura seguinte são apresentados os principais sistemas aquíferos do Piauí.

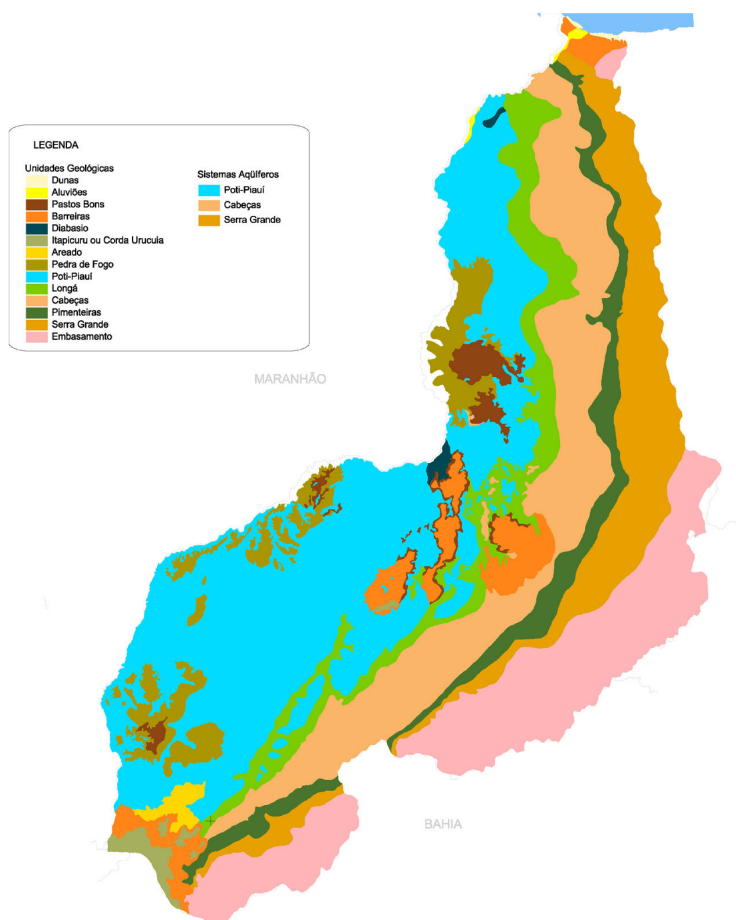


Figura 3.4 – Principais sistemas aquíferos

Rochas Cristalinas (Aquíferos Fissurais): São, no geral, constituídas de associações de gnaisses, migmatitos e rochas do complexo metamórfico (anfíbolitos e metabasitos), calcários e quartzitos. Essas rochas têm normalmente reduzida capacidade de armazenar e produzir água, quando comparadas às possibilidades dos terrenos sedimentares.

Rochas Sedimentares (Aquíferos Porosos): Constitui a principal província hidrogeológica do Nordeste, em função da sua aptidão em armazenar e liberar grandes quantidades de água. De entre as várias unidades hidroestratigráficas da Bacia Sedimentar do Parnaíba, destacam-se as mais importantes: Aquífero Serra Grande; Aquífero Cabeças; Sistema Aquífero Poti/ Piauí.

O Aquífero Serra Grande é considerado como o melhor aquífero da região. Aflora nas bordas leste e sul da bacia, limitando-se com o embasamento impermeável, numa área total de aproximada 31.650 km², com variações de espessuras de 50 e 1.000m.

O Aquífero Cabeças é o segundo sistema aquífero em importância na bacia. Com uma extensa área de exposição, ocupa a faixa central do Estado e possui uma espessura média em torno de 250 m. Apresenta permeabilidade alta e elevada produção de água com mecanismos surgentes em grandes áreas.

O Sistema Aquífero Poti/Piauí recobre a maior parte do Estado, prevalecendo acentuadamente na parte oeste com uma área total de 92.250 km², ocupando quase 30% da área total da bacia do Parnaíba. Poços perfurados pela Petrobras mostram espessuras do sistema Poti/Piauí de aproximadamente 530 m.

Cadastro de poços

Estão atualmente recenseados no Piauí cerca de 23 000 poços particulares e públicos, dos quais mais de 15 000 em operação. A proporção entre poços particulares e públicos é de aproximadamente 2 para 1.

A maior parte dos poços cadastrados (cerca de 21 000) encontra-se em aquíferos porosos, contra apenas cerca de 2 000 em aquíferos fissurais.

Mais de 70% dos poços apresentam vazões entre 1 e 10 L/s.

Cerca de metade dos poços é utilizada para abastecimento humano e animal e outra metade para fins múltiplos. Com a expansão da rega, espera-se que a utilização de água de furos abertos em aquíferos porosos aumente significativamente – e tem potencial para isso.

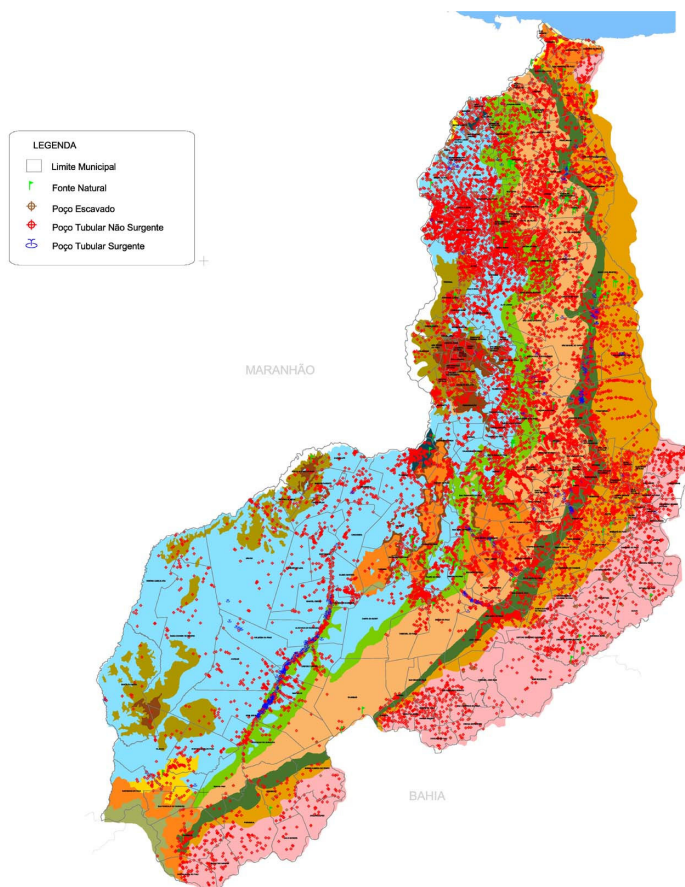


Figura 3.5 – Localização dos poços recenseados

3.3.2. Avaliação Quantitativa dos Principais Aquíferos do Piauí

As Reservas Permanentes são constituídas pelas águas de saturação e pelas águas acumuladas sob pressão, estimando-se o seu volume em 2 118 km³, para os quais contribui significativamente o Sistema Serra Grande com 1 126 km³, ou seja 53% do total. Estas reservas repartem-se pelos principais aquíferos da seguinte forma:

- Poti-Piauí – 657 km³/ano;
- Cabeças– 335 km³/ano;
- Serra Grande– 1 126 km³/ano.

A Reservas Reguladoras ou Renováveis, consideradas iguais às Recargas decorrentes dos aportes sazonais de água superficial, do escoamento subterrâneo e dos exutórios, são estimadas em 14,5 km³/ano, para a totalidade do Estado, repartidos da seguinte forma:

- Poti-Piauí – 9,76 km³/ano;

- Cabeças– 3,67 km³/ano;
- Serra Grande– 1,08 km³/ano.

Quanto à Potencialidade dos aquíferos, entendida como o volume total acumulado na zona de saturação e sujeito á extração, que na prática corresponde ás suas Reservas Totais, é estimada em 2 132 km³/ano, repartindo-se da seguinte forma:

- Poti-Piauí – 667 km³/ano;
- Cabeças– 339 km³/ano;
- Serra Grande– 1 127 km³/ano.

A potencialidade dos sistemas aquíferos encontra-se representada na figura seguinte.

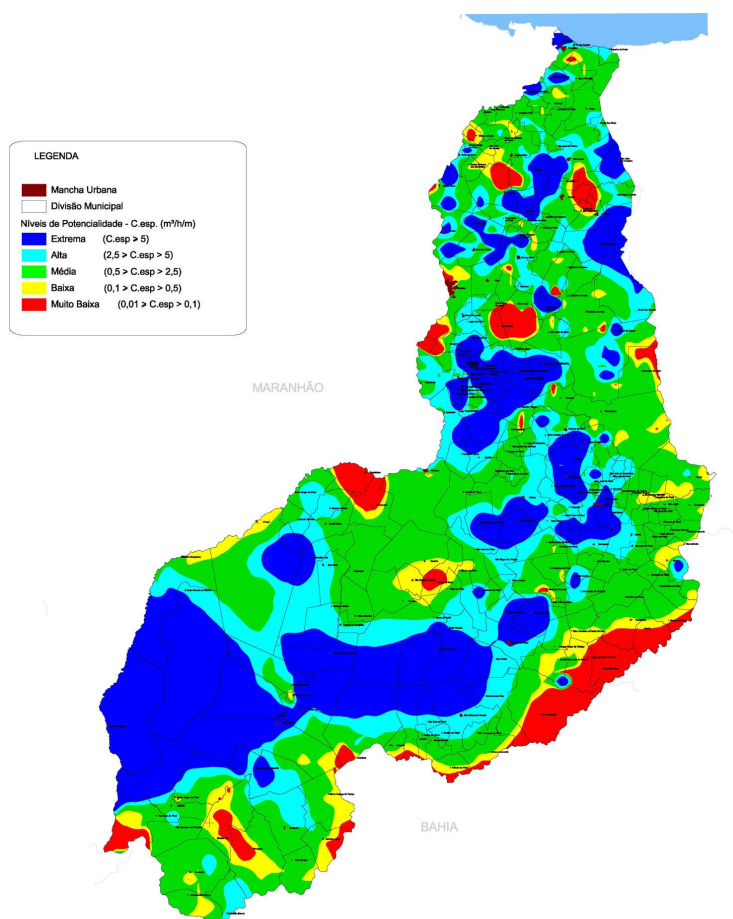


Figura 3.6 – Áreas potenciais das águas subterrâneas

A Reserva Explotável, parcela máxima da Potencialidade que pode ser aproveitada anualmente, correspondendo à vazão anual que pode ser extraída do aquífero ou do sistema

aquífero, sem que se produza um efeito indesejável de qualquer ordem, é estimada em cerca de 7 km³/ano.

No entanto, este volume não pode ser adicionado à disponibilidade superficial, pois esta inclui o valor da disponibilidade subterrânea, que representa parte do escoamento de base dos rios. A água subterrânea retirada em um determinado ponto implica uma redução da contribuição do aquífero para o rio e, conseqüentemente, a diminuição da água disponível no rio.

3.3.3. Uso da Água

O uso das águas dos aquíferos fissurais tem destaque para o abastecimento humano e animal, o que não ocorre para a agricultura, que talvez devido às vazões baixas estas águas sejam reservadas para os usos mais essenciais.

Quadro 3.9 - Principais usos das águas dos poços

Uso da Água	Aquíferos Fissurais		Aquíferos Porosos	
	Nº de Poços	Frequência (%)	Nº de Poços	Frequência (%)
Abastecimento Humano	455	30,72%	6 367	39,86%
Abastecimento Animal	79	5,33%	334	2,09%
Agricultura	13	0,88%	791	4,95%
Usos Múltiplos/outros	934	63,07%	8.480	53,09%
Total	1 481	100,00%	15 972	100,00%

No caso dos aquíferos porosos o abastecimento humano aparece como principal uso, entretanto, o uso para a atividade agrícola já aparece com mais frequência, dado a maior disponibilidade de água nestes reservatórios.

3.3.4. Qualidade das águas subterrâneas

A qualidade da água subterrânea do Piauí, apresentada na figura seguinte, depende significativamente das características do aquífero.

A água proveniente de aquíferos fissurais, no cristalino, tende a ter salinidade significativa. Pode dizer-se que dos 2000 poços identificados nestes aquíferos, cerca de 1/3 tem água doce, 1/3 salobra e 1/3 salgada.

Em termos sanitários, o risco de contaminação de 40% dos poços em aquíferos fissurais é considerada elevada.

A água proveniente de aquíferos porosos, em formações sedimentares, tende a ter menores salinidades, embora ocasionalmente se possam observar valores significativamente superiores. Pode dizer-se que dos 21 000 poços identificados, cerca de 85% tem água doce, 13% salobra e 2% salgada.

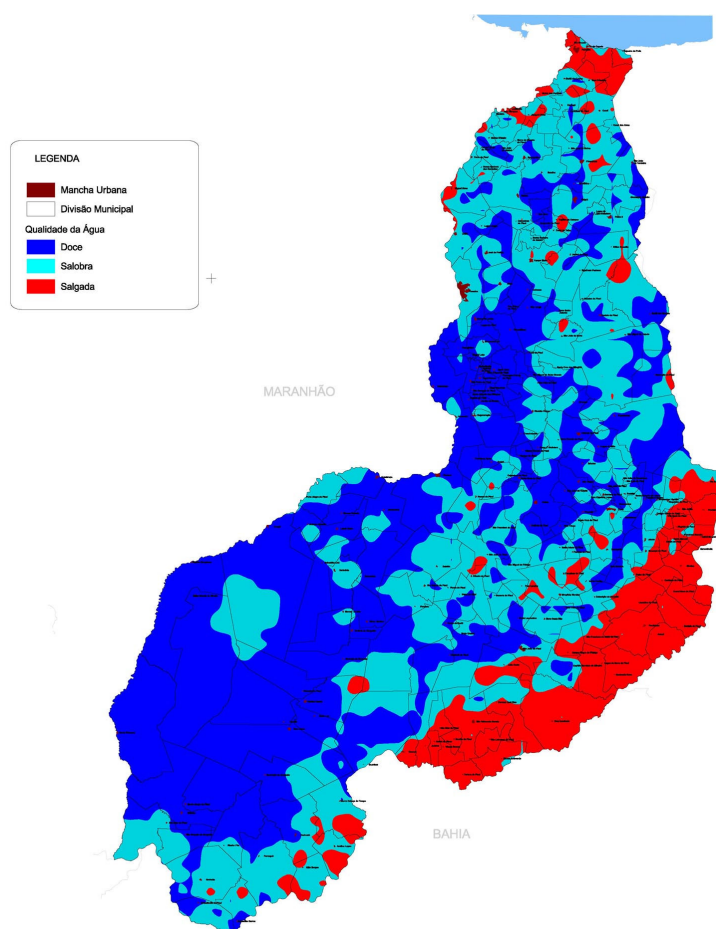


Figura 3.7 – Qualidade das águas subterrâneas

Em termos sanitários, o risco de contaminação de 30% dos poços em aquíferos porosos pode ser considerada elevada. Com a intensificação da agricultura intensiva em zonas de recarga de aquíferos, os riscos de contaminação tenderão a aumentar no futuro.

3.3.5. Vulnerabilidade natural dos aquíferos

Em termos de vulnerabilidade, os aquíferos do Piauí podem dividir-se pelas seguintes classes, segundo a metodologia empírica de Foster (1987):

Em termos de vulnerabilidade, os aquíferos do Piauí podem dividir-se pelas seguintes classes, segundo a metodologia empírica de Foster (1987):

- a) Baixa: Corresponde à região onde afloram as rochas cristalinas e os sedimentos das formações Pimenteiras e Longa, com baixas condições de permeabilidade e porosidade dos litótipos, que não permitem um avanço acelerado de qualquer carga poluente.
- b) Moderada: Corresponde à região aflorante do aquífero Serra Grande, que possui boas características de armazenamento e permeabilidade, além do nível estático pouco profundo.
- c) Alta: Compreende as áreas de exposição dos sedimentos das formações Cabeças e Poti/Piauí, que possuem ótimos valores de porosidade e permeabilidade, além de terem níveis estáticos pouco profundos.

As principais fontes de contaminação identificadas são:

- As de origem industrial que têm distribuição espacial pontual e ocorrem em 30 municípios, com destaque para os Distritos Industriais de Teresina, Floriano, Picos e Parnaíba, localizadas sobre as áreas de alta vulnerabilidade.
- As de origem doméstica que também ocorrem de forma pontual em todos os municípios, já que somente Teresina e Parnaíba possuem coleta de esgoto.
- As fontes de contaminação de origem agrícola ocorrem de forma linear ao longo dos vales dos Rios Paraim e Gurgueia sendo classificado como de alto risco desde município de Riacho Frio até Jurumenha. E de forma difusa em treze municípios,

Os riscos de contaminação dos aquíferos resultam da combinação da classe de vulnerabilidade dos mesmos, com as formas de ocupação e de uso do solo.

Na figura seguinte estão representados os riscos de contaminação de aquíferos.

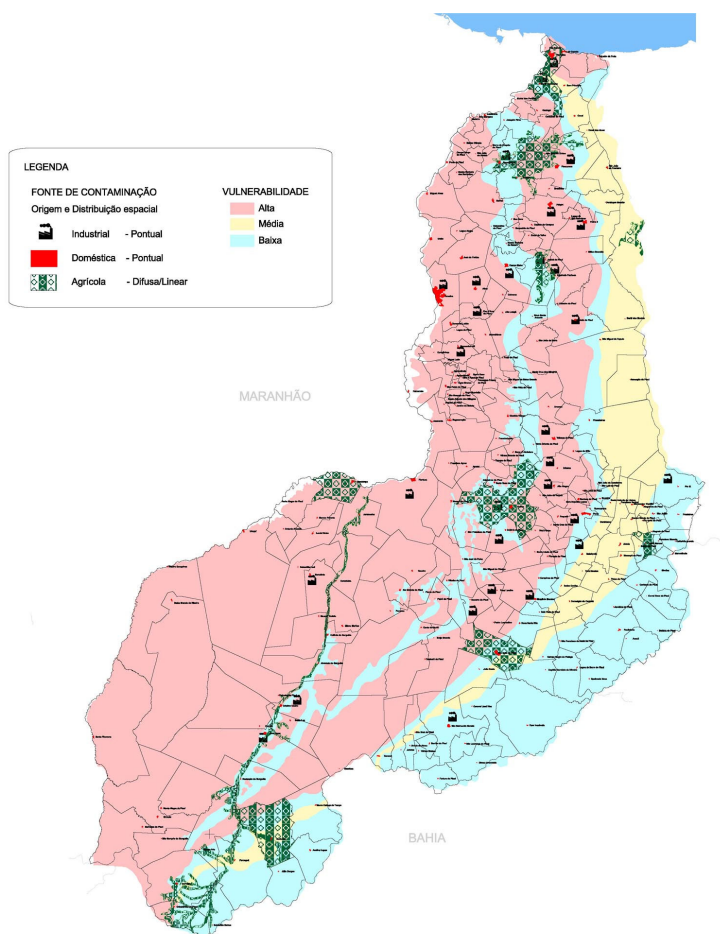


Figura 3.8 – Riscos de contaminação de aquíferos

4. DEMANDAS HÍDRICAS

4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A água apresenta-se como um recurso indispensável ao desenvolvimento econômico das sociedades e ao bem-estar social das populações de qualquer região, podendo em muitos casos revelar-se um fator condicionante desse mesmo desenvolvimento. Associado ao desenvolvimento social, econômico e ambiental das sociedades, está um significativo aumento das demandas hídricas e uma crescente competição entre os diferentes utilizadores que tornam mais gravosos os problemas resultantes do excesso ou da falta de água ou, ainda, da sua má qualidade.

Nestas condições, os processos de planejamento dos recursos hídricos requerem, para além de um rigoroso conhecimento dos recursos disponíveis numa dada região, uma adequada caracterização das demandas hídricas para cada uma das várias utilizações existentes.

Os estudos de prospeção das demandas são de extrema importância, na medida em que se constituem em um dos principais parâmetros definidores dos portes da infra-estrutura hídrica a ser implantada.

Projeções superestimadas levam a antecipar e/ou induzir a concentração de investimentos para abastecimento em escala maior do que o necessário, penalizando outras áreas que deixam de ser beneficiadas, parcial ou integralmente.

Por outro lado, definições de taxas subestimadas irão prejudicar as populações cuja qualidade e universalidade de atendimento será comprometida, podendo, inclusive, significar sérias restrições ao desenvolvimento do município ou região em que o mesmo está inserido, restringindo igualmente o seu desenvolvimento econômico.

O estudo das demandas hídricas no Piauí, realizado nesta Etapa II do Plano de Integração, teve como base os dados da fase de Diagnóstico desenvolvida anteriormente, relativamente às quais se introduziram as alterações consideradas pertinentes, dando maior ênfase aos municípios situados na fronteira seca do Estado.

4.2. RESUMO DOS ESTUDOS DA ETAPA DE DIAGNÓSTICO

4.2.1. Considerações gerais

O estudo das demandas hídricas no Piauí, realizado anteriormente na Etapa de Diagnóstico, consistiu na caracterização e quantificação das demandas hídricas atuais, bem como a sua previsão para horizontes futuros de curto (5 anos), médio (10 anos) e longo (20 anos) prazos.

Foram estimadas as demandas associadas aos vários usos consuntivos existentes no Piauí, nomeadamente:

- Abastecimento humano urbano e rural;
- Abastecimento animal;
- Abastecimento industrial;
- Irrigação.

Foram adotados os seguintes anos de referência para o estudo:

- Atual: ano 2005;
- Futuro: ano 2010 – curto prazo;
ano 2015 – médio prazo;
ano 2020 – longo prazo.

As projeções das demandas hídricas para os horizontes futuros do estudo foram realizadas segundo dois cenários de evolução diferenciados:

- Cenário Tendencial – pressupõe que não haverá mudanças substanciais nos padrões históricos verificados;
- Cenário Otimista – pressupõem alterações significativas dos padrões históricos no sentido de um crescimento mais acelerado.

4.2.2. Demanda para abastecimento humano

No abastecimento humano inclui-se a água utilizada diretamente pelas pessoas, seja para alimentação, higiene ou outras atividades nas suas habitações ou locais de trabalho ou lazer.

A água fornecida para este fim deve apresentar muito boa qualidade e ser, em geral, previamente sujeita a um processo de tratamento mais ou menos intenso, dependendo essa intensidade da qualidade da água bruta utilizada.

No presente Plano de Integração, a Demanda para Abastecimento Humano, foi subdividida em:

- Demanda Urbana: inclui todas as demandas associadas às cidades, vilas e pequenos núcleos urbanos, sejam para fins de abastecimento doméstico, comercial, público ou a pequenas indústrias servidas pela rede pública;
- Demanda Rural: refere-se à utilização da água por pessoas habitando fora dos aglomerados urbanos, em geral sem acesso a sistemas de abastecimento públicos de água.

Projeções demográficas

Foram realizadas projeções demográficas para os anos de 2005, 2010, 2015 e 2025.

Quadro 4.1 – Projeções demográficas para os principais municípios do Piauí

Bacia	2005		2010		2015		2025	
	Pop (hab)	Ind. Urb (%)	Pop (hab)	Ind. Urb (%)	Pop (hab)	Ind. Urb (%)	Pop (hab)	Ind. Urb (%)
Floriano	55 237	88	56 025	93	57 034	95	59 917	98
Parnaíba	138 853	97	144 427	100	148 521	100	155 163	100
Picos	71 975	79	74 394	84	75 940	87	79 217	90
Piripiri	61 801	76	63 738	81	65 907	83	70 881	86
Teresina	769 825	97	816 887	100	847 522	100	898 649	100
Total Estado	2 962 314	69	3 079 602	75	3 169 355	77	3 444 609	79

Quadro 4.2 – Projeções demográficas. Valores agregados por sub-bacia

Bacia	2005		2010		2015		2025	
	Pop (hab)	Ind. Urb (%)	Pop (hab)	Ind. Urb (%)	Pop (hab)	Ind. Urb (%)	Pop (hab)	Ind. Urb (%)
Alto Parnaíba	70 899	60	77 161	67	85 479	70	112 091	75
Gurgueia	190 447	58	194 504	64	194 252	67	205 869	69
Itaueira	95 011	76	94 227	82	93 410	85	94 088	89
Canindé / Piauí	648 887	52	674 121	59	694 616	62	806 309	65
Poti / Parnaíba	1 125 882	85	1 178 856	89	1 215 058	90	1 281 600	92
Longá / Parnaíba	791 399	64	820 183	70	845 541	72	902 582	75
Bacias Difusas do Litoral	39 788	52	40 549	59	40 999	63	42 071	68
Piauí	2 962 314	69	3 079 602	75	3 169 355	77	3 444 609	79

Nota: Os valores de população indicados para cada bacia referem-se apenas à parcela da mesma dentro do Estado do Piauí

Nas figuras seguintes representa-se a distribuição da população, a densidade populacional e o índice de urbanização no Piauí, relativa à situação atual.

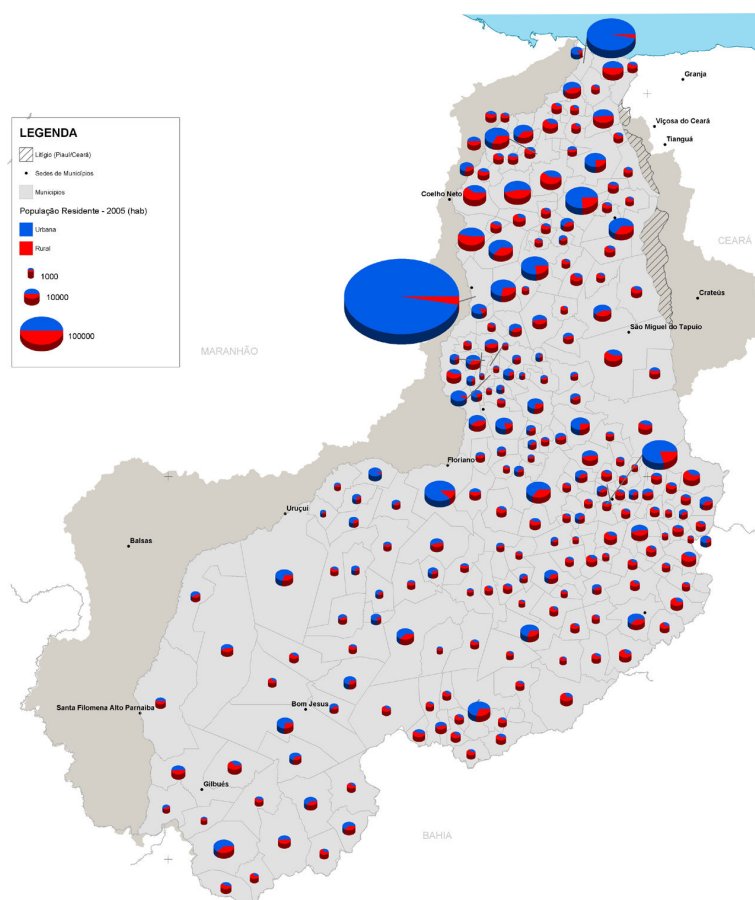


Figura 4.1 – População residente por município. Situação atual

A estimativa da população total no Estado do Piauí no ano 2005 ronda os 2 960 000 habitantes, a que corresponde a baixa densidade populacional de 11,8 hab/km². O índice de urbanização estimado atinge os 69 %.

No ano horizonte de 2025 a população total do Estado deverá rondar os 3 450 000 habitantes, a que corresponde um aumento de cerca de 21 % da população num período de 25 anos (entre 2000 e 2025).

Os resultados obtidos mostram um razoável aumento do índice de urbanização do Estado, o qual passa de 63 % em 2000 para 79 % em 2025.

As bacias mais populosas são as de Poti / Parnaíba, Longá / Parnaíba e Canindé / Piauí, nas quais se localizam alguns dos principais centros urbanos do Estado.

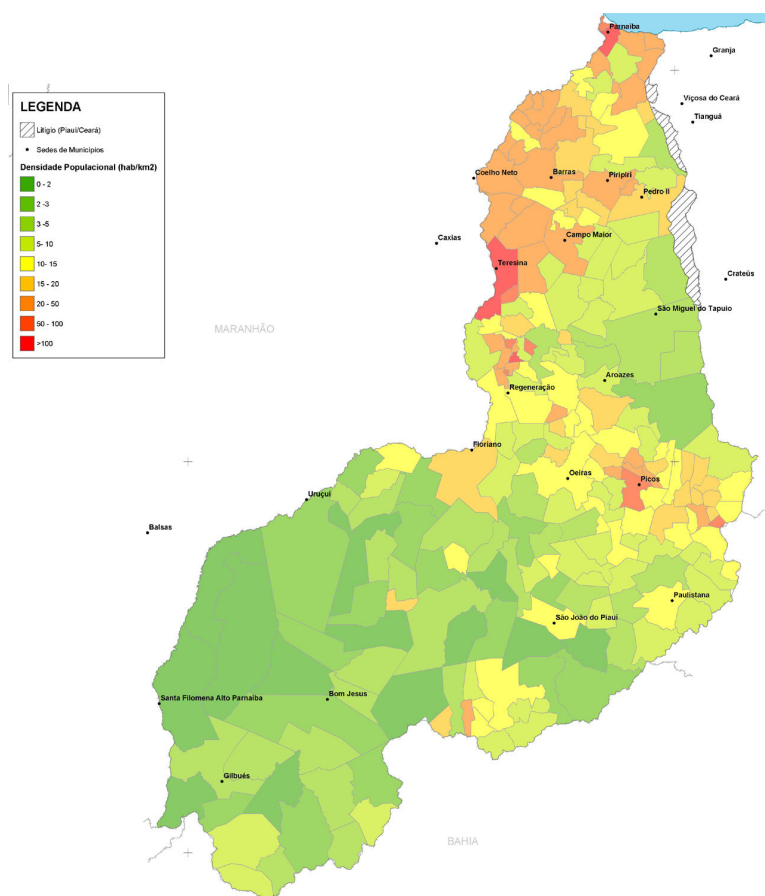


Figura 4.2 – Densidade populacional. Situação atual

Os resultados dos estudos mostram uma clara redução da população rural no Estado, a qual é consequência do processo de migração das populações para os centros urbanos.

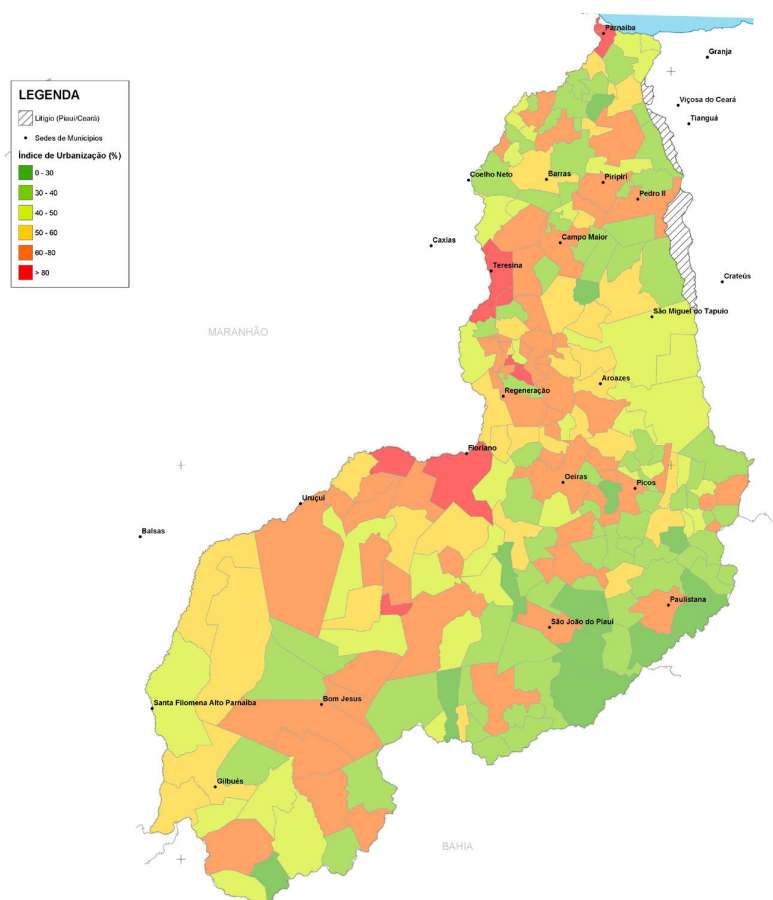


Figura 4.3 – Índice de urbanização. Situação atual

Cálculo da demanda para abastecimento humano

Em geral, as taxas médias de consumo “per capita” para abastecimento humano aumentam com a melhoria do nível de vida da população e com a dimensão do núcleo urbano em questão.

Os valores adotados no presente estudo são apresentados no quadro seguinte:

Quadro 4.3 – Capitações de consumo adotadas

Capitações (L/hab/dia)				
P<5000	5000≤P<25000	25000≤P<100000	100000≤P<500000	P ≥ 500 000
125	135	145	180	200

Quanto às capitações de consumo para a população rural, adotou-se o valor de 100 L/hab/dia.

A existência de fugas e perdas de água nos sistemas de abastecimento é inevitável, sendo praticamente impossível obter valores inferiores a cerca de 10 a 15 % da água captada.

Índices de perdas freqüentemente considerados rondam os 40 a 50 %. O valor adotado neste estudo para a situação atual foi de 40 %

Para os horizontes futuros, foram assumidos os seguintes critérios:

- Cenário Tendencial – índice de perdas constante ao longo do tempo e igual a 40 %;
- Cenário Otimista – admite uma redução gradual no índice de perdas, de 40 % em 2005 para 30 % em 2025.

As demandas para abastecimento humano, agregadas por sub-bacia, para os vários anos de referência do estudo, são apresentadas no quadro seguinte:

Quadro 4.4 – Demanda para abastecimento humano (L/s)

Bacia	Atual 2005	Cenário Tendencial			Cenário Otimista		
		2010	2015	2025	2010	2015	2025
Alto Parnaíba	140	161	182	249	156	170	165
Gurguéia	371	398	402	433	385	377	353
Itaueira	222	228	231	239	220	214	197
Canindé / Piauí	1 219	1 339	1 420	1 697	1 298	1 334	1 285
Poti / Parnaíba	3 590	3 873	4 018	4 275	3 724	3 719	3 453
Longá / Parnaíba	1 797	1 954	2 048	2 233	1 887	1 911	1 788
Bacias Difusas do Litoral	79	84	87	93	82	82	75
Piauí	7 417	8 037	8 388	9 220	7 752	7 808	7 315

A demanda atual para abastecimento humano no Piauí foi estimada em 7 417 L/s (50% desta demanda corresponde aos 5 municípios mais populosos).

Para o ano 2025, a demanda para abastecimento humano no Piauí foi estimada em 9 220 L/s, para o Cenário Tendencial, e em 7 315 L/s, para o Cenário Otimista.

A demanda futura para o Cenário Otimista é inferior à do Cenário Tendencial devido à redução do índice de perdas nos sistemas

No que respeita à distribuição da demanda pelas regiões hidrográficas do Estado, as bacias dos rios Poti / Parnaíba, Longá / Parnaíba e Canindé / Piauí apresentam os maiores valores, por abrangerem os principais centros urbanos do Estado.

4.2.3. Demanda para abastecimento animal

A pecuária apresenta grande importância no Estado do Piauí, sendo das principais atividades das populações dos meios rurais.

No Piauí predomina uma pecuária extensiva, sendo os rebanhos de bovinos e ovinos os mais numerosos, seguidos dos caprinos e dos suínos.

Os dados de base utilizados para quantificação do efetivo dos rebanhos foram obtidos na Pesquisa da Pecuária Municipal – 2004 do IBGE, disponível na Internet.

A metodologia aplicada passou pela obtenção de uma unidade hipotética correspondente aos animais de médio e grande porte: BEDA (Bovinos Equivalentes para Demanda de Água):

$$\Sigma \text{ BEDA} = \Sigma \text{ Bovinos} + \Sigma \text{ Equinos} + \Sigma \text{ Asininos} + \Sigma \text{ Muares} + (\Sigma \text{ Ovinos} + \Sigma \text{ Caprinos})/5 + \Sigma \text{ Suínos}/4.$$

A unidade BEDA tem por finalidade agregar os efetivos de vários tipos de rebanho, ponderando o consumo médio de cada espécie relativamente ao consumo de um rebanho de bovinos.

A demanda hídrica para dessedentação animal foi assim estimada a partir de dados relativos ao efetivo de rebanho animal, assumindo consumos médios diários por cabeça (50 L/dia/unidade).

No quadro seguinte apresentam-se os resultados da estimativa da demanda para abastecimento animal no Piauí, admitindo taxas de crescimento de 1 % (Cenário Tendencial) e de 2 % (Cenário Otimista) ao ano.

Quadro 4.5 – Demanda para abastecimento animal (L/s)

Bacia	Atual 2005	Cenário Tendencial			Cenário Otimista		
		2010	2015	2025	2010	2015	2025
Alto Parnaíba	69	73	76	84	76	84	103
Gurguéia	249	262	276	304	275	304	371
Itaueira	61	64	68	75	68	75	91
Canindé / Piauí	636	668	702	776	702	775	944
Poti / Parnaíba	329	346	364	402	364	401	489
Longá / Parnaíba	446	469	493	545	493	544	663
Bacias Difusas do Litoral	23	25	26	28	26	28	35
Piauí	1 814	1 907	2 004	2 214	2 003	2 212	2 696

Para a situação atual, a demanda hídrica para abastecimento animal no Estado do Piauí foi estimada em cerca de 1 800 L/s, prevendo-se, em função das projeções efetuadas para os

outros horizonte temporais do estudo, que no ano 2025 possa atingir os 2 200 L/s (Cenário Tendencial) ou 2 700 L/s (Cenário Otimista), consoante a evolução futura se venha aproximar mais de um ou de outro dos cenários traçados.

A demanda para abastecimento animal concentra-se essencialmente nas bacias hidrográficas do Canindé / Piauí, Longá / Parnaíba e Poti / Parnaíba, apresentado pelo contrário valores reduzidos na zona Sudoeste do Estado (Itaueiras e Alto Parnaíba).

4.2.4. Demanda para abastecimento industrial

O setor industrial do Estado do Piauí é ainda muito incipiente compondo se basicamente por micro e pequenas empresas dos mais variados segmentos da atividade manufatureira.

O Piauí dispõe de distritos industriais nos seus maiores municípios em termos de população: Teresina, Parnaíba, Floriano e Picos.

Para o abastecimento industrial admitiu-se que as demandas se concentravam em municípios com população urbana acima de 10 000 habitantes, correspondendo a uma percentagem da respetiva demanda urbana, variando entre 10 % (ano 2005) e 20 % (ano 2025), no caso do Cenário Tendencial, e 10 % (ano 2005) e 30 % (ano 2025), para o Cenário Otimista.

Quadro 4.6 – Demanda para abastecimento industrial no Piauí (L/s)

Ano	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
2005	504	504
2010	696	836
2015	879	1 172
2025	1 330	1 996

A demanda hídrica para abastecimento industrial no Estado do Piauí foi estimada em cerca de 500 L/s, relativamente à situação atual. Para o ano 2025 a demanda estimada ascende a 1 300 L/s, no caso do Cenário Tendencial, e a 2 000 L/s, no caso do Cenário Otimista.

4.2.5. Demanda para irrigação

A agricultura no Piauí é feita essencialmente em regime de sequeiro, havendo ainda grande margem de expansão para o aproveitamento racional do solo através do uso de irrigação.

As áreas potencialmente irrigáveis ascendem a cerca de 1 000 000 ha. Por deficiência da infra-estrutura existente e falta de pessoal qualificado apenas cerca de 3 % da área potencialmente irrigável está sendo aproveitada

Futuramente, no Piauí, com um desenvolvimento significativo da agricultura irrigada, a demanda hídrica para irrigação poderá exceder em muito as restante necessidades de água para as outras utilizações, requerendo por isso a construção de infra-estruturas de maior porte.

A estimativa da demanda hídrica para irrigação baseou-se nos dados disponíveis sobre as áreas atualmente irrigadas no Estado e em índices médios de consumo adequados à região do Nordeste do Brasil ($\approx 12\,600\text{ m}^3/\text{ha.ano} - 0,4\text{ L/s/ha}$).

Áreas irrigadas

As informações sobre as áreas atualmente irrigadas no Estado do Piauí foram obtidas essencialmente em duas fontes: o DNOCS (através da sua página na internet), com informação sobre os projetos de irrigação públicos e a Secretaria do Desenvolvimento Rural – SDR, que forneceu o levantamento atualizado das áreas irrigadas por município (incluindo projetos públicos e projetos de iniciativa privada). Estas informações foram ainda complementadas com dados recolhidos em matérias publicadas na página de internet do Governo do Piauí e na revista Item, nº 65-66.

Segundo a informação da SDR, estão atualmente sendo irrigadas áreas da ordem de 30 000 ha, distribuídas por cerca de 5 800 produtores, tendo-se verificado, desde 2002, uma taxa média de crescimento da ordem de 3,7 % ao ano.

Quadro 4.7 – Evolução da área total irrigada no Piauí (projetos públicos + privados)

Ano	Área ha	Taxa crescimento anual %
2002	27604	-
2003	29041	5.2
2004	30077	3.6
2005	30675	2.0
Taxa média de crescimento (2002 - 2005)		3.7

Do cruzamento da informação reunida, obtiveram-se as áreas irrigadas, quer em perímetros públicos, quer em aproveitamentos de iniciativa privada, desagregadas por município.

Quadro 4.8 – Projetos públicos de irrigação construídos no Piauí

Projeto	Município	Fonte abastecimento	Área (ha)		
			Irrigável	Implantada	Com produtor
Caldeirão	Piripiri	Açude Caldeirão	398	398	379
Fidalgo	Simplicio Mendes	Aquífero Serra Grande	470	311	179
Gurguéia	Alvorada do Gurguéia	Lençol subterrâneo e rio Gurguéia	5 929	1 974	1 954
Lagoas do Piauí	Luzilândia	Lagoa do Cajueiro	2 335	469	347
Platôs de Guadalupe	Guadalupe	Albufeira de Boa Esperança	14 957	2 009	650 ⁽¹⁾
Litorâneos do Piauí	Parnaíba e Buriti dos Lopes	Rio Parnaíba	8 007	2 469	2 273
Total			32 096	7 630	5 782

Fonte: DNOCS (recolhida em Março de 2006 na página da internet)

⁽¹⁾ Valor corrigido de acordo com dados apresentados na Revista ITEM nº 65-66

A área total atualmente implantada em perímetros públicos ronda os 7 600 ha, dos quais cerca de 5 800 ha estão sendo aproveitados. Tal significa que a possibilidade de expansão da área irrigada nestes perímetros é grande, dado que apenas estão sendo explorados cerca de 20 % da totalidade da área irrigável que é de cerca de 32 000 ha.

Quanto aos regadios de iniciativa privada, a área atualmente irrigada deverá rondar os 25 000 ha.

Cálculo da demanda para irrigação

A partir das áreas atualmente irrigadas foram estimadas, de acordo com os cenários de evolução estabelecidos (tendencial e otimista), as áreas irrigadas nos horizontes temporais do estudo (2010, 2015 e 2025).

Para projeção das áreas irrigadas nos horizontes futuros foi tida em atenção a existência de um pólo de desenvolvimento agropecuário no sul do Estado, Pólo Uruçuí-Gurguéia, referido no Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semi-Árida.

A maior dinamização da agricultura nos municípios abrangidos pelo pólo de desenvolvimento poderá induzir um crescimento mais acelerado das áreas exploradas com irrigação nesses municípios.

A estimativa das demandas futuras para irrigação foi realizada segundo os critérios de evolução indicados de seguida:

Cenário Tendencial:

- área irrigada nos perímetros públicos em 2025 igual a 70 % da área total irrigável nesses aproveitamentos, com crescimento linear entre a situação atual e a situação no ano 2025;
- evolução da área de irrigação privada de: 4,0 % ao ano para os municípios inseridos no pólo de desenvolvimento; e 3,5 % ao ano para os demais municípios;

Cenário Otimista:

- área irrigada nos perímetros públicos em 2025 igual a 90 % da área total irrigável nesses aproveitamentos, com crescimento linear entre a situação atual e a situação no ano 2025;
- evolução da área de irrigação privada de: 4,0 % ao ano para os municípios inseridos no pólo de desenvolvimento; e 3,5 % ao ano para os demais municípios;
- paralelamente a esta segunda condição, assumiu-se que no ano 2025, a área total irrigada por município (pública mais privada) deveria ser no mínimo de 1 000 m² por habitante rural;

O valor de 1 000 m² de área irrigada por habitante rural considerou-se ser aquele que se poderia associar à existência de boas condições de vida daquela população, permitindo a geração de renda e logo a fixação da população nos meios rurais.

No quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos da demanda total para irrigação agregados por regiões hidrográficas (sub-bacias).

Quadro 4.9 – Demanda para irrigação (L/s)

Bacia	Atual 2005	Cenário Tendencial			Cenário Otimista		
		2010	2015	2025	2010	2015	2025
Alto Parnaíba	242	645	1 053	1 891	1 029	1 815	3 388
Gurguéia	1 892	2 923	3 997	6 317	3 877	5 863	9 833
Itaueira	374	444	527	744	526	678	983
Canindé / Piauí	2 073	2 463	2 924	4 113	4 847	7 621	13 170
Poti / Parnaíba	2 194	2 605	3 094	4 365	3 531	4 868	7 543
Longá / Parnaíba	5 426	6 673	8 071	11 439	8 496	11 566	17 706
Bacias Difusas do Litoral	70	93	116	165	285	500	929
Piauí	12 270	15 846	19 784	29 033	22 591	32 911	53 552

Para a situação atual, a demanda hídrica para irrigação no Estado do Piauí foi estimada em cerca de 12 300 L/s, prevendo-se, ao nível do Cenário Tendencial, o aumento nos próximos 20 anos até cerca de 29 000 L/s.

Por sua vez, para o Cenário Otimista, bastante mais ambicioso, a demanda total para irrigação em 2025 atinge cerca de 53 500 L/s.

4.2.6. Demanda total

A partir dos resultados das demandas setoriais para cada município do Piauí, obtiveram-se os valores correspondentes à demanda hídrica total.

Nos Mapas 2, 3 e 5 apresentam-se os valores da demanda total estimada por município, para a situação atual (2005) e para o ano 2025 nas condições dos cenários tendencial e otimista.

Quadro 4.10 – Demanda hídrica total (L/s)

Bacia	Atual 2005	Cenário Tendencial			Cenário Otimista		
		2010	2015	2025	2010	2015	2025
Alto Parnaíba	456	885	1 323	2 254	1 269	2 085	3 700
Gurguéia	2 521	3 594	4 687	7 081	4 551	6 560	10 597
Itaueira	671	754	848	1 090	835	997	1 318
Canindé / Piauí	3 965	4 528	5 120	6 724	6 916	9 828	15 606
Poti / Parnaíba	6 350	7 148	7 884	9 633	8 007	9 533	12 371
Longá / Parnaíba	7 853	9 352	10 935	14 689	11 183	14 452	20 866
Bacias Difusas do Litoral	189	224	258	327	420	648	1 100
Piauí	22 006	26 486	31 055	41 797	33 181	44 103	65 559

A demanda hídrica atual no Estado do Piauí ronda os 22 000 L/s (694 hm³/ano). De acordo com os cenários de evolução concebidos, a demanda hídrica deverá atingir nos próximos 20 anos, um valor compreendido entre 1,9 e 3 vezes o valor das demandas atuais, atingindo totais da ordem dos 41 800 L/s (1 318 hm³/ano) e 65 600 L/s (2 067 hm³/ano), respetivamente para o Cenário Tendencial e para o Cenário Otimista.

No Quadro 4.11e na Figura 4.4 apresenta-se a repartição dos totais das demandas pelos vários setores usuários.

Quadro 4.11 – Demanda hídrica por tipo de utilização (L/s)

Município	Atual 2005	Cen. Tendencial 2025	Cen. Otimista 2025
Humano	7 417	9 220	7 315
Animal	1 814	2 214	2 696
Industrial	504	1 330	1 996
Irrigação	12 270	29 033	53 552
TOTAL	22 006	41 797	65 559

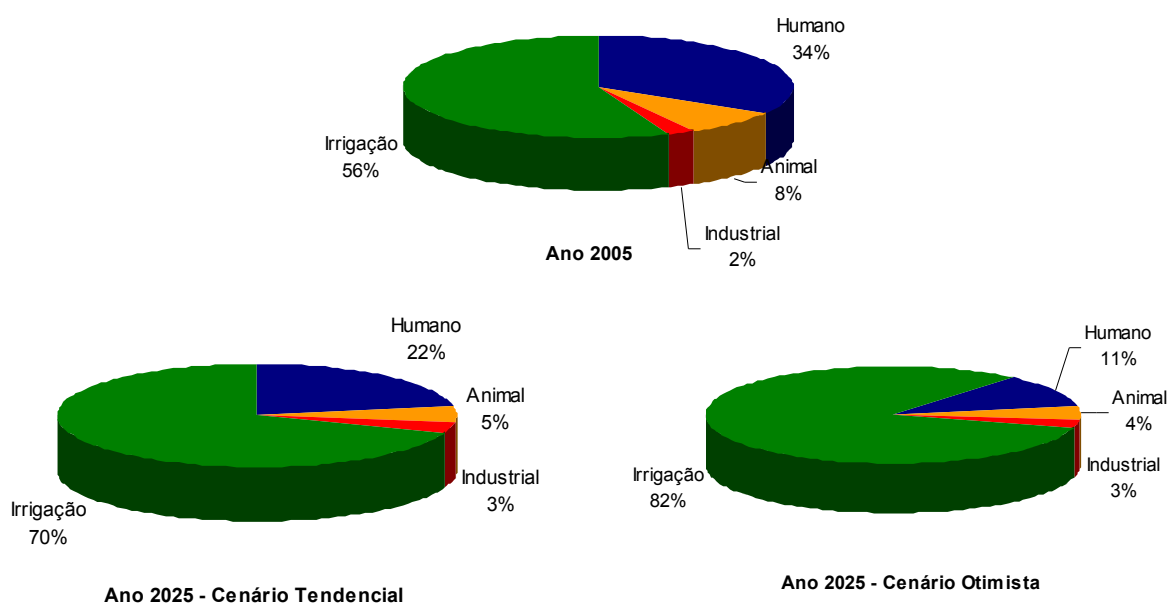


Figura 4.4 – Repartição setorial da demanda hídrica no Piauí

Verifica-se que os usos de maior demanda no Piauí são a irrigação e o abastecimento humano, respetivamente com cerca de 56 e 34% do total na situação atual. As restantes utilizações, abastecimento animal e industrial, apresentam pouco significado na demanda total, totalizando apenas cerca de 10 % daquela.

Em termos futuros, o peso da demanda para irrigação aumenta razoavelmente, atingindo os 70 % nas condições do Cenário Tendencial e perto de 80 % nas condições do Cenário

Otimista. A agricultura irrigada será sempre a grande responsável pelo aumento significativo das demandas, quer nas condições do Cenário Tendencial, quer do Cenário Otimista.

4.3. CENÁRIOS ALTERNATIVOS DAS DEMANDAS HÍDRICAS

A formulação de cenários alternativos das demandas hídricas visa orientar os processos de planejamento dos recursos hídricos no sentido de se encontrarem soluções que compatibilizem o crescimento econômico, a sustentabilidade ambiental e a equidade social nas regiões em estudo. Face à incerteza da evolução futura das utilizações da água, em particular no que respeita às demandas hídricas associadas, estes cenários alternativos deverão estabelecer uma amplitude de situações que representem aspirações sociais factíveis de serem atendidas no futuro. Esses cenários terão por isso o objetivo de possibilitar a identificação, dimensionamento e análise de alternativas de intervenção visando o atendimento das demandas da sociedade.

Para além de um cenário tendencial de evolução das demandas, baseado no pressuposto de que não acontecerão alterações significativas nos padrões históricos de evolução das demandas verificados recentemente, é ainda importante a definição de dois cenários induzidos, estabelecendo situações limite, sendo um pessimista, refletindo menores investimentos e consequentemente um desenvolvimento menos acelerado, e outro otimista, considerando a utilização das boas potencialidades do estado no tocante à utilização de seus recursos hídricos.

Os estudos realizados na Etapa I de Diagnóstico permitiram caracterizar, com base na melhor informação disponível, as utilizações de água e as demandas hídricas atuais no Estado do Piauí, perspetivando a sua evolução futura para os próximos 20 anos. Nessa Etapa I foram desde logo definidos dois cenários de evolução distintos, um tendencial e outro otimista.

Ao contrário do que foi admitido para o cenário tendencial, o cenário otimista definido pressupõe alterações significativas nos padrões históricos verificados recentemente, no sentido de um crescimento mais acelerado. Este cenário corresponde ao máximo nível de recursos necessário para fazer frente a um período de desenvolvimento acelerado, de forma a evitar que esse mesmo desenvolvimento possa sofrer restrições por falta de infra-estruturas.

Cenário Pessimista

Estabelecido o cenário limite correspondente aos valores mais elevados das demandas hídricas, cenário otimista, define-se agora o outro cenário extremo, cenário pessimista. Para o cenário pessimista, apenas se consideram alterações nos valores das demandas para irrigação, isto relativamente ao cenário tendencial.

Assim sendo, o cenário pessimista definido pressupõe que, ao nível das demandas para abastecimento humano, animal e industrial, se mantêm os padrões históricos verificados nos últimos anos. Quanto ao abastecimento para irrigação, admite-se uma taxa de crescimento da área irrigada em projetos de iniciativa privada de 2,5 % ao ano, valor inferior ao médio registado nos últimos 3 anos (3,7 % entre 2002 e 2005). Para a irrigação em perímetros públicos, admite-se em 2025 a área irrigada atingirá 60 % da área total irrigável nesses aproveitamentos.

Nos quadros seguintes apresentam-se os resultados obtidos da demanda, para irrigação e para a totalidade das utilizações, associados ao cenário pessimista, agregados por região hidrográficas (sub-bacia).

Quadro 4.12 – Demanda para irrigação – Cenário pessimista (L/s)

Bacia	Atual 2005	Cenário Pessimista		
		2010	2015	2025
Alto Parnaíba	242	577	914	1 595
Gurguéia	1 892	2 694	3 512	5 208
Itaueira	374	423	479	613
Canindé / Piauí	2 073	2 349	2 659	3 403
Poti / Parnaíba	2 194	2 482	2 808	3 595
Longá / Parnaíba	5 426	6 334	7 315	9 541
Bacias Difusas do Litoral	70	87	104	140
Piauí	12 270	14 945	17 792	24 094

Quadro 4.13 – Demanda total – Cenário pessimista (L/s)

Bacia	Atual 2005	Cenário Pessimista		
		2010	2015	2025
Alto Parnaíba	242	817	1 184	1 958
Gurguéia	1 892	3 365	4 202	5 972
Itaueira	374	733	799	959
Canindé / Piauí	2 073	4 413	4 855	6 014
Poti / Parnaíba	2 194	7 025	7 598	8 862
Longá / Parnaíba	5 426	9 013	10 179	12 791
Bacias Difusas do Litoral	70	219	246	302
Piauí	12 270	25 585	29 063	36 859

Nas condições do Cenário Pessimista, a demanda total no Estado do Piauí atinge, em 2025, atinge cerca de 36 900 L/s.

A demanda hídrica total no Piauí, correspondente ao cenário pessimista em 2025, encontra-se representada no Mapa 4.

Comparação de valores obtidos para os três cenários alternativos

No quadro seguinte resumem-se as demandas futuras totais por sub-bacia (em 2025), estimadas segundo cada um dos cenários alternativos considerados.

Quadro 4.14 – Demanda total – Cenário pessimista (L/s)

Bacia	Cenário		
	Tendencial	Pessimista	Otimista
Alto Parnaíba	2 254	1 958	3 700
Gurguéia	7 081	5 972	10 597
Itaueira	1 090	959	1 318
Canindé / Piauí	6 724	6 014	15 606
Poti / Parnaíba	9 633	8 862	12 371
Longá / Parnaíba	14 689	12 791	20 866
Bacias Difusas do Litoral	327	302	1 100
Piauí	41 797	36 859	65 559

Verifica-se que, em termos globais no Piauí, a demanda total estimada para o cenário pessimista é cerca de 12 % inferior à demanda tendencial.

Por sua vez, o cenário otimista é bastante mais ambicioso, apresentado um valor de demanda total que excedem em cerca de 57 % o cenário tendencial.

5. BALANÇO DEMANDAS / DISPONIBILIDADES

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O balanço entre demandas e disponibilidades hídricas no Piauí foi desenvolvido na fase de Diagnóstico do Plano de Integração, para a situação atual e para dois cenários futuros de evolução das demandas. No presente capítulo apresenta-se o resumo desses estudos, para além dos resultados do balanço para um terceiro cenário de evolução das demandas, designado de pessimista face a estar associado a menores taxas de crescimento das atividades consumidoras de água, nomeadamente a agricultura irrigada.

Com base nos resultados dos estudos das disponibilidades e das demandas hídricas, apresentados nos capítulos anteriores, pode-se afirmar que o Piauí apresenta uma situação tranqüila em termos de recursos hídricos globais.

Com efeito, mesmo considerando a demanda global em 2025 correspondente ao Cenário Otimista, esta representará apenas menos de 10 % das disponibilidades totais do Estado.

Embora o balanço global indique uma situação bastante folgada, o mesmo não ocorre a nível local, devido a uma deficiente distribuição dos recursos hídricos no Estado.

O balanço hídrico no Piauí foi por isso realizado a nível municipal, situação que permitiu identificar e localizar de forma mais precisa as regiões críticas do Estado no que respeita à utilização dos recursos hídricos pelos vários tipos de consumidores.

5.2. MODELO DE REALIZAÇÃO DO BALANÇO

Como referido anteriormente, embora o balanço hídrico global seja otimista, tal não ocorrer a nível local. Neste sentido, a realização deste tipo de estudos, utilizando uma unidade de balanço demasiado grande, conduziria a resultados enganadores, não sendo possível a identificação de eventuais regiões carenciadas, camufladas pela existência de regiões vizinhas com recursos excedentários.

Assim sendo, para analisar a situação no Estado do Piauí procedeu-se ao balanço hídrico a nível municipal. Tal balanço tem a vantagem de permitir uma análise mais fina do que a

simples análise ao nível de sub-bacia, apresentando no entanto o inconveniente de requerer o cálculo dos recursos hídricos ao nível municipal.

Os recursos hídricos de um município incluem duas parcelas: os recursos próprios, gerados internamente, e os provenientes de municípios localizados a montante. Assim, foi necessário estabelecer uma rede esquemática de fluxo entre municípios, a qual se designou de rede de drenagem municipal, e que identifica, para cada município, todos os municípios dos quais recebe água e aquele para onde drena a água não consumida.

Uma vez que as fronteiras municipais não coincidem frequentemente com os limites de bacia, tornou-se necessário considerar sub-municípios, de modo a que cada sub-município drene apenas para um outro município ou sub-município.

Na figura seguinte exemplifica-se a rede de drenagem dos municípios adotada.

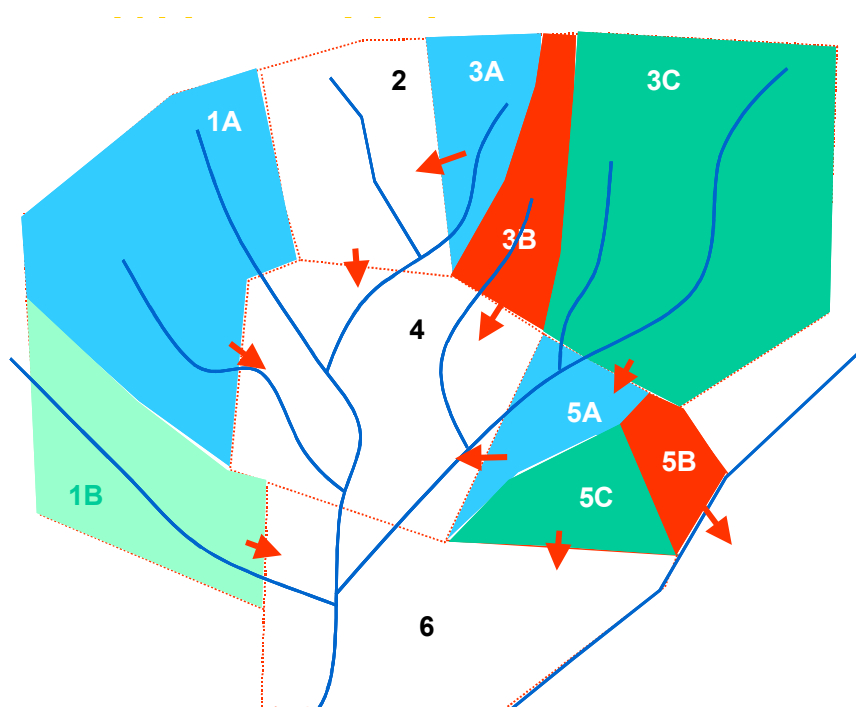


Figura 5.1 Esquema da rede de drenagem dos municípios

No Mapa 1 apresenta-se a divisão municipal do Estado sobreposta com a rede hidrográfica.

A metodologia de realização do balanço seguiu os seguintes passos:

- Estimativa das demandas hídricas a nível municipal.

- Cálculo dos recursos hídricos próprios de cada município.
- Cálculo dos recursos hídricos disponíveis por município, que incluem as duas parcelas: recursos próprios e recursos provenientes de municípios localizados a montante. Os recursos provenientes de montante, estimados com recurso à rede de drenagem municipal referida anteriormente, correspondem às disponibilidades efetivas naqueles municípios subtraídas das demandas correspondentes, resultando na água liberada para jusante.
- Cálculo da relação demanda / disponibilidades em cada município.

O passo mais difícil de aplicação da metodologia de realização do balanço corresponde à obtenção dos recursos hídricos disponíveis em cada município, em resultado da complexidade da rede de drenagem municipal, numa área tão vasta como é o território do Piauí, com um total de 221 municípios. Para facilitar o cálculo dos recursos disponíveis, após a definição da rede de drenagem dos municípios, desenvolveu-se uma rotina de cálculo automático que permite estabelecer as conexões inter-municipais identificadas. Esta rotina permite a fácil análise da situação perante os diferentes cenários estabelecidos.

5.3. RECURSOS HÍDRICOS DISPONÍVEIS POR MUNICÍPIO

5.3.1. Recursos Superficiais

As disponibilidades efetivas em cada município correspondem às disponibilidades próprias (geradas no interior do próprio município) acrescidas das disponibilidades provenientes dos municípios situados a montante.

As disponibilidades próprias de cada município foram calculadas com base na cobertura ArcView dos deflúvios médios anuais (desenvolvida na Fase de Diagnóstico).

Quanto às disponibilidades provenientes de municípios situados a montante, estas dependem não só das características do deflúvio nos rios, mas também dos consumos existentes em cada município de passagem. Deste modo, para cada município, a partir das disponibilidades próprias e dos consumos estimados, recorrendo à rede de fluxo entre municípios, procedeu-se ao cálculo das disponibilidades recebidas de montante, as quais obviamente variam com o tempo e com o cenário de evolução das demandas considerado.

Os valores da vazão média total estimada para o Estado do Piauí são os seguintes:

Quadro 5.1 – Vazão média total no Piauí

Origem		Vazão	
		m ³ /s	km ³ /ano
Gerados internamente		681	21,5
Proveniente do exterior	Ano 2005	243	7,7
	Ano 2025	213	6,7
Total	Ano 2005	924	29,1
	Ano 2025	893	28,2

Note-se que a vazão proveniente do exterior é a correspondente à gerada nas parcelas da bacia do Parnaíba situadas nos Estados vizinhos do Ceará e do Maranhão que é efetivamente liberada para jusante (chegando ao Piauí), após subtraídos os consumos verificados naquelas mesmas áreas. Por falta de informação mais precisa considerou-se, simplificadamente, que os consumos naqueles dois Estados correspondem a 20 % e a 30 % das disponibilidades próprias, respectivamente para a situação atual (2005) e para a situação futura (2025).

Nos Mapas 6 a 9 apresentam-se os recursos hídricos superficiais efetivamente disponíveis por município, para a situação atual e para o ano horizonte do presente estudo (2025), nas condições dos três cenários desenvolvidos (Tendencial, Pessimista e Otimista).

5.3.2. Recursos Subterrâneos

De acordo com os estudos desenvolvidos na Fase de Diagnóstico, o volume total de água armazenado nos aquíferos do Estado do Piauí é da ordem de 2 000 km³.

A recarga dos aquíferos ronda os 14,5 km³/ano. Estima-se que o volume de águas subterrâneas que pode ser explorado sem problemas (rebaixamento excessivo, intrusão salina, recalque do terreno, etc.) seja da ordem de 7 km³/ano.

A distribuição dos recursos hídricos subterrâneos por município é apresentada no Mapa 10.

A obtenção do Mapa 10 foi feita utilizando o modelo de propagação (rede de drenagem dos municípios) anteriormente referido, bem como os dados relativos à produtividade dos aquíferos e aos recursos renováveis globais.

O volume de águas subterrâneas explorável (cerca de 7 km³/ano) não pode contudo ser adicionado ao volume de água superficial referido anteriormente, uma vez que a

disponibilidade de água superficial inclui a disponibilidade subterrânea, fazendo parte do mesmo todo.

Os recursos subterrâneos apresentam contudo extrema importância na medida em que, em boa parte do território piauiense, se constituem como reservatórios naturais de capacidade apreciável, com água de boa qualidade, a partir dos quais a exploração dos recursos hídricos é mais simples, implicando menores custos de investimento.

5.3.3. Disponibilidades Hídricas Totais Consideradas para o Balanço

De acordo com o referido anteriormente, os recursos hídricos no Piauí devem ser entendidos como um todo, não sendo possível diferenciar um volume explorável a partir de águas superficiais e outro a partir de águas subterrâneas. Na verdade, da água precipitada no Piauí, a parcela que consegue escapar à evapotranspiração ou se escoar superficialmente nas linhas de água, ou se infiltra promovendo a recarga dos aquíferos que mais a jusante acabam por ressurgir novamente nas linhas de água.

Deste modo, para efeitos de realização do balanço oferta x demanda hídrica foram considerados apenas os recursos superficiais, que totalizam no Estado cerca de 21,5 km³/ano, acrescidos dos recursos provenientes dos estados vizinhos. Os valores considerados são apresentados, a nível municipal, nos Mapas 6 a 9.

5.4. CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE DE BALANÇO

A classificação de cada unidade de análise de balanço, no presente estudo o município, é dada em função da relação entre a demanda e as disponibilidades hídricas, refletindo o grau de utilização local dos recursos hídricos.

Foram consideradas cinco classes, as quais se apresentam de seguida:

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Demanda < 5 % das disponibilidades | – Excelente |
| 2. Demanda de 5 a 10 % das disponibilidades | – Confortável |
| 3. Demanda de 10 a 20 % das disponibilidades | – Preocupante |
| 4. Demanda de 20 a 40 % das disponibilidades | – Crítica |
| 5. Demanda > 40 % das disponibilidades | – Muito Crítica |

Quadro 5.2 – Classificação das unidades de análise de balanço

Intervalo	Classificação	Observações
< 5 %	Excelente	Podem facilmente satisfazer as suas demandas sem recorrer a armazenamento significativo, principalmente se dispuserem de bons recursos subterrâneos.
5 a 10 %	Confortável	Precisam de alguma capacidade de regularização em anos secos.
10 a 20 %	Preocupante	Poderão satisfazer a totalidade das suas demandas apenas com recurso a significativa capacidade de armazenamento (barragens).
20 a 40 %	Crítica	Não podem por si só suprir as suas demandas.
> 40 %	Muito Crítica	Não podem por si só suprir as suas demandas.

Considera-se que os municípios da classe 1 (Demanda / Disponibilidade < 5 %) podem facilmente satisfazer as suas demandas sem recorrer a armazenamento significativo, principalmente se dispuserem de bons recursos subterrâneos.

Os municípios da classe 2 (Demanda / Disponibilidade entre 5 e 10 %), embora numa posição confortável, precisam em geral de alguma capacidade de regularização para fazer face às demandas em anos secos.

Quanto aos municípios da classe 3 (Demanda / Disponibilidade entre 10 e 20 %), considera-se a sua situação como preocupante, dado que a satisfação das demandas apenas será possível com recurso a significativa capacidade de armazenamento (barragens).

Por fim, os municípios das classes 4 e 5 (Demanda / Disponibilidade > 20 %) encontram-se em situação crítica, dado que não podem, apenas com recurso à água disponível localmente, suprir as suas demandas.

5.5. RESULTADOS DO BALANÇO HÍDRICO

Como referido anteriormente, o Piauí apresenta uma situação tranqüila em termos de recursos hídricos globais.

Embora o balanço global indique uma situação bastante folgada, o mesmo não se passa a nível local, encontrando-se atualmente alguns municípios em situação crítica, que tenderá a agravar-se e a alastrar a outras regiões, em particular se o cenário de evolução for favorável, refletindo o desejado desenvolvimento econômico e social dessas regiões.

Nos Mapas 11 a 14 apresentam-se os resultados do balanço oferta x demanda, para a situação atual (2005) e para o ano 2025, de acordo com os três cenários de desenvolvimento considerados, tendencial, pessimista e otimista.

Esses mesmos resultados encontram-se resumidos no quadro seguinte.

Quadro 5.3 – Distribuição dos municípios pelas várias classes de relação demanda / disponibilidade

Classe	Intervalo	Classificação	Número de Municípios			
			Situação Atual	C. Tendencial	C. Pessimista	C. Otimista
1	< 5 %	Excelente	183	171	173	118
2	5 a 10 %	Confortável	19	23	22	26
3	10 a 20 %	Preocupante	13	13	15	19
4	20 a 40 %	Crítica	4	11	8	15
5	> 40 %	Muito Crítica	2	3	3	43

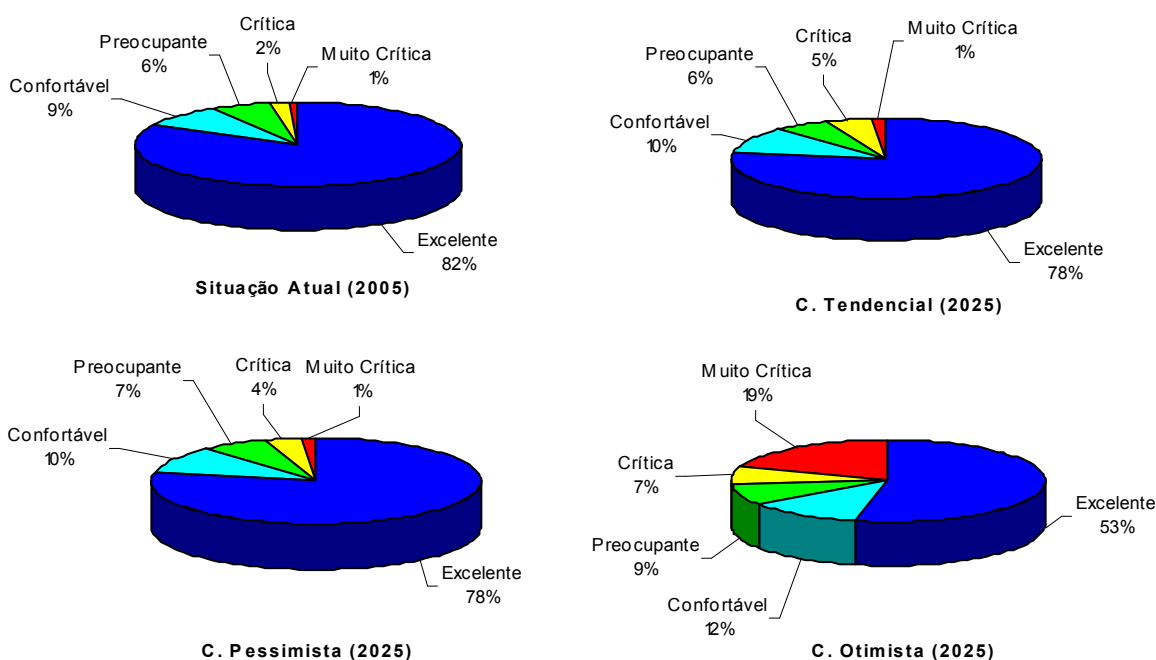


Figura 5.2 – Distribuição dos municípios pelas várias classes de relação demanda / disponibilidade

Verifica-se que, na situação atual, apenas 6 municípios, cerca de 3 % do total, se encontram atualmente em situação crítica (classes 4 e 5 - Demanda / Disponibilidade > 20 %) quanto à disponibilidade de água para fazer face à demanda existente. Obviamente que esta situação se

agravará no futuro, atingindo cerca de 6 e 5 % dos municípios (14 e 11 municípios), respectivamente para os cenários tendencial e pessimista, e cerca de 26 % para o cenário otimista.

Para o Cenário Otimista de evolução das demandas verifica-se um agravamento bastante acentuado da situação. Este agravamento era esperado, dado que, nas condições do Cenário Otimista, prevê-se um aumento significativo das taxas de crescimento dos pedidos, principalmente para irrigação, utilização para a qual se estabeleceu um cenário de desenvolvimento bastante mais ambicioso do que os assumidos para os Cenários Tendencial e Pessimista.

Os municípios em situação mais delicada abrangem praticamente toda a orla Este e Sudeste do Piauí, nas fronteiras com os Estados vizinhos do Ceará, Pernambuco e Bahia, concentrando-se em particular na bacia do Canindé / Piauí. Tratam-se, em grande parte dos casos, de municípios situados junto às cabeceiras das bacias, que tendem a ter menos água disponível que os situados a jusante. Esta região coincide ainda, em grande parte, com a área onde ocorrem as formações do cristalino, pobre em recursos subterrâneos de boa qualidade, não sendo por isso possível compensar através destes a menor disponibilidade superficial.

De acordo com os resultados obtidos, prevê-se que, no futuro, o Piauí não sofrerá uma situação de carência generalizada de água. Pelo contrário, a grande maioria dos municípios do Estado viverão mesmo em situação bastante confortável, com recursos subterrâneos exploráveis em boa quantidade, sendo contudo necessário reforçar as reservas com a criação de alguns reservatórios superficiais.

Apenas as zonas das cabeceiras das bacias, em particular dos rios Canindé e Piauí, na denominada Fronteira Seca do Piauí, poderão ficar em situação mais delicada, onde a escassez de recursos superficiais e subterrâneos obrigará à realização de algumas transferências a partir de linhas de água a jusante, ou então de bacias vizinhas.

5.6. CENÁRIO DE DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

Nos estudos de demandas hídricas desenvolvidos foram formulados, para além de um cenário tendencial, baseado no pressuposto de que não acontecerão alterações significativas nos padrões históricos verificados recentemente, dois cenários induzidos estabelecendo situações limite, sendo um pessimista, refletindo menores investimentos, e outro otimista, considerando a

utilização das boas potencialidades do estado no tocante à utilização de seus recursos hídricos.

Os estudos de prospeção das demandas são de extrema importância, na medida em que se constituem em um dos principais parâmetros definidores do porte da infra-estrutura hídrica a ser implantada.

A adoção de cenários demasiado ambiciosos, com projeções superestimadas, levam a antecipar e/ou induzir a concentração de investimentos para abastecimento em escala maior do que o necessário, penalizando outras áreas que deixam de ser beneficiadas, parcial ou integralmente.

Por outro lado, a subestimação das taxas de crescimento irá prejudicar as populações cuja qualidade e universalidade do atendimento será comprometida, podendo, inclusive, significar sérias restrições ao desenvolvimento econômico e social do município ou região em que o mesmo está inserido.

Os cenários pessimista e otimista definidos enquadram, entre valores considerados limite, as necessidades de água futuras do Estado, condicionando assim o dimensionamento concreto das infra-estruturas hídricas a implantar.

Dado o reduzido nível de desenvolvimento do Estado do Piauí, em particular das zonas rurais, associado ao grande potencial dos seus solos para a agricultura irrigada, admite-se que a margem de evolução é significativa, sendo de prever um crescimento acima dos índices verificados nos últimos anos.

Tal desenvolvimento só será contudo possível se associado a um forte investimento, federal e estadual, na consolidação de uma infra-estrutura que permita a fixação das pessoas nos meios rurais. Assim sendo, considera-se conveniente o estabelecimento do máximo nível de recursos possível no sentido de tentar induzir um período de desenvolvimento acelerado, que proporcione uma melhoria significativa das condições de vida das populações.

Neste contexto, propõe-se a assunção do Cenário Otimista, associado às maiores demandas, como base para dimensionamento das obras hídricas a implantar no Piauí.

Como é evidente, a implantação da infra-estrutura hídrica que resultar da análise de variantes a desenvolver nesta Etapa II dos estudos, deverá ser feita de forma faseada, possibilitando

assim a revisão dos estudos e a sua adaptação face ao desenvolvimento e evolução das necessidades efetivamente verificadas.

6. INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA DO PIAUÍ

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O aproveitamento dos recursos hídricos de qualquer região requer, como é óbvio, a existência de um conjunto de infra-estruturas hídricas de armazenamento, captação, transporte e distribuição dimensionadas para fazer face aos pedidos associados aos vários tipos de utilização da água verificados.

Um dos objetivos do presente Plano de Integração passa pela definição do conjunto das obras hídricas que melhor se adeque aos usos e necessidades de água identificadas no Piauí, em particular nas regiões mais secas, promovendo a gestão integrada dos recursos hídricos do estado, quer através do aproveitamento da infra-estrutura existente, quer através de propostas para o seu complemento.

Apesar de grande parte da área do estado do Piauí se encontrar situada no interior do “Polígono das Secas”, o armazenamento superficial em reservatórios artificiais é escasso. Mesmo essa capacidade de armazenamento não tem condições de ser utilizada por, em grande parte dos aproveitamentos existentes, não terem ainda sido construídos os sistemas de captação e adução – um número significativo de barragens apenas promovem a regularização do caudal nos rios a jusante.

Em virtude da deficiente infra-estrutura hídrica do Piauí, nomeadamente barragens e sistemas adutores, o aproveitamento dos recursos hídricos superficiais do estado é ainda bastante reduzido, recorrendo-se em grande parte à captação de águas subterrâneas através de furo e poços.

Nas seções seguintes apresentam-se as principais obras hídricas do Piauí, existentes e projetadas, nomeadamente açudes e sistemas adutores.

6.2. AÇUDES

Os principais açudes (reservatórios com mais de 10 hm³ de capacidade) existentes ou em construção no Piauí encontram-se listados no quadro seguinte, cuja localização é apresentada no Mapa 15.

Quadro 6.1 – Principais açudes do Piauí

Nome	Município	Rio	Capacidade (hm ³)	Observações
Boa Esperança	Guadalupe	Parnaíba	5 000.0	Existente
Rangel	Redenção do Gurguéia	Paraim	780.0	Em construção
Salinas	São Francisco do Piauí	Salinas	387.4	Existente
Tinguis	Piracuruca	Dos Matos	295.0	Em construção
Poço do Marruá	Patos do Piauí	Itaim	293.0	Em construção
Piracuruca	Piracuruca	Piracuruca	250.0	Existente
Jenipapo	São João do Piauí	Piauí	248.0	Existente
Algodoes II	Curimatá	Curimatá	247.0	Existente
Pedra Redonda	Conceição do Canindé	Canindé	216.0	Existente
Petrônio Portela	São Raimundo Nonato	Piauí	181.0	Existente
Bocaina	Bocaina	Das Guaribas	106.0	Existente
E. D'Ala	Valença do Piauí		94.0	Existente
Poco Dantas	Valença do Piauí		73.0	Existente
Corredores	Campo Maior	Jenipapo	60.0	Existente
Mesa de Pedra	Valença do Piauí	Sambito	55.0	Existente
Caldeirão	Piripiri	Caldeirão	54.6	Existente
Barreiras	Fronteiras	Catolé	52.8	Existente
Algodoes I	Cocal	Piranji	51.0	Existente
Santa Rosa	Valença do Piauí		49.0	Existente
Poços	Itaueira	Itaueira	43.0	Existente
Ingazeiras	Paulistana	Canindé	25.7	Existente
Salgadinha	Simões	R. Do Gentio	25.0	Existente
Cajazeiras	Pio IX	Condado	24.7	Existente
Estreito	Padre Marcos	Boa Esperança	19.0	Em construção
Cajueiro I	Jaicós		15.0	Existente
Bezerros	José de Freitas		11.0	Existente
Joana	Pedro II	Corrente	10.7	Existente

Fontes: COMDEPI, DNOCS, Plano Nacional de Recursos Hídricos

A capacidade total de armazenamento superficial nos reservatórios artificiais do Piauí ronda os 8,8 km³. No Mapa 16 apresenta-se a distribuição desta capacidade pelos municípios do estado.

Constata-se que uma boa parte da capacidade de armazenamento está concentrada na região sudeste do estado, onde as carências hídricas são mais acentuadas. No entanto, a já referida inexistência de sistemas adutores inviabiliza o aproveitamento da água armazenada.

6.3. SISTEMAS ADUTORES

Por falta de infra-estruturas de captação e adução, a maior parte da água armazenada nos reservatórios do Piauí não está sendo aproveitada pelas populações, seja para consumo

humano e industrial, seja para irrigação. Esses projetos não contemplaram inicialmente a construção das adutoras, situação que inviabilizou o efetivo aproveitamento dos recursos.

Para além de alguns projetos públicos de irrigação, como por exemplo os de Platôs de Guadalupe e Litorâneos do Piauí, que têm associadas infra-estruturas de transporte de água até aos perímetros de irrigação, não existem no estado outros sistemas adutores de grande porte, carência que se nota particularmente na região do semi-árido.

Já existem contudo propostas para vários sistemas adutores visando o abastecimento das populações a partir de reservatórios existentes ou em construção:

DNOCS/ SEINFRA

- Adutora do Sudeste;

PROÁGUA/ SEMAR

- Adutora do Garrincho;
- Adutora de Bocaina;
- Adutora de Pedra Redonda;

COMDEPI

- Adutora de Mesa de Pedra;
- Adutora de Corredores;
- Adutora de Poço do Marruá;
- Adutora de Santa Cruz dos Milagres;

SEMAR

- Adutora de Piaus;
- Adutora de Algodões II;
- Adutora de Jenipapo;
- Adutora de Salinas;
- Adutora de Poços;
- Adutora de Santa Cruz do Piauí.



Fonte: Políticas de Recursos Hídricos no Estado do Piauí. Apresentação SEMAR. Abril 2006

Figura 6.1 – Propostas de sistemas adutores no Piauí

Entre esses projetos destacam-se aqueles que, situados na região sudeste do estado, permitirão melhorar a realidade da população afetada com os problemas de escassez de água.

Sistema Adutor do Garrincho

O Sistema Adutor do Garrincho, atualmente em construção, com captação no reservatório Petrônio Portela e uma capacidade máxima de 128,5 L/s, garantirá o abastecimento de água a cerca de 60 mil habitantes de 11 municípios daquela região, nomeadamente Coronel José Dias, São Raimundo Nonato, São Lourenço, Dirceu Arcoverde, Bonfim do Piauí, Várzea Branca, Anísio de Abreu, Jurema e São Braz do Piauí, além de Caracol (captação através de cinco poços tubulares a executar) e Fartura (captação no açude Fartura). A extensão total de condutas deverá rondar os 196 km.

Sistema Adutor de Poço de Marruá

O Sistema Adutor de Poço do Marruá, atualmente em construção, com captação no reservatório de Poço de Marruá (barragem em construção), beneficiará os municípios de Simões, Curral Novo, Jacobina, Caridade e Patos do Piauí. O comprimento total de condutas deverá rondar os 135 km.

Sistema Adutor do Sudeste

O Sistema Adutor do Sudeste, atualmente em construção, com captação no reservatório de Estreito (barragem em construção), beneficiará 10 municípios daquela região, nomeadamente Padre Marcos, Belém do Piauí, Jaicós, Alegrete, São Julião, Campo Grande do Piauí, Vila Nova, Marcolândia, Caldeirão Grande e Francisco Macedo. A extensão total de condutas deverá rondar os 140 km.

Sistema Adutor de Pedra Redonda

O Sistema Adutor de Pedra Redonda, atualmente em fase estudo/ projeto, com captação no reservatório de Pedra Redonda e uma capacidade máxima de 58 L/s, garantirá o abastecimento de água a cerca de 42 mil habitantes de 11 municípios daquela região, nomeadamente Conceição do Canindé, Isaias Coelho, São Francisco de Assis, Simplício Mendes, Campinas do Piauí, Bela Vista, Nova Santa Rita, Queimada Nova, Lagoa do Barro, Capitão Gervásio de Oliveira e Campo Alegre do Fidalgo. O comprimento total de condutas deverá rondar os 227 km.

Sistema Adutor de Bocaina

O Sistema Adutor de Bocaina (projetos e estudos concluídos), com captação no reservatório de Bocaina e uma capacidade máxima de 55,6 L/s, garantirá o abastecimento de água a cerca de 40 mil habitantes de 10 municípios daquela região, nomeadamente São João da Canabrava, Bocaina, São José do Piauí, Santana do Piauí, Santo Antônio de Lisboa, Francisco Santos, Monsenhor Hipólito, Alagoinha do Piauí, Sussuapara e São Luís do Piauí. O comprimento total de condutas deverá rondar os 62 km.

Sistema Adutor de Piaus

O Sistema Adutor de Piaus (projetos e estudos concluídos), com captação no reservatório de Piaus (barragem em construção), beneficiará cerca de 60 mil pessoas nos municípios Pio IX, São Julião, Alagoinha, Vila Nova e Campo Grande.

7. IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS

7.1. IDENTIFICAÇÃO DE ALTERNATIVAS

A definição de alternativas para resolução dos problemas dos déficits hídricos identificados será desenvolvida tendo em conta os custos de investimento, os aspetos financeiros e os aspetos ambientais, com ênfase para o social.

Esta atividade terá início após a entrega do presente Relatório de Andamento.

Os estudos de alternativas iniciam-se com a coleta e compilação de dados. Esta fase do trabalho objetiva fornecer todos os elementos e dados relativos à área em estudo, necessários ou de valia para o adequado desenvolvimento dos mesmos.

Dentre os dados a utilizar como base para o estudo de alternativas destacam-se: elementos topográficos e cartográficos preexistentes; dados geológicos e/ou geotécnicos preexistentes; dados climáticos, fluviométricos, dos usos e cobertura do solo, sócio-econômicos, etc..

Parte desta informação já se encontra disponível para a generalidade do estado, resultante da etapa anterior de Diagnóstico, devendo agora ser complementada especificamente para os locais de implantação das obras.

A metodologia prevista para esta atividade contempla várias etapas, referidas de seguida:

- aproveitamento das infra-estruturas existentes;
- mobilização dos recursos hídricos locais;
- integração de bacias estaduais;
- transferência a partir do rio Parnaíba;
- importação a partir da bacia do rio S. Francisco.

Aproveitamento das Infra-Estruturas Existentes

Como referido anteriormente, existe no Piauí um conjunto de reservatórios, boa parte deles situados na denominada Fronteira Seca Estadual, onde se verificam as maiores carências de água, que não estão atualmente sendo aproveitados em benefício das populações.

Assim, serão em primeiro lugar avaliadas as possibilidades de aproveitamento destes mananciais, de forma articulada com as propostas e projetos já existentes dos órgãos federais e estaduais. A maximização do aproveitamento da infra-estrutura existente levará à concepção de soluções mais econômicas e sustentáveis do ponto de vista ambiental.

Mobilização dos Recursos Hídricos Locais

Após o esgotamento das alternativas de aproveitamento das infra-estruturas existentes, serão estudadas soluções visando o aproveitamento dos recursos hídricos locais excedentários.

Nesta fase será equacionada a possibilidade de construção de novos reservatórios, situados em locais estratégicos face às necessidades de consumo identificadas. A escolha da localização destes reservatórios deverá passar por uma solução de compromisso entre os recursos mobilizáveis numa dada seção do rio e o afastamento em relação aos municípios a servir, uma vez que estes se localizam nas cabeceiras das bacias, onde as disponibilidades hídricas são menores.

Proceder-se-á ao dimensionamento do volume e seleção dos locais para os reservatórios de maior porte e à definição da capacidade de armazenamento a criar com recurso a açudes de pequena dimensão para fazer face às demandas difusas.

Em paralelo com os estudos visando o aproveitamento das infra-estruturas existentes e a mobilização dos recursos locais, serão definidas alternativas para os principais sistemas adutores a construir para levar a água desde as origens até próximo dos pontos de consumo.

Deste fase dos estudos resultarão variantes relativas à construção de açudes para abastecimento local e transferência de água a curtas distâncias.

Integração de Bacias Estaduais

Como complemento ao aproveitamento dos recursos locais serão estudadas alternativas visando a integração de bacias estaduais, com transferências entre bacias vizinhas.

Nesta fase será necessária uma análise mais global do problema que levará à construção de açudes e transferências, a médias distâncias, para as regiões deficitárias.

Estas transferências já comportam dificuldades acrescidas a nível de traçado, uma vez que se torna necessário transpor as cumeadas nas divisões entre bacias, com obras de maior porte e os conseqüentes acréscimos de custos associados.

Transferência a partir do rio Parnaíba

A transferência de água a partir do rio Parnaíba coloca-se igualmente como uma alternativa viável para abastecimento de água às regiões deficitárias, como complemento ao aproveitamento dos recursos hídricos locais.

Nesta fase serão estudados locais para derivação de água a do rio Parnaíba para reservatórios a construir nas regiões secas do Piauí.

A alternativa de derivação de Estas de água do rio Parnaíba comportará em princípio sistemas adutores de grande extensão e elevados custos de energia com a elevação da água para as cabeceiras das bacias.

Importação a partir da Bacia do Rio S. Francisco

Finalmente, serão equacionadas alternativas de importação de água da bacia do rio S. Francisco, no estado de Pernambuco, a partir de sistemas já previstos localizados próximo da fronteira com o Piauí.

7.2. ANÁLISE COMPARATIVA

A seleção das alternativas mais vantajosas para realizar o abastecimento de água às regiões deficitárias do Piauí resultará de uma análise comparativa entre variantes, desenvolvida de forma criteriosa, atendendo a aspetos técnicos, econômicos, ambientais e sociais.

Análise comparativa preliminar

As alternativas operacionais e de traçado, inicialmente estabelecidas, deverão ser alvo de uma análise comparativa preliminar. Esta análise abrangerá, como referido, aspectos básicos técnicos (localização, traçado, topografia), funcionais (operação e manutenção do sistema), econômicos (análise sucinta preliminar de alternativas entre si, comparando custos de implantação com benefícios sob forma de redução nos custos operacionais e de manutenção, ambientais (melhorias do meio-ambiente), financeiros (possibilidades de adiamento de investimentos de vulto) e outros necessários.

Espera-se que em consequência da avaliação preliminar seja possível reduzir as alternativas concebidas, deixando um número menor de soluções básicas para serem avaliadas e comparadas com mais detalhamento na fase seguinte.

Análise técnica das alternativas

Após a identificação das alternativas, procedida ao fim dos trabalhos da análise comparativa preliminar, proceder-se-á a uma análise técnica mais detalhada de cada uma delas visando a seleção da que melhor atende aos objetivos do projeto.

Na análise técnica a desenvolver deverão ser considerados todos os aspectos relevantes, nomeadamente de garantia (em termos de cumprimento dos objetivos), abrangência e funcionalidade dos sistemas, sempre sem perder de vista todos os outros elementos que possam influir na concepção do projeto ou seus custos.

Estimativa de custos

Com base nos estudos acima será estabelecida uma estimativa preliminar de custos para a implantação da obra. As estimativas das quantidades deverão refletir máximo grau de detalhe e precisão possível e adotar os mesmos critérios e conceitos para todas as alternativas em análise. Será necessária a análise e atualização dos custos ou preços unitários reais pagos no passado e uma comparação com os preços para outros projetos similares na região.

A título de sugestão podem ser utilizados os Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental, elaborados para o Projeto de Transposição do Rio São Francisco, contratados pelo MI. Este estudo conta com curvas paramétricas de obras típicas elaboradas sob a supervisão da FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais. Caso a Fiscalização concorde, tais curvas paramétricas construídas em 1999, poderão ser revistas e atualizadas, para serem adotadas nas estimativas de custos comparativos entre as alternativas.

Análise econômico-financeira

A análise econômico-financeira será conduzida considerando os custos de planejamento e implantação das obras hidráulicas, os custos de operação, manutenção e administração, incluindo os custos de reinvestimentos, quando necessários, bem como possíveis custos de mitigação ambiental, decorrentes das obras realizadas.

Para melhor precisão na utilização dos resultados nas análises e tomada de decisões, os cálculos e análises serão conduzidos de forma a que os custos sejam estimados de forma desagregada, considerando investimentos (inclusive reposição) e despesas anuais de operação, administração e manutenção (OAM).

Avaliação ambiental das alternativas

Nesta fase serão levantados dados ambientais relativos às interações das alternativas de traçado selecionadas com o meio físico.

Estes estudos terão como objetivos:

- Relacionar as características físicas das obras às do meio ambiente;
- Identificar os segmentos críticos com respeito ao meio ambiente;
- Identificar os segmentos críticos no que tange aos impactos ambientais significativos e as respectivas medidas mitigadoras;
- Selecionar as alternativas em função dos custos de implantação e operação.

Esta seleção de alternativas viáveis sob os aspectos ambientais será realizada com base nos dados obtidos em função do perfil do relevo, das características geológicas e hidrogeológicas, da pluviosidade da região, dos tipos de cobertura vegetal e aspetos de drenagem, etc..

7.3. SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS MAIS VANTAJOSAS

A seleção das alternativas a considerar no projeto far-se-á a partir da análise da compatibilidade técnica das alternativas com os objetivos do projeto, e da avaliação de suas implicações econômicas, financeiras, ambientais e sociais.

As alternativas concebidas e orçadas não serão comparadas apenas com base em seus custos de investimentos. A seleção deverá basear-se em critérios envolvendo aspectos técnicos, econômicos, financeiros, ambientais, sociais, e administrativos, no sentido de conduzir à alternativa globalmente mais atrativa, com desempenho adequado a curto, médio e longo prazo.

8. RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DE MANANCIAIS

Um dos maiores problemas enfrentados atualmente pela área do estudo é o comprometimento qualitativo e quantitativo dos seus recursos hídricos. Tal problema adquire maior significância quando se considera o caráter intermitente da maioria dos seus cursos d'água, cuja capacidade de autodepuração é praticamente nula. No caso específico dos reservatórios e lagoas, aparece como fator agravante o regime lântico, que é propulsor de fenômenos como a eutrofização e salinização das águas represadas, enquanto que para as águas subterrâneas há a agravante de que aquíferos seriamente comprometidos pela poluição exigem somas vultuosas para sua recuperação e que, na maioria das vezes, este objetivo não é alcançado.

Ainda mais grave é que tal problema tem origem antrópica, decorrente do uso e ocupação do meio físico de forma desordenada, figurando como principais fontes de poluição o lançamento de efluentes sanitários e industriais a céu aberto, ou a sua canalização direta para os cursos d'água sem tratamento prévio, o uso de fossas, a disposição inadequada de resíduos sólidos e o consumo em larga escala de pesticidas nas áreas de desenvolvimento da atividade hidroagrícola.

Outros fatores preocupantes a serem considerados consistem na degradação das matas ciliares, nos desmatamentos indiscriminados para extração da lenha, formação de pastos e plantios agrícolas, nas queimadas associadas à agricultura e na falta de manejo adequado do solo, os quais vêm comprometendo o estado de conservação dos recursos florestais da região, que se apresentam, em algumas áreas, bastante comprometidos pela ação antrópica. Tal situação vem contribuindo para o desencadeamento de processos erosivos, de instabilidade de encostas e de perda da biodiversidade. Como consequência, observa-se não só o assoreamento dos cursos e mananciais hídricos, que em algumas áreas ocorre de forma acelerada, contribuindo para redução das suas capacidades de acumulação, como, também, o comprometimento das atividades econômicas da região.

A política de gerenciamento dos recursos hídricos atualmente posta em prática pelo Governo do Estado do Piauí, por sua vez, visa assegurar a utilização múltipla e integrada dos recursos hídricos, garantindo às populações e às atividades econômicas, água em qualidade e quantidade suficiente para atender as suas necessidades. Para tanto, requer a implementação de um conjunto de ações governamentais destinadas não só a regular e controlar o uso da água, como a preservar a sua qualidade.

O quadro sócio-econômico e ambiental vigente na área do estudo revela a urgente necessidade de estabelecimento de programas de conservação e proteção dos recursos naturais, tendo como objetivo principal a indicação de ações prioritárias de natureza institucional, técnica e administrativa, que assegurem a recuperação ou preservação do meio ambiente, dando suporte ao planejamento e gestão dos recursos hídricos, dentro da política de desenvolvimento sustentável.

O vetor central desta estratégia são os recursos hídricos, vindo a sua escolha como ativo ambiental a ser trabalhado, não só referendar a política de recursos hídricos preconizada pelo governo estadual, como, também, contribuir para a proteção e conservação dos recursos naturais da área do estudo.

A análise das características sócio-econômicas e ambientais vigentes nas bacias hidrográficas do Piauí permite apontar um conjunto de ações prioritárias vinculadas à questão ambiental, de modo a garantir que o desenvolvimento em longo prazo seja suportável pelo ambiente natural. Em linhas gerais, estas ações prioritárias encontram-se distribuídas em 6 eixos estruturadores, a saber:

- Eixo Proteção dos Recursos Hídricos: abrange ações de recuperação e manutenção de obras hídricas; de disciplinamento do uso e ocupação dos solos na área de influência dos mananciais hídricos; de disciplinamento do lançamento de efluentes sanitários, de disciplinamento da coleta, reciclagem e disposição final de resíduos sólidos, de redução e controle de perdas nos sistemas de abastecimento d'água das sedes municipais; de controle do uso da água na irrigação, de controle do uso de agrotóxicos e de gerenciamento de embalagens de agrotóxicos;
- Eixo Conservação dos Recursos Naturais: abrange as ações voltadas para o reflorestamento de nascentes e das matas ciliares dos cursos e mananciais d'água, a implementação de obras e técnicas de caráter hidroambiental visando a recuperação de áreas degradadas e o controle do extrativismo vegetal e mineral predatórios;
- Eixo Monitoramento e Fiscalização Ambiental: visa assegurar o controle sistemático da qualidade dos recursos hídricos e dos solos, bem como das atividades antrópicas desenvolvidas na área do estudo de modo a que sejam adotadas as medidas cabíveis sempre que se fizer necessário, garantindo, junto com o sistema de fiscalização e controle, não só a preservação do meio ambiente como a própria integridade dos empreendimentos e atividades econômicas desenvolvidas na região;

- Eixo Incentivo à Gestão Municipal do Meio Ambiente: visa à descentralização da ação da SEMAR, através do estímulo à gestão municipal do meio ambiente, permitindo um controle mais efetivo das atividades poluidoras;
- Eixo Incentivo a Adoção do ICMS Ecológico: tem como objetivo estimular as administrações municipais a desenvolverem ações em prol da conservação da biodiversidade e do desenvolvimento sustentável através da instalação de critérios ambientais na redistribuição deste imposto;
- Eixo Educação Ambiental: permeando os demais eixos visa assegurar através da difusão de conceitos e práticas de uso e conservação dos recursos naturais a formação de uma consciência pública sobre as questões ambientais, promovendo a participação da população na defesa e proteção do meio ambiente.

Cada eixo estratégico se desdobra em ações prioritárias, tendo como áreas de atuação preferencial aquelas com atividades de riscos iminentes ou configurados de alterações da qualidade dos recursos hídricos, bem como áreas previstas para implementação de novas intervenções de obras hídricas.

A priori, nas áreas previstas para a implementação de obras hídricas, as ações prioritárias a serem desenvolvidas estão vinculadas, principalmente, aos 3 primeiros eixos, e ao Eixo de Educação Ambiental, já que os outros dois eixos versam sobre questões de natureza institucional. Dentre as principais ações estratégicas a serem implementadas nestas áreas tem-se:

- Manutenção de Obras Hídricas (reservatórios): visa à elaboração de uma lista de inspeção para orientar os técnicos no diagnóstico do estado geral da infra-estrutura física das barragens e equipamentos hidromecânicos, tendo como base as principais anomalias observadas em reservatório do Estado do Piauí. Além disso, preconiza a disponibilização de Diários de Ocorrências nos locais das obras, que a longo prazo, vão complementar o histórico do açude. Prevê, ainda, o estabelecimento de um cronograma para a execução das inspeções, as quais deverão envolver inspeções de rotina, inspeções formais, inspeções de especialistas e inspeções de emergência;
- Plano de Gestão e Conservação de Reservatórios: visa não só proteger os recursos hídricos represados nos açudes da região, como dar usos múltiplos a estes reservatórios. Para tanto, preconiza a espacialização das atividades econômicas nas áreas de influência direta destes reservatórios, tendo como base as diretrizes a serem

preconizadas num zoneamento ecológico-econômico a ser elaborado para a região. Além disso, deverá irá indicar as diretrizes gerais de uso e ocupação do solo, compreendendo um conjunto de normas disciplinadoras e contemplando medidas conservacionistas, medidas corretivas, medidas disciplinadoras e medidas regulamentadoras a serem implementadas com o intuito de proteger a água represada nestes reservatórios. Esse conjunto de programações deverá ter uma retaguarda legal, sob a forma do que se chama Código do Reservatório ou regulamento, que deve ser um instrumento para regulamentar as atividades previstas.

- Disciplinamento do Lançamento de Esgotos Urbanos: visa eliminar fontes de degradação dos recursos hídricos relacionadas ao lançamento de efluentes sanitários, através da promoção da sua coleta e tratamento adequados, dando prioridade aos núcleos urbanos situados na retaguarda de açudes estratégicos para o desenvolvimento da região. Preconiza, ainda, o monitoramento da eficiência das estações de tratamento de esgotos existentes ou a serem implantadas, bem como o incentivo ao reuso dos efluentes tratados na irrigação de capineiras e frutíferas;
- Controle do Uso de Agrotóxicos: visa controlar o uso desregrado de agrotóxicos nos perímetros irrigados e/ou áreas com irrigação difusa existentes na região, através da disseminação de técnicas adequadas de uso e manejo de fertilizantes e pesticidas, da promoção de atividades ambientalmente sustentáveis (agricultura orgânica), do gerenciamento de embalagens de agrotóxicos e do desenvolvimento de ações de vigilância ambiental em saúde junto aos irrigantes;
- Delimitação e Reflorestamento das Faixas de Proteção dos Cursos e Mananciais d'Água: visa contribuir para a conservação dos recursos hídricos, em termos quantitativos e qualitativos, através da recuperação da cobertura vegetal das faixas de proteção dos recursos hídricos, que funcionam como filtros naturais contra o aporte de poluentes e sedimentos. Especial atenção deverá ser dispensada às áreas de entorno e a montante de reservatórios estratégicos para o desenvolvimento da região;
- Recuperação de Áreas Degradadas através da Implementação de Obras e Técnicas de Caráter Hidroambiental: visa à implementação de uma unidade de referência piloto destinada à reconstituição de áreas degradadas através do reflorestamento e da implementação e difusão de técnicas agropecuárias de caráter conservacionista, voltadas para o uso e manejo sustentável do solo, da água e da vegetação de forma sustentável, reduzindo as perdas de solos agricultáveis e o aporte de sedimentos aos

cursos e mananciais d'água, evitando seus assoreamentos. Além disso, a implementação de práticas simples de contenção do solo e da água permitirá a geração de uma renda garantindo a subsistência do pequeno produtor rural, além de contribuir para o fortalecimento da economia local;

- Controle do Extrativismo Vegetal Predatório: visa contribuir para conservação dos recursos florestais e, conseqüentemente, da qualidade dos solos e da capacidade de acumulação dos cursos e mananciais d'água, através do controle do extrativismo predatório. Para tanto, deverá preconizar a implantação de Plantios Florestais (silvicultura), bem o desenvolvimento de ações de incentivo a adoção do manejo da mata nativa junto aos produtores rurais da região;
- Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais: o controle sistemático da qualidade das águas superficiais é de fundamental importância para a detecção de atividades poluidoras exercidas nas bacias de contribuição dos reservatórios, ao longo da rede de drenagem natural e nos sistemas de adução de água, visando a adoção de medidas corretivas, caso se faça necessário. O programa de monitoramento consta do estabelecimento de um conjunto de pontos de amostragem estrategicamente distribuídos ao longo da rede de drenagem natural, nos canais de adução e nos mananciais d'água prioritários para o suprimento hídrico da região, de modo a permitir o acompanhamento das condições de qualidade da água, ao longo do tempo e, especialmente, fornecendo subsídios indispensáveis para o controle da poluição.

Por fim, deverá ser implementado um Programa de Educação Ambiental, o qual objetiva contribuir para a formação de uma consciência pública quanto aos problemas relacionados à gestão, conservação e proteção dos recursos hídricos através da difusão de princípios e técnicas sobre preservação ambiental junto à comunidade local, agentes econômicos e à classe estudantil, entre outros. Preconiza, ainda, a formação de um grupo de multiplicadores locais em educação ambiental, nos níveis formal e não formal, que repasse permanentemente para população noções sobre medidas preservacionistas. Visa, também, sensibilizar os gestores municipais para a necessidade de formação de um consórcio municipal para o gerenciamento, difusão e execução de ações preservacionistas no território da área do estudo.

9. CONCLUSÕES

O presente Relatório de Andamento marca uma fase intermédia de desenvolvimento dos estudos da Etapa II do Plano de Integração das Bacias Hidrográficas do estado do Piauí.

Neste relatório são apresentados os resultados dos estudos desenvolvidos até à data, e que respeitam essencialmente nas seguintes atividades:

- Avaliação dos recursos hídricos superficiais (análise, revisão e complemento do Diagnóstico);
- Caracterização e quantificação dos cenários alternativos das demandas hídricas (análise, revisão e complemento do Diagnóstico);
- Balanço oferta x demanda hídrica (análise, revisão e complemento do Diagnóstico);
- Identificação da infra-estrutura hídrica do estado;
- Definição de linhas gerais para a identificação, análise comparativa e seleção de alternativas de abastecimento de água às regiões deficitárias do Piauí;
- Definição de linhas gerais de medidas e ações prioritárias de gerenciamento para a recuperação e preservação de mananciais.

Os trabalhos seguem, após a entrega deste Relatório de Andamento, com a identificação e análise de alternativas, atividade crucial do estudo, na procura das melhores soluções para a resolução dos problemas hídricos do Piauí.

MAPAS